



Economía, sociedad y territorio

ISSN: 1405-8421

ISSN: 2448-6183

El Colegio Mexiquense A.C.

Reyes Pérez, Oscar; Loredó Sánchez, Minerva Abigail;
Castañeda Camacho, Xochizeltzin; Aguilar Robledo, Miguel
Metodología para la asimilación económica de la minería en Zacatecas, México
Economía, sociedad y territorio, vol. XX, núm. 62, 2020, Enero-Abril, pp. 241-272
El Colegio Mexiquense A.C.

DOI: 10.22136/est20201415

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11162788009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Metodología para la asimilación económica de la minería en Zacatecas, México

Methodology for mining economic assimilation in Zacatecas, Mexico

OSCAR REYES PÉREZ*

MINERVA ABIGAIL LOREDO SÁNCHEZ**

XOCHIZELTZIN CASTAÑEDA CAMACHO***

MIGUEL AGUILAR ROBLEDO*

Abstract

The theory of territorial economic assimilation was first introduced in Mexico in the late eighty; since then, few methodological innovations have been proposed. Based on this theory, this paper analyses mining as the prevailing economic activity in the Mexican state of Zacatecas. To do so, it was necessary to modify the selected variables, elaborate new indicators and adjust the criteria in the formation of the necessary typological clouds for cartographic representation.

Keywords: *economic assimilation, methodology, mining, Zacatecas.*

Resumen

La teoría de la asimilación económica del territorio se introdujo en México a finales de los ochenta del siglo XX, a partir de entonces son pocas las innovaciones metodológicas que se han propuesto. Este documento proporciona una guía para el análisis de la actividad económica preponderante de un territorio; para ello se eligió al estado de Zacatecas, donde la minería ha sido una de las actividades rectoras de su economía. Por tal razón, fue necesario modificar la selección de variables, elaborar nuevos indicadores y ajustar los criterios en la conformación de nubes tipológicas necesarias para la configuración cartográfica.

Palabras clave: asimilación económica, metodología, minería, Zacatecas.

* Universidad Autónoma de San Luis Potosí, correo-e: osrp@uaslp.mx, aguilarm@uaslp.mx

** Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, correo-e: minerva.loredo@ipicyt.edu.mx

*** University of Texas at Austin, correo-e: xochizeltzin@utexas.edu

Introducción

Situado en la parte centro-norte de México, el estado de Zacatecas con sus 75,284 km² es la cuarta entidad federativa más grande del país. Su territorio guarda una significativa conectividad por carretera de la ciudad capital a las capitales de los estados de Aguascalientes, San Luís Potosí y Durango: los trayectos no superan los 300 km. En cuanto a la participación al PIB estatal, 9.3% corresponde al sector primario, 38.5% al secundario y 52.2% al terciario (Inegi, 2019a).

La configuración territorial de la minería, actividad de mayor relevancia en la entidad, no puede comprenderse sin la revisión de su pasado. Al respecto, en el periodo prehispánico los zacatecos, los guachichiles, los caxcanes, los tecuexes, los irritilas, los pames y los tepehuantes extrajeron los minerales con métodos rudimentarios (SGM, 2012). Después, en la época colonial, los conquistadores europeos introdujeron cambios sustanciales en los volúmenes, las técnicas y los beneficios obtenidos; en el proceso de ocupación española hubo dos hechos que intervinieron para que esta actividad pudiera consolidarse: la creación de vías de comunicación y el establecimiento de una red de intercambio comercial sustentada en las elevadas tasas de producción de plata. En este sentido, la vinculación del territorio zacatecano con el centro de la Nueva España cobró relevancia, un extenso espacio económico compuesto por poblados, villas, ranchos y haciendas (Flores Olague *et al.*, 2011) fue creándose en torno a los primeros núcleos mineros de Zacatecas, Sombrerete, Fresnillo, Mazapil y Nieves (SGM, 2012),

Con la introducción de nuevos métodos de extracción de minerales a partir de la importación de tecnologías y materiales que permitían, en menos tiempo, generar mayores ganancias, hacia 1635, en el territorio zacatecano se presentó un incremento de la producción de plata pura, se alcanzó un punto cúspide en 1670; a partir de entonces se dieron tres tendencias: la primera, de 1690 a 1752, se caracterizó por un crecimiento sostenido; la segunda, de 1753 a 1767, la producción platera disminuyó; y en la tercera, de 1768 a 1810, la extracción de este metal se estabilizó (Flores Olague *et al.*, 2011). Cabe resaltar que en el caso del distrito de Sombrerete la época de bonanza permitió que en 1681 se fundara la real caja, lo que dio relevancia económica de primer orden a este centro minero (Bakewell, 1991).

En este contexto, al inicio del movimiento de Independencia de México, la provincia de Zacatecas ocupaba el segundo lugar a nivel nacional en producción de plata; de hecho, en pleno conflicto bélico aportó a la economía casi 300 mil marcos, situándose de forma muy próxima a los

ritmos de extracción de Guanajuato y de Real del Catorce, San Luis Potosí (Bakewell, 1991).

Para Macías (1988), la actividad minera dejó huella en el territorio zacatecano en el crecimiento de importantes centros urbanos; hacia 1827, la ciudad de albergaba 28 mil habitantes, mientras que Sombrerete y Fresnillo tuvieron 14 mil y 18 mil pobladores, respectivamente. Según Coll-Hurtado *et al.*, (2007), en este proceso de integración regional desempeñó un papel fundamental la construcción de la red ferroviaria mexicana, que tuvo como referencia la ubicación de los principales sitios mineros y la dinámica comercial existente en las ciudades. Gámez Rodríguez (2004) menciona que, entre 1882 y 1888, el trazado de las líneas ferroviarias del Ferrocarril Central Mexicano y el Nacional Mexicano confluyó en Zacatecas, lo cual dio mayor relevancia a la primera al comunicar a Ojocaliente, Zacatecas, Fresnillo, Nieves y Mazapil, la actividad minera que se realizaba en estos lugares fue fortalecida.

En torno a las concesiones mineras, de 1892-1910, la entidad recibió 55% de los títulos autorizados para la mesa centro-norte; sin embargo, las empresas mineras padecieron reveses financieros, por lo que el estado tuvo que adquirir créditos con el Banco de Zacatecas y el Banco Nacional de México. Los lugares donde se concentraron estos títulos de pertenencias mineras fueron Zacatecas, Mazapil, Concepción del Oro, Ojocaliente, Chalchihuites, Vetagrande, Pinos y Sombrerete (Gámez Rodríguez, 2004), lo cual diversificó los minerales explotados.

En 1927, los beneficios que la entidad reportó la colocaron en el tercer lugar nacional en producción de minerales (oro, mercurio y zinc); destacó por sus altos rendimientos el municipio de Concepción del Oro. Además, con la intención de modernizar el proceso de industrialización, cobraron auge empresas productoras de capital extranjero tales como Fresnillo Company, la Compañía Minera Peñoles, la Mazapil Copper Company, The Bote Mining Company y la Sombrerete Mining Company. En cuanto a la presencia de pequeñas compañías poco desarrolladas, éstas se ocuparon de la extracción de yacimientos minerales de baja ley (Flores Olague *et al.*, 2011).

En 1956, con la aprobación de la Ley de Impuestos y Fomento a la Minería, el gobierno federal no pudo superar los problemas de este sector; además, en 1961 con la publicación de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia de Explotación y Aprovechamiento de Recursos Minerales, se estableció un mínimo de 51% de propiedad mexicana en proyectos mineros, afectando la dinámica de esta actividad.

En la actualidad, el escenario minero para el estado de Zacatecas pareciera que ha cambiado, pues en 2009 se anunció la existencia de dos depósitos mineros de clase mundial: Fresnillo y Peñasquito, lo que le ha

permitido ubicarse en la segunda posición a nivel nacional en producción minera, sólo por debajo de Sonora (Benita Maldonado *et al.*, 2012).

1. Consideraciones cognitivas de la asimilación económica

En México, el primer mapa elaborado con los procedimientos metodológicos de la asimilación económica del territorio apareció en 1992, en el Atlas Nacional de México, a la fecha, este tipo de cartografía forma parte de dos atlas estatales, nueve artículos científicos y 17 tesis de licenciatura y posgrado (García Castro, 2011). Algunos de los argumentos que justifican el uso de esta corriente teórica son los siguientes:

1. Es una vía teórica novedosa que permite comprender la interrelación existente entre el ser humano y el ambiente (Propín Frejomil y Sánchez Crispín, 1998; Juárez Gutiérrez, 1999; Juárez Gutiérrez, 2000; Hernández Vergara, 2007).
2. Los mapas resultantes son útiles para relacionarlos con cartografía que aborda otros temas, de tal manera que es más rico el análisis geográfico que se hace de un espacio determinado (Sánchez Crispín y Propín Frejomil, 1999; Mendoza Pérez, 2001; García Amaral, 2001; Propín Frejomil y Sánchez Crispín, 2001; Propín Frejomil *et al.*, 2005).
3. Existe interés para introducir la metodología en el análisis de las entidades federativas del país (Sánchez Crispín *et al.*, 1999; Torres Ruíz, 2006; Mollinedo Beltrán, 2008).
4. Esta vertiente del trabajo geográfico permite comprender la manifestación actual de situaciones socioeconómicas que, durante mucho tiempo, se han presentado en un territorio (Juárez Gutiérrez, 2000; García Castro y Sánchez Crispín, 2012).
5. La síntesis cartográfica de la asimilación económica puede constituir un medio para mejorar la situación en la que vive la población de los espacios examinados (Hermosillo Plascencia, 1998; García Castro, 2011; Aguilar Celis, 2013).

En relación con lo anterior, Juárez Gutiérrez (1999) sugiere que la asimilación económica obedece a la necesaria adopción de viejas teorías ante sucesos actuales, cambios conceptuales y metodológicos; a su vez, Domínguez Martínez (2009) asevera que en todos los trabajos se ha requerido la introducción de adaptaciones metodológicas. Sobre esto último, la primera modificación significativa se dio fuera del círculo de autores adscritos a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al respecto, Lara Juárez (2010) incluyó un indicador más e integró una nueva jerarquía para examinar el estado de San Luis Potosí; así, el procedimiento le permitió generar dos mapas, uno de asimilación y el otro de tipo ambiental, con ello estableció una asociación entre los dos. Por su parte, Castañeda Camacho (2014) tomó como base los pasos metodológicos de la asimilación para analizar la distribución espacial de la biodiversidad del territorio potosino. En tanto, Reyes *et al.* (2017) determinaron la asimilación de la actividad turística en el litoral del Pacífico Sur occidental mexicano.

En torno a estos trabajos, es importante mencionar que la asimilación se conforma por tres vertientes cognoscitivas: el nivel, el tipo y el grado. En relación con los postulados teóricos y procedimientos metodológicos del nivel (cuadro 1), las tesis de pregrado y posgrado los detallan de manera más clara, mientras que los artículos científicos sólo los refieren a grandes rasgos.

De hecho, este componente de la asimilación económica del territorio, por la novedad que ha entrañado la representación cartográfica de los indicadores seleccionados, ha polarizado el interés de quienes han utilizado esta vertiente de la investigación geográfica para revelar los contrastes socioeconómicos regionales dentro de los territorios examinados, pues facilita la identificación de relaciones demográficas y económicas que se dan entre los centros de mayor dinamismo.

En este contexto, derivado de un proyecto de investigación del Instituto de Geografía de la UNAM, titulado “Asimilación Económica del estado de Zacatecas” con clave DGAPA, IN303208, se elaboró una tesis que muestra cómo la polarización de la infraestructura productiva en los principales centros urbanos de la entidad ha generado contrastes socioeconómicos significativos entre la zona central y el resto del territorio zacatecano, que se caracteriza por una agricultura de bajos rendimientos y de enclaves mineros que por siglos constituyeron el eje rector de la economía (Domínguez Martínez, 2009).

En dicho trabajo se emplearon los cinco indicadores tradicionales: densidad de población, grado de urbanización, concentración de la producción agropecuaria, concentración de la producción industrial y densidad vial; por tal razón, espacialmente, no expresa la importancia que ha tenido la actividad minera en la conformación de la estructura territorial de esta entidad federativa. Es así como el objetivo de este trabajo consiste en proporcionar nuevas consideraciones metodológicas que representen la asimilación económica del estado de Zacatecas en función su individualidad geográfica que, por siglos, estuvo determinada por la extracción de sus yacimientos mineros.

Cuadro 1
Elementos cognoscitivos sobre el nivel de asimilación económica del territorio

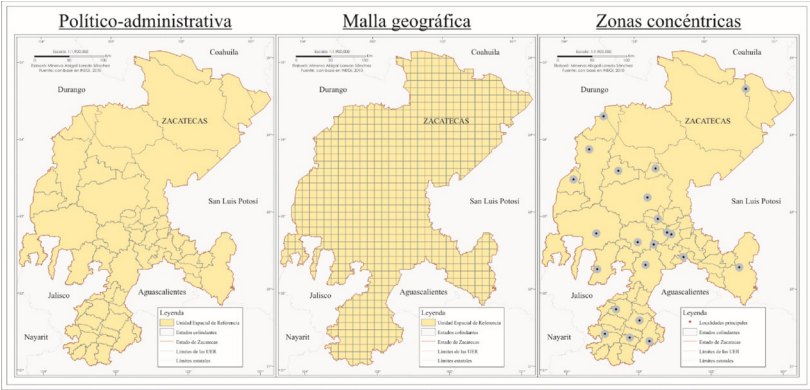
| | |
|-------------------------------------|--|
| <i>Concepto</i> | <p>Es la medición de las disparidades socio-espaciales a través de la información representativa de la interacción naturaleza, sociedad y economía, donde interviene el tratamiento metodológico de criterios seleccionados que refieren determinadas unidades espaciales. Es posible su obtención a través de una tipología de espacios geográficos que se distinguirá por el contenido esencial del método de tipificación, repetitividad territorial y jerarquía. Además, se relaciona con indicadores sociales y económicos, por lo que evidencia contrastes existentes entre los territorios.</p> |
| <i>Postulados teóricos</i> | <ul style="list-style-type: none">• La intensidad de las inversiones socioeconómicas se refleja en un determinado nivel de asimilación económica que posee el territorio.• Los territorios de altos niveles de asimilación económica se asocian con problemas ambientales de diversa magnitud y génesis. Sin embargo, sus relaciones socioeconómicas y políticas a diferentes escalas espaciales le otorgan gran dinamismo.• Los de bajo nivel se identifican con las zonas de pobreza extrema y problemas sociales subsecuentes.• Los territorios de nueva economía evidencian la competencia y complementariedad económica con los de mayores niveles.• Un determinado nivel de asimilación económica no debe ser confundido con patrones de utilización óptimos o degradantes del territorio; tiene que ver más con la intensidad de los recursos humanos y económicos del lugar.• Los niveles de asimilación económica de los territorios subdesarrollados tienden a ser muy susceptibles a los cambios originados por las decisiones del exterior. |
| <i>Procedimientos metodológicos</i> | <ul style="list-style-type: none">• Determinación de la unidad espacial de referencia.• Selección de variables y elaboración de indicadores socioeconómicos.• Aplicación de coeficiente de correlación de Pearson o Spearman.• Identificación de combinaciones.• Conformación de nubes tipológicas.• Determinación de niveles de asimilación económica.• Elaboración de mapas por indicador y el de niveles de asimilación. |

Fuente: elaboración propia con base en Propín Frejomil y Sánchez Crispín 1998; Juárez Gutiérrez, 1999; Mendoza Pérez, 2001 y García Castro, 2011.

2. Nueva propuesta metodológica

De los ocho procedimientos para obtener los niveles de asimilación económica (cuadro 1), el primero es crucial para establecer el tipo de información que debe buscarse y la configuración de los límites espaciales entre un nivel y otro. Existen tres posibilidades: la demarcación por unidades político administrativas preestablecidas (municipios, estados, países); la malla o cuadrícula geográfica que divide al territorio en una serie de polígonos (cuadrados o hexágonos) con superficies equivalentes y las zonas concéntricas en función de los sitios que se pretende estudiar (figura 1).

Figura 1
Unidades espaciales de referencia



Fuente: elaboración propia con base en Inegi, 2005.

En este trabajo se sugiere que, en el caso de la principal actividad económica de un espacio geográfico determinado, se debe emplear la cuadrícula geográfica por cuatro razones: las líneas coinciden con la red de meridianos y paralelos vigente en la cartografía mundial contemporánea; se minimiza el efecto espacial que ejercen las distintas extensiones territoriales y fronteras con contornos diversos de las entidades político-administrativas; se tiene una valoración de la población más acorde con la distribución de las localidades rurales y urbanas; existe una ubicación geográfica puntual de las unidades económicas examinadas.

Para el caso que así se examina se trazó la malla o cuadrícula geográfica con base en los meridianos 100° 44'-104° 19' de longitud oeste y los paralelos 25° 07'-21° 02' de latitud norte. En cuanto al número de divisiones se emplearon dos criterios: se obtuvieron cuadrantes (UER) cuya superficie no fuera mayor a la del municipio de menor extensión (Vetagrande: 145.7 km²) y se requirió que el límite mínimo de la extensión del

cuadrante, al considerar la densidad promedio, debería albergar una concentración de población mayor que el municipio con menos personas (Susticacán: 1360 hab.), fue así como se obtuvo un total de 824 UER con una superficie de 109.33 km² cada una, a excepción de las localizadas en los bordes de la entidad, cuya área es menor.

En cuanto al segundo paso metodológico, debe considerarse que si una variable “es todo aquello que se va a medir, controlar y estudiar en una investigación, es también un concepto clasificatorio, pues asume valores diferentes, los que pueden ser cuantitativos o cualitativos” (Núñez Flores, 2007:167) y un indicador es “un instrumento a partir de un conjunto de valores numéricos o de categorías ordinales o nominales que sintetiza aspectos de un fenómeno importante para propósitos analíticos” (Cecchini, 2005).

En la selección de variables, los trabajos sobre la asimilación económica han utilizado seis: una de connotación espacial, dos sobre aspectos demográficos, dos en torno a actividades económicas y una sobre infraestructura; con base en ellas se han elaborado cinco indicadores. Para la zona de estudio, el cuadro 2 presenta las que fueron elegidas para el análisis de la minería.

Cuadro 2
Variables e indicadores seleccionados

| <i>Tradicional</i> | <i>Para la actividad minera</i> |
|---|---|
| <i>Variables</i> | |
| Extensión territorial de las UER | Población de 14 años y más ocupada |
| Población total | en el sector secundario |
| Población que vive en localidades de más de 15 mil habitantes | Población de 14 años y más ocupada en la minería |
| Valor de la producción agropecuaria | Tipos de yacimientos mineros |
| Valor de la producción industrial | Valor de los minerales |
| Longitud de la red carretera y ferroviaria | Valor de la producción por mina |
| | Volumen de producción por mina |
| | Nivel de producción de cada mineral en la entidad |
| | Longitud de la red carretera |
| | Proximidad entre minas y vialidad más cercana |
| <i>Indicadores</i> | |
| Densidad de población | PEA ocupada en la minería |
| Grado de urbanización | Potencial de los recursos mineros |
| Concentración de la producción agropecuaria | Valor de la producción minera |
| Concentración de la producción industrial | Volumen de la producción minera |
| Densidad vial | Cobertura y proximidad entre vías de comunicación y las minas |

Fuente: elaboración propia con base en Propín Frejomil y Sánchez Crispín, 1998; Mendoza Pérez, 2001 y García Castro, 2011.

Para la elaboración de los cinco indicadores socioeconómicos, que permitieron revelar los niveles de asimilación de la actividad minera en el estado de Zacatecas, fue necesario establecer determinados criterios y consecuentemente plantear las fórmulas respectivas (cuadros 3-7).

Cuadro 3
Población económicamente activa ocupada en minería (PEAM)

| Fuentes información / procedimientos | |
|--|---|
| Censo de Población y Vivienda 2010, Censos Económicos 2004 y 2009, cartografía Servicio Geológico Mexicano. | |
| Se identificó a las localidades que existen dentro de cada UER. Del censo de población se buscó, para cada localidad, el total de población ocupada. A su vez, de los censos económicos se obtuvo el número de personas relacionadas con la minería. Por UER se determinó el número de unidades económicas de carácter minero, se seleccionaron aquellas con actividad minera y se les asignó, de manera proporcional, la población dedicada a actividades mineras (población ocupada en minería/número total de minas por municipio). | |
| Fórmulas / variables | |
| $PEAM = \frac{(POMMUN_i / \sum UEMMUN_i) * \sum UEMUER_i}{\sum POT * LOC} * 100$ | |
| UER _i | Unidad Espacial de Referencia _i |
| POMMUN _i | Población ocupada en minería del municipio _i |
| UEMMUN _i | Unidades económicas asociadas a la minería del municipio _i |
| UEMUER _i | Unidades económicas asociadas a la minería de la UER _i |
| POT*LOC | Población ocupada total por localidad |

Fuente: elaboración propia con base en Inegi 2004, 2009 y 2010; SGM, 2019.

Cuadro 4
Potencial de recursos minerales (PRM)

| Fuentes información / procedimientos | |
|--|--------------------------------|
| Cartografía del Servicio Geológico Mexicano e información del Panorama Minero de Zacatecas. | |
| Para cada UER se determinó el número de manifestación de minerales, el total de unidades económicas activas y en prospección por tipo de mineral. Según la posición a nivel nacional de esta entidad federativa en 2009, por su valor de producción, se jerarquizaron los tipos de minerales y se les multiplicó de acuerdo a las categorías siguientes: | |
| Alto | 1.5 - En uso |
| Medio | 1.3 - En prospección |
| Bajo | 1.2 - Manifestación de mineral |

Cuadro 4 (*continuación*)

| | |
|---|--------------------------------|
| En las UER donde hay minas o bancos de materiales, con diferentes minerales y esta- dos, los valores arrojados por el procedimiento anterior se sumaron, para obtener un puntaje final por UER. | |
| <i>Fórmulas / variables</i> | |
| $PRM = (YM_1 * J * NA) + (YM_2 * J * NA) + \dots (YM_n * J * NA)$ | |
| YM_n | Yacimiento minero _n |
| J | Jerarquía |
| NA | Nivel de aprovechamiento |

Fuente: elaboración propia con base en SGM, 2014 y 2019.

Cuadro 5
Valor de la producción minera (ValPM)

| | |
|--|--|
| <i>Fuentes información / procedimientos</i> | |
| Censo Económico 2009 y cartografía del Servicio Geológico Mexicano. | |
| Se obtuvo la producción bruta total de minería, por municipio. Para cada UER se determinó el número de unidades económicas activas. Después, a cada UER le fue asignada, de manera proporcional, la producción minera bruta total (valor generado en miles de pesos / entre el número total de minas por municipio). A las UER con unidades económicas activas, pero sin un valor de la producción, se les asignó el valor de la producción más baja de la entidad. | |
| <i>Fórmulas / variables</i> | |
| $ValPM = ((PBTM_{MUN_1} / UEM_{MUN_1}) * UEM_{UER,MUN_1}) + ((PBTM_{MUN_2} / UEM_{MUN_2}) * UEM_{UER,MUN_2}) + \dots ((PBTM_{MUN_n} / UEM_{MUN_n}) * UEM_{UER,MUN_n})$ | |
| UER_i | Unidad Espacial de Referencia _i |
| $PBTM_{MUN_n}$ | Producción bruta total (1000 de pesos) del municipio _n |
| UEM_{MUN_n} | Unidades económicas asociadas a la minería del municipio _n |
| UEM_{UERi} | Unidades económicas asociadas a la minería de la Unidad Espacial de Referencia _i |

Fuente: elaboración propia con base en Inegi, 2009 y SGM, 2019.

Cuadro 6
Rendimiento de la producción minera (RenPM)

| | |
|--|--|
| <i>Fuentes información / procedimientos</i> | |
| Panorama minero de Zacatecas, Anuario estadístico de Zacatecas y cartografía del Servicio Geológico Mexicano. | |
| Para cada UER se determinó el número de unidades económicas activas por tipo de mineral; además, se identificó a qué municipio correspondía cada una de ellas. A cada UER le fue asignada, bajo dos criterios y de manera proporcional, la producción en | |

Cuadro 6 (continuación)

toneladas por cada mineral: 1. Por municipio, su volumen en toneladas de producción por mineral fue dividido entre el número de minas activas de acuerdo al mismo tipo de yacimiento en aprovechamiento. 2. La cifra obtenida se multiplicó por el valor que se obtuvo por tonelada de cada mineral durante 2009. Con la finalidad de designar un puntaje final a cada UER, en primer lugar, se consideró que aquellas con más de dos minas dedicadas a la explotación de un mineral o de diferentes yacimientos se sumaría el rendimiento de cada unidad económica; en segundo lugar, en las UER comprendidas en dos o más municipios se realizó el procedimiento anterior por cada uno de ellos y posteriormente se sumaron sus puntajes respectivos.

| Fórmulas / variables | |
|---|--|
| $\text{RenPM} = ((\text{VolPM}_{Y_i, \text{MUN}_i} / \text{UEM}_{Y_i, \text{MUN}_i}) * \text{ValPM}_{Y_i}) + (\text{VolPM}_{Y_2, \text{MUN}_2} / \text{UEM}_{Y_2, \text{MUN}_2}) * \text{ValPM}_{Y_2} + \dots ((\text{VolPM}_{Y_n, \text{MUN}_n} / \text{UEM}_{Y_n, \text{MUN}_n}) * \text{ValPM}_{Y_n}) + \text{MUN}_2 + \dots \text{MUN}_n$ | |
| UER _i | Unidad Espacial de Referencia _i |
| VolPM | Volumen de la producción minera |
| Y _n | Yacimiento _n |
| MUN _n | Municipio _n |
| ValPM | Valor de la producción mineral |

Fuente: elaboración propia con base en Inegi, 2012; SGM, 2014 y 2019.

Cuadro 7

Accesibilidad a las zonas de actividad minera (AZAM)

| Fuentes información / procedimientos | |
|--|---|
| Cartografía de Inegi y del Servicio Geológico Mexicano. | |
| Para cada UER se estableció la longitud carretera en kilómetros por tipo de camino; además, se diferenció la red de carreteras con base en tres jerarquías cualitativas, se les multiplicó por el valor asignado y después se sumaron todos los valores. | |
| Alta | 1.3 - Terracería - Pavimentada con cuatro o más carriles |
| Media | 1.2 - Pavimentada con dos carriles |
| Baja | 1.1 - Pavimentada con un carril - Pavimentada con tres carriles |
| Al disponer de información para las 824 UER, estos valores fueron diferenciados en cinco niveles jerárquicos (de 1 a 5). Además, se determinó la distancia entre las diferentes unidades económicas y el camino más cercano; estos valores también fueron agrupados en cinco niveles jerárquicos (de 1 a 5). De forma adicional, como se determinó que la posición de una mina, bancos de material o plantas de beneficio con respecto al acceso más cercano influye de forma importante en términos de inversión, se le asignó un valor adicional, es decir, se le multiplicó por dos. Por último, para cada UER se sumaron los valores obtenidos en torno a la red carretera y por la cercanía de las unidades económicas con el camino más cercano; estos puntajes fueron diferenciados con base en cinco jerarquías. | |

Cuadro 7 (*continuación*)

| Fórmulas / variables | |
|---|--|
| $AZAM = [(((LTC_i * J) + (LTC^2_i * J) + (LTC_i * J^n) = NJ) * 1) + (((DUEC_1 + DUEC_2 + DUEC_n) = NJ) * 2)]$ | |
| UER_i | Unidad Espacial de Referencia _i |
| LTC_{UER_i} | Longitud por tipo de carretera en la Unidad Espacial de Referencia _i |
| $DUEC_{UER_i}$ | Distancia entre unidades económicas y caminos en la Unidad Espacial de Referencia _i |
| J | Jerarquía |
| NJ | Nivel jerárquico |

Fuente: elaboración propia con base en Inegi, 2019b, SGM, 2019.

Después de obtener los indicadores para cada una de las UER suele utilizarse un coeficiente de correlación. En los trabajos referidos se han empleado el de Pearson o de Spearman y los resultados se han tomado en cuenta para la integración de una UER dentro de un conglomerado de UER, según la relación existente entre los indicadores (cuadro 8).

Cuadro 8
Correlación entre indicadores (Spearman)

| | PEAM | PRM | VALPM | RENPM | AZAM |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| PEAM | 1 | 0.647 | 0.856 | 0.847 | 0.303 |
| PRM | | 1 | 0.713 | 0.718 | 0.284 |
| VALPM | | | 1 | 0.970 | 0.318 |
| RENPM | | | | 1 | 0.306 |
| AZAM | | | | | 1 |

Fuente: elaboración propia con base en Mendoza Pérez, 2001 y Lara Juárez, 2010.

En este trabajo se consideró que el coeficiente de Spearman debía aprovecharse para determinar el orden en que deben colocarse los indicadores, pues éste es fundamental al asignar el orden de los niveles. Al respecto, el cuadro 8 muestra que el rendimiento de la producción detenta tres de los seis valores más altos; por su parte, la población ocupada en la minería presenta altos niveles de correlación con el mismo número de indicadores, aunque en menor intensidad; ahora bien, el valor de la producción está asociado de forma significativa a dos indicadores; lo que deja en cuarto lugar al potencial de recursos mineros y, por último, a la accesibilidad. A partir de lo anterior se determinó el orden de los indicadores

Cuadro 9
Clasificación de las series de datos o indicadores asociados con la minería

| <i>Categorías jerárquicas</i> | <i>Indicadores</i> | | | | |
|------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| | <i>RemPM (A)</i> | <i>PEAM (B)</i> | <i>ValPM (C)</i> | <i>PRM (D)</i> | <i>AZAM (E)</i> |
| <i>Ponderaciones cuantitativas</i> | | | | | |
| 0 | cero | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | muy bajo | 9 - 111.29 | 4.42 - 50.10 | 1.5 - 4.5 | 2 - 2000 |
| 2 | bajo | 111.29 - 1376.17 | 50.10 - 566.89 | 4.5 - 12.5 | 2000 - 20,000 |
| 3 | medio | 1376.17 - 17,017.25 | 566.89 - 6413.86 | 12.5 - 36 | 20,000 - 50,000 |
| 4 | alto | 17,017.25 - 210,428.72 | 6413.86 - 72,566.91 | 36 - 82 | 50,000 - 100,000 |
| 5 | muy alto | 210,428.72 - 2,602,080 | 72,566.91 - 821,026.98 | 82 - 306.5 | 100,000 - 167,720,464 |

Fuente: elaboración propia con base en Inegi, 2004, 2009, 2010, 2012 y 2019b; SGM, 2014 y 2019.

que debía considerarse para la siguiente etapa metodológica: la determinación de combinaciones; para ello, se atendió lo siguiente:

- Diferenciación de los datos en cinco categorías jerárquicas: muy bajo (1), bajo (2), medio (3), alto (4) y muy alto (5); para este trabajo se introdujo la categoría: nulo o cero (0). Esto se hizo porque un espacio sin presencia de un proceso socioeconómico determinado no puede considerarse de jerarquía 1, pues ésta refiere que, aunque mínimo, existe evidencia del mismo (Castañeda Camacho, 2014 y Lara Juárez, 2010).
- Determinación de rangos de niveles jerárquicos: para tal fin se tomó en cuenta que “el agrupamiento de los datos requiere del método que exprese mejor la distribución en el territorio de los hechos y fenómenos geográficos” (Gómez Escobar, 2004: 96-97). En este trabajo, se emplearon los métodos de obtención de clases por progresión aritmética y por progresión geométrica o, en su caso, se tomaron como referentes para delimitar los rangos que se consideraron más pertinentes (cuadro 9).

A partir de los rangos de cada nivel jerárquico, los valores de cada UER por indicador (cuadro 10), fueron reemplazados por la jerarquía correspondiente y después agrupados para determinar todas las combinaciones posibles (cuadro 11). De las 824 UER se obtuvieron 201 combinaciones, cifra alta según las experiencias investigativas referidas. En este caso, el número aumentó por la introducción de la jerarquía nulo o cero (0), pues ésta aportó 53. Así, con base en las combinaciones y el número de UER que las integran (cuadro 12), se procedió a la conformación de las nubes tipológicas.

Cuadro 10
Indicadores socioeconómicos

| <i>UER</i> | <i>Indicadores</i> | | | | |
|------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| | <i>RenPM</i> (A) | <i>PEAM</i> (B) | <i>ValPM</i> (C) | <i>PRM</i> (D) | <i>AZAM</i> (E) |
| 9 | 9 | 0.27 | 62 | 6 | 142,209.53 |
| 147 | 12,642 | 0.84 | 3248.67 | 15.3 | 10 |
| 370 | 177,230 | 33.73 | 284,557.29 | 9 | 60,175.73 |
| 411 | 221,529 | 47.16 | 284,557.29 | 53 | 59,367.25 |
| 659 | 750,601 | 1.26 | 396.52 | 12.3 | 70,605.37 |
| 819 | 0 | 0 | 0 | 4.8 | 16,198.34 |

Fuente: elaboración propia con base en Inegi, 2004, 2009, 2010, 2012 y 2019b; SGM, 2014 y 2019.

Cuadro 11
Generación de combinaciones

| UER | Indicadores | | | | | Combinaciones |
|-----|--------------|-------------|--------------|------------|-------------|---------------|
| | RenPM (A) | PEAM (B) | ValPM (C) | PRM (D) | AZAM (E) | ABCDE |
| 9 | 1 | 2 | 2 | 2 | 5 | 12225 |
| 147 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 32331 |
| 370 | 4 | 4 | 5 | 2 | 4 | 44524 |
| 411 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 54544 |
| 659 | 5 | 3 | 2 | 2 | 4 | 53224 |
| 819 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 00022 |

Fuente: elaboración propia con base en Mendoza Pérez, 2001 y Lara Juárez, 2010.

Cuadro 12
Ejemplos de frecuencia por combinaciones

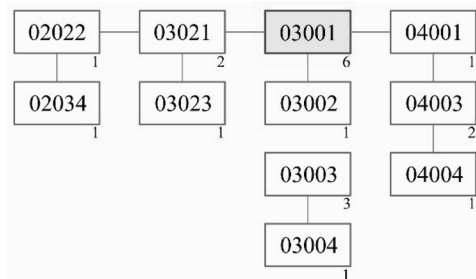
| 0 | Fr | 1 | Fr | 2 | Fr | 3 | Fr | 4 | Fr | 5 | Fr |
|-------|-----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
| 00000 | 237 | 12213 | 1 | 21114 | 1 | 31114 | 1 | 41114 | 1 | 51125 | 1 |
| 00001 | 5 | 12225 | 1 | 22214 | 1 | 31121 | 1 | 41124 | 5 | 51141 | 1 |
| 00002 | 26 | | | 22324 | 1 | 31123 | 4 | 41132 | 1 | 51353 | 1 |
| 00003 | 112 | | | 23114 | 1 | 31133 | 2 | 41133 | 1 | 52121 | 1 |
| 00004 | 74 | | | 23213 | 1 | 31323 | 1 | 41134 | 1 | 52123 | 1 |
| 00005 | 16 | | | 23221 | 1 | 32123 | 1 | 41143 | 1 | 52124 | 2 |
| 00010 | 6 | | | 23223 | 1 | 32133 | 2 | 41144 | 2 | 52131 | 1 |

Fuente: elaboración propia con base en Mendoza Pérez, 2001 y Lara Juárez, 2010.

En los trabajos de asimilación, una nube tipológica se asume como una amalgama de tipos. Esta interpretación se ha hecho a partir de Propín Frejomil y Thürner (1986:12), quienes consideraron que es “un conjunto de objetos necesarios con similares cualidades básicas; esto último entendido como la totalidad de cualidades (indicadores) parciales similares de los objetos y necesarios porque se presentan con una frecuencia mayor que la esperada”.

En la conformación de una nube tipológica (figura 2) se han utilizado tres criterios: el primero consiste en establecer los centros de nubes y para ello se identifican las combinaciones con las mayores frecuencias; después, en torno a estos núcleos, se van incorporando combinaciones similares; por último, cuando una combinación se diferencia en más de dos valores

Figura 2
Conformación de nube tipológica



Fuente: elaboración propia con base en Mendoza Pérez, 2001; Lara Juárez, 2010 y Castañeda Camacho, 2014.

en uno de sus indicadores, se le separa para integrarla a otro núcleo con el que guarde mayor similitud. De forma adicional, se ha considerado que, salvo excepciones, no es conveniente que una combinación constituya por sí misma a una nube tipológica.

En esta investigación, para la identificación de las combinaciones, cuyos comportamientos presentan mayores similitudes, se consideró pertinente retomar los coeficientes de correlación de Spearman obtenidos a partir de los procedimientos siguientes:

- Multiplicar el coeficiente de Spearman de un indicador con respecto a los demás, para que cada uno detente un puntaje total.
- El valor que adquiere cada indicador debe multiplicarse por la jerarquía que le fue asignada en cada UER.
- Con lo anterior, los cinco valores deben sumarse en cada UER para obtener un puntaje global.
- Los nuevos valores de las UER que integran la zona de estudio pueden diferenciarse en grupos (entre 10 y 15) con base en algún método de obtención de clases. En este trabajo se utilizó la progresión geométrica.

Una vez que se tienen estas agrupaciones se procede a identificar los centros de nube, que bien pueden ser las combinaciones más frecuentes o aquellos en torno a los que otras parecieran asociarse, con la particularidad de que puede haber diferencia de dos valores en un indicador o de uno hasta en dos indicadores (figura 2). Una vez que se tienen todas las nubes tipológicas, se les caracteriza y se les designa un nivel de asimilación económica. Para el estado de Zacatecas, la dinámica espacial de la minería

permitió identificar 17 nubes tipológicas o, en otras palabras, 17 niveles de asimilación económica de su territorio.

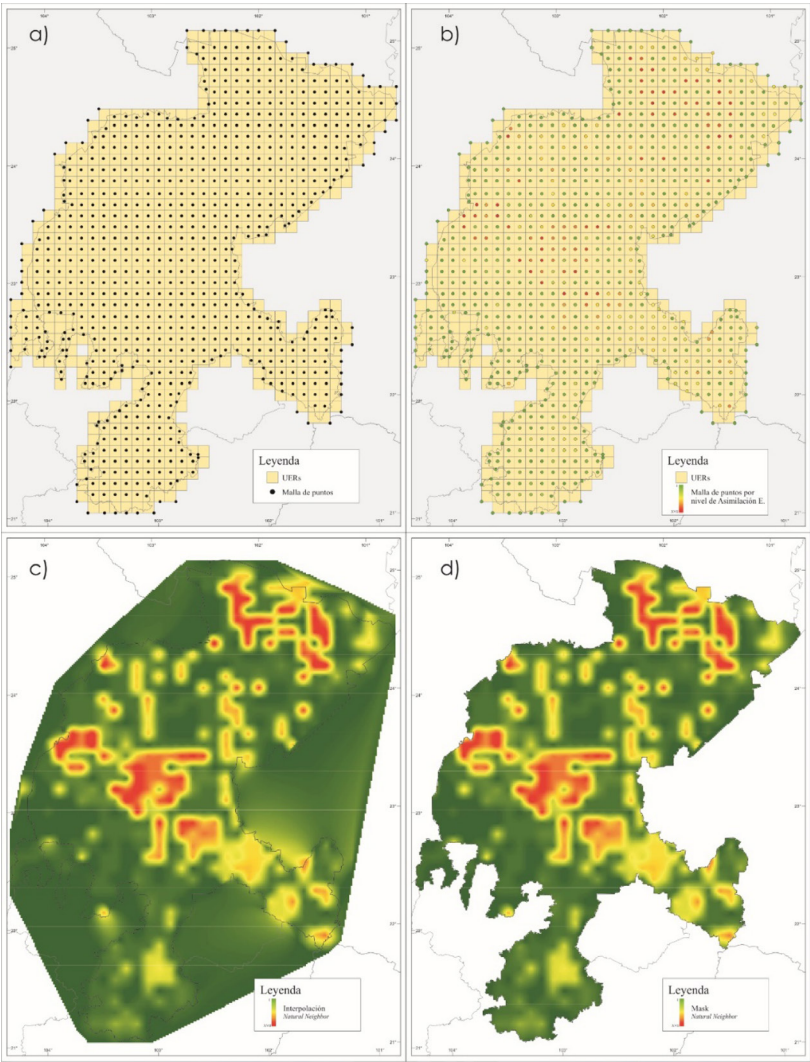
Para la representación cartográfica de la información se ha procedido de dos formas. En primer lugar, con base en una graduación de tonalidades de tipo cuantitativa, que asemeja los cambios altitudinales del relieve, cada UER evidencia su respectivo nivel de asimilación. Por otra parte, con el apoyo de un mapa topográfico y de papel milimétrico se realizan interpolaciones entre los niveles de asimilación económica de cada UER para trazar las falsas isolíneas o pseudolíneas que delimitan territorios a manera de un mapa hipsométrico. Este tipo de procedimientos, utilizado generalmente en los primeros trabajos, ha sido abandonado debido al empleo de los Sistemas de Información Geográfica; al respecto, en este trabajo se aplicaron cinco pasos:

1. Con la herramienta *Repeating Shapes*, del programa ArcMap, se creó una red de 824 puntos que coincidieron con el centro de cada cuadrante de la malla geográfica utilizada como UER, a excepción de los encontrados en el borde del estado de Zacatecas, los cuales fueron colocados en el extremo más lejano de cada cuadrante¹ (figura 3a).
2. A cada punto le fue asignado el nivel de asimilación económica del cuadrante sobre el cual se colocó (figura 3b).
3. Posteriormente, se realizó la interpolación de dichos puntos, por lo que se utilizaron los métodos *Kriging*, *IDW*, *Natural Neighbor* y *Spline*. De éstos, el *Natural Neighbor*² mostró un resultado más apropiado para esta investigación, ya que la asociación que realizó en el territorio zacatecano fue más puntual y señaló específicamente espacios con mayor concentración de actividades mineras, así como los que tenían poca o nula existencia de esta rama económica, tal como se muestra en la figura 3c.
4. Sin embargo, al unir puntos con valores iguales mediante la interpolación, no se consideró la delimitación político-administrativa de la entidad, por lo que se tuvo que utilizar la herramienta *Extract by mask* para realizar la demarcación del área de estudio (figura 3d).
5. Finalmente, sobre el *raster* que resultó del procedimiento anterior, se especificaron las isolíneas correspondientes de cada nivel de asimilación mediante la herramienta *Contour*.

¹ Con el fin de que la interpolación cubriera la totalidad del territorio de Zacatecas, estos puntos se ubicaron fuera de la entidad.

² Encargado de encontrar el subconjunto más cercano de muestras de entrada a un punto de consulta (Sibson, 1981 en la ayuda de ArcGIS)

Figura 3
Procedimientos para elaboración de mapa final



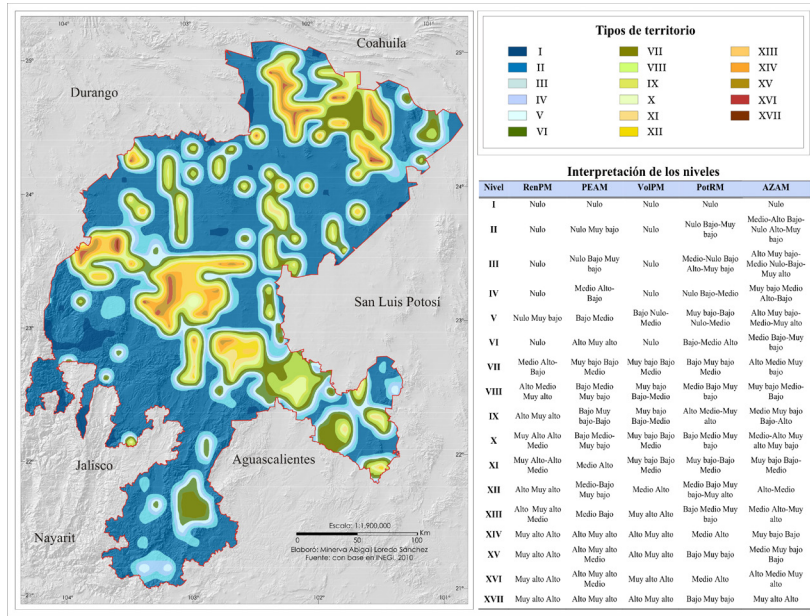
Fuente: elaboración propia con base en Inegi, 2005

3. Resultados

De este modo, se generó el mapa de niveles de asimilación económica de la actividad minera para el estado de Zacatecas (figura 4) el cual, en esencia, es un mapa corocromático que evidencia las diferencias y similitudes entre los diferentes espacios que conforman la entidad, de acuerdo a la transición de tonalidades frías a cálidas, según la teoría del color. Los 17 niveles de asimilación del territorio que se revelaron evidencian distintos patrones productivos de la actividad minera en esta entidad federativa, que, a grandes rasgos, presentan las peculiaridades siguientes.

El nivel I cubre 22.69% del estado y se extiende principalmente al suroeste, en el municipio de Valparaíso; al norte, en los límites del vasto territorio de Mazapil y al centro, en Río Grande. Corresponde a áreas con una fisiografía accidentada, con algún tipo de vegetación de bosque de pino, encino, selva baja caducifolia o matorral subtropical. Varios de estos espacios son parte de áreas naturales protegidas. En cuanto a la minería, según el Innegi y el SGM, no hay yacimientos minerales que sean atractivos para las concesionarias mineras.

Figura 4
Niveles de asimilación de la actividad minera
en el estado de Zacatecas



Fuente: elaboración propia con base en cuadro 9 y figuras 2 y 3.

En tanto, el nivel II abarca 37.14% del territorio zacatecano. Es propio de espacios disímiles; por ejemplo, al centro y noreste se encuentra sobre superficies principalmente planas, dónde hay presencia de vegetación halófila, matorral desértico micrófilo y rosetófilo; mientras que al oeste y sur el relieve es montañoso con bosque de encino, de pino, selva baja caducifolia, matorral subtropical o pastizal natural. Por otra parte, si bien predominan los asentamientos rurales, destacan los centros urbanos Víctor Rosales, Loreto, Nochistlán de Mejía, Tlaltenango de Sánchez Román, Juan Aldama y Villanueva; pueden encontrarse minas en prospección, principalmente de arena y grava; en estos espacios se ha registrado a personas que laboran en esta actividad económica.

Nivel III, representa 7.08% de la superficie estatal, correspondiente a los municipios de Sombrerete, Fresnillo, Jerez, Concepción del Oro, Nochistlán de Mejía y Pinos. Los que se ubican al norte y al este, cuentan con vegetación de climas secos y semisecos, en particular sobre planicies o pequeñas serranías; en tanto, al oeste y al sur destacan sierras con mayor altitud y ambientes semisecos y cálidos, por lo que la vegetación puede variar de selva baja caducifolia a bosque de pino y encino. Predominan los asentamientos de población rurales, donde el potencial de la actividad minera se incrementa al existir yacimientos de fierro, plomo, zinc, plata y oro; además y por contar con una red de caminos que comunica a estos territorios con otros de mayor dinámica demográfica y económica.

Nivel IV, caracteriza 2.56% de la superficie de la entidad, se encuentra dentro de los municipios de Sombrerete, Sain Alto, Mezquital del Oro, Teúl de González Ortega, Tepechitlán, Nochistlán de Mejía y Ato-linga. Es propio de serranías y pie de monte, de tal manera que suele haber algún tipo de cubierta vegetal de selva baja caducifolia, bosque de encino, bosque bajo, matorral subtropical y matorral crasicaule. En estos lugares se han registrado minas de prospección, con yacimientos de arena y grava: además, también hay personas dedicadas a esta actividad económica, con la salvedad de que suelen trabajar en territorios cercanos que detentan un potencial minero más alto.

El nivel V se halla en los municipios de Fresnillo y Mazapil; por ende, sólo representa 0.69% del territorio zacatecano. Corresponde a espacios donde crece bosque de pino y matorral desértico micrófilo y rosetófilo. Por otra parte, existen yacimientos de barita, zinc y oro que aún no son aprovechados; sin embargo, cuenta con un capital humano especializado en la minería, pues los habitantes de estos municipios trabajan en esta actividad en lugares cercanos.

Al igual que el caso anterior, el nivel VI se extiende por áreas reducidas que constituyen 0.81% del estado; se encuentra en los municipios de Sombrerete, Fresnillo, Pinos, Apozol, Mezquital del Oro y Moyahua de Estrada.

Este nivel cobra relevancia porque caracteriza a espacios con una minería activa, toda vez que la población extrae minerales no metálicos.

El nivel VII se distribuye sobre el 3.29% de la superficie estatal, en dos áreas: a) al oriente, en Villa García, Loreto, Villa Hidalgo, Cuauhtémoc, Genaro Codina y Ojocaliente, en particular sobre pequeñas serranías con vegetación como bosque de táscate, matorral sarcocaul y crasicaul; b) Jalpa, Tepechitlán, Huanusco y Tabasco, donde predomina el matorral subtropical y bosque de encino. En este caso, la actividad minera se enfoca en el aprovechamiento de bancos de material de arena y grava, fluorita y yeso principalmente. Los volúmenes de extracción se elevan a rangos medios, aunque los ingresos obtenidos se mantienen dentro de rangos muy bajos o bajos.

El nivel VIII representa la transición de los territorios de baja a media asimilación. Abarca 2.53% de la superficie estatal, de forma más evidente hacia el norte y este, en los municipios de Melchor Ocampo, Concepción del Oro, El Salvador, Guadalupe y Ojocaliente. Puede encontrarse en planicies o en serranías donde predominan cubiertas vegetales de bosque bajo abierto, matorral subtropical, matorral sarcocaul, matorral desértico micrófilo y rosetófilo. Los minerales que suelen aprovecharse en estos lugares son estaño, manganeso, fluorita, sal, bentonita, arena y grava, entre otros; que proporcionan ingresos bajos.

En el caso del nivel IX, cubre 2.03% de la entidad, dentro de los municipios de Concepción del Oro y El Salvador, al norte; Río Grande y Jiménez del Teúl, al poniente; y Guadalupe, Ojocaliente, General Pánfilo Natera y Villa González Ortega, al oriente. En estos espacios hay varias localidades rurales donde la economía agropecuaria se complementa con un incipiente aprovechamiento minero que puede intensificarse al contar con yacimientos de plata, oro, zinc y plomo, entre otros.

El nivel X se extiende por 3.78% del territorio zacatecano, de forma importante al centro, este y norte de la entidad, en específico en los municipios de Melchor Ocampo, General Francisco R. Murguía, Río Grande, Villa de Cos, Morelos, Pánuco, Zacatecas, Ojocaliente y Luis Moya. Al igual que en los espacios geográficos anteriores, predominan asociaciones vegetales propias de climas áridos y semiáridos, donde la agricultura de temporal se complementa con la de riego que, junto con la ganadería, representan los ejes principales de la economía. En el caso de la minería, los volúmenes de extracción son altos, aunque los beneficios económicos obtenidos siguen siendo bajos.

Como zona de transición, el nivel XI, abarca 2.32% de la superficie estatal. Se caracteriza por contar con asentamientos de población que no superan los 500 habitantes y por ambientes en los que predomina vegetación de zonas áridas y semiáridas. Estos espacios se hallan en los municipios Juan

Aldama, General Francisco R. Murguía, Villa de Cos, Monte Escobedo, Pinos y Genaro Codina. En ellos existen diversas minas activas de manganeso, estaño, antimonio, oro, mercurio y plata, entre otros minerales, de las que se extraen elevados volúmenes de producción, aunque los ingresos obtenidos permanecen dentro de los rangos más bajos de la entidad.

Al igual que en los casos anteriores, el nivel XII se puede encontrar en las diferentes regiones del estado de Zacatecas; ocupa una superficie equivalente a 1.93% de la entidad. Se sitúa en porciones de los municipios de Jerez, Pinos, Vetagrande, Villa Hidalgo, Sombrerete, Zacatecas y Guadalupe y, si bien son pocos los niveles en donde existan centros urbanos, en este caso cobran relevancia por la dinámica económica regional las localidades de Guadalupe, con 124,623 habitantes; Jerez de García Salinas, con 43,064 y Sombrerete, con 21,702. En cuanto a la actividad minera, se extraen importantes volúmenes de oro, plata, arena y grava; consecuentemente, son significativos los ingresos obtenidos por su comercialización.

El nivel XIII cubre 2.16% del territorio estatal y se restringe a espacios de los municipios de Fresnillo, Zacatecas y Miguel Auza; además de los ambientes áridos y semiáridos, en estos espacios las actividades agrícola y ganadera son parte del paisaje. La minería cobra relevancia pues es una alternativa laboral, a través de ella se obtienen ingresos elevados por el aprovechamiento de la plata. Al respecto, cabe destacar el papel que desempeña la Minera Fresnillo, S.A. de C.V., de igual forma, la Planta Cozamin, situada en el municipio de Morelos, extrae cobre, plata y plomo.

Nivel XIV representa a 1.39% del territorio zacatecano y aunque no es el de mayor asimilación, caracteriza a los sitios mineros más productivos de los municipios de Mazapil, Zacatecas, Fresnillo, Sombrerete y Chalchihuites. En ellos, hay minas activas de oro, plata, cobre, mercurio y caolín. Desde un punto de vista laboral, en la región destaca la mina La Colorada en el municipio de Chalchihuites.

El nivel XV se sitúa en pequeños espacios de los municipios de Mazapil, Sombrerete y Fresnillo, representa 2.65% de la superficie estatal. Aunque en estos lugares predomina el entorno rural, importantes contingentes de la población ocupada se dedica a la extracción de plata, oro y plomo, obteniéndose altos rendimientos de la producción.

Nivel XVI cubre un área equivalente a 2.35% del estado de Zacatecas; corresponde a espacios rurales de los municipios de Mazapil, Fresnillo, Sombrerete y Chalchihuites. Sin ser el nivel más alto es fundamental porque bordea a los enclaves mineros de mayor productividad en la entidad. En este caso, deben resaltarse los grandes volúmenes de extracción que llevan a cabo diversas empresas como Peñasquito y Unidad Minera Toyahua, en Mazapil; la Unidad Sabinas, en Sombrerete y la Mina del Toro, en Chalchihuites, todo apoyado con una red carretera consolidada.

Por último, el nivel XVII integra a los sitios mineros con mayor productividad en el estado. Se sitúan al norte y oeste de la entidad, en los municipios de Mazapil, Sombrerete, Chalchihuites, Miguel Auza y Fresnillo. Los yacimientos minerales que predominan en estos espacios son de plata, oro, barita y mercurio, de los que se obtienen elevados volúmenes y valores de producción. Esta actividad ha atraído a empresas que representan importantes fuentes de empleos en las regiones en las que se emplazan, tal es el caso de la compañía minera San Pedro Resources, en Miguel Auza.

Conclusiones

La expresión cartográfica de los niveles de asimilación de la minería del estado de Zacatecas revela, desde una perspectiva regional, la dinámica de esta actividad, cuyos orígenes datan más allá del periodo colonial en México; cada nivel muestra por qué la extracción de los minerales se ha constituido como uno de los principales ejes de la economía de este estado; además, proporcionan información sobre sitios donde las singularidades geológicas pueden aprovecharse en mayor grado.

Aunque este trabajo no empleó en su totalidad el esquema metodológico tradicional que sustenta la investigación de Domínguez Martínez (2009), los resultados no se contradicen, más bien presentan dos tipos de complementariedad:

- Los altos niveles de asimilación económica determinados por Domínguez Martínez (2009), en particular en la zona central del estado, obedecen a elevadas concentraciones de población y a la actividad industrial que en esos territorios prevalece; los orígenes de sus principales centros urbanos se asocian con la minería, que después de siglos de practicarse, sigue siendo un pilar importante de la economía municipal.
- Por otra parte, la mayoría de los espacios que obtuvieron los niveles más altos se relacionan con lugares donde se explotan grandes volúmenes de minerales metálicos como oro, plata, cobre, plomo y zinc. Cabe resaltar que estos sitios no necesariamente corresponden a zonas con altos niveles de densidad poblacional y de grado de urbanización, ya que generalmente se asocian a centros poblacionales pequeños que incluso pueden emplazarse en zonas de difícil accesibilidad. En consecuencia, no hay una correspondencia con los postulados teóricos primero y segundo, ya que las

inversiones de capital para la industria minera obedecen principalmente a la existencia de yacimientos mineros, los cuales se pueden presentar en territorios lejanos de los principales centros demográficos y económicos.

- En tanto, los territorios de baja asimilación económica que, según Domínguez (2009), preponderan al norte y sur de la entidad, en realidad presentan distintas dinámicas productivas y demográficas en la medida en que la población del medio rural, ocupada en su mayoría en las actividades agropecuarias –debido a las condiciones físico geográfico imperantes– ha diversificado su economía a través de otras actividades; en este caso, la minería que en algunos sitios representa el eje orquestador del desarrollo regional.

Por otra parte, los ajustes que este trabajo propone en cada etapa del proceso metodológico, que desde hace casi cincuenta años fueron formulados para determinar los niveles de asimilación económica, representan la primera propuesta formal y puntual para dar un giro al tipo de resultados que proporciona la teoría de la asimilación económica del territorio. Cabe mencionar que varios autores, al utilizarla, han referido que es una vía teórico-metodológica que puede aprovecharse en mayor grado por su flexibilidad para el análisis espacial.

Además, con la introducción de la categoría 0 o nulo fue posible identificar los espacios geográficos en donde los yacimientos minerales no representan áreas de interés desde un punto de vista extractivo; información que puede utilizarse para revisar el trazado de los límites de áreas naturales prioritarias para su protección. Por otra parte, los niveles más bajos de asimilación del territorio zacatecano, junto con los resultados obtenidos por Lara Juárez (2010) y Castañeda Camacho (2014) para el estado de San Luis Potosí, permiten entrever que los postulados teóricos pueden enriquecerse en la medida de considerar que un lugar, con un nivel bajo de asimilación, no sólo evidencia un incipiente proceso de poblamiento o de inversión en materia económica, sino que puede asociarse con presencia de diversidad biológica que puede ponderarse para crear estrategias que procuren su protección, conservación o preservación.

Fuentes consultadas

Aguilar Celis, Roberto (2013), “Niveles de asimilación económica del territorio en Baja California Sur”, tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/ptd2013/abril/0691876/Index.html>>, 7 de junio de 2019.

- Bakewell, Peter (1991), “La periodización de la producción minera en el norte de la Nueva España durante la época colonial”, *Estudios de Historia Novohispana*, 10 (10), Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 31-43, <<http://www.revistas.unam.mx/index.php/ehn/article/view/3327/2882>>, 28 de noviembre de 2019.
- Benita Maldonado, Francisco; Gaytán Alfaro, Edgar y Rodallegas Portillo, Mayra (2012), “Un estudio no paramétrico de eficiencia para la minería de Zacatecas, México”, *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, núm. 14, Sevilla, Universidad Pablo de Olavide, pp. 54-75, <<https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/377/revmetcuant14-estudio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>, 28 de noviembre de 2019.
- Castañeda Camacho, Xochizeltzin (2014), “Distribución espacial de la biodiversidad en el estado de San Luis Potosí, México”, *Journal of Latin American Geography*, 13 (2), Austin, University of Texas Press, pp. 11-39.
- Cecchini, Simone (2005), “Indicadores sociales en América Latina y el Caribe”, *Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos*, núm. 34, Santiago de Chile, Cepal-Naciones Unidas, <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4735/S05707_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 7 de junio de 2019.
- Coll-Hurtado, Atlántida; Sánchez Salazar, María Teresa y Casado Izquierdo, José María (2007), “Minería, procesos y contaminación, 2004”, *Nuevo Atlas Nacional de México*, Ciudad de México, UNAM/ Instituto de Geografía, <http://www.igeograf.unam.mx/Geodig/nvo_atlas/4_economia/7_mineria/E_VII_7.jpg>, 28 de noviembre de 2019.
- Domínguez Martínez, David Mauricio (2009), “Niveles de asimilación económica del estado de Zacatecas”, tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/ptd2009/junio/0644650/Index.html>>, 7 de junio de 2019.
- Flores Olague, Jesús; Kuntz Ficker, Sandra; Vega, Mercedes y Alizal, Laura (2011), *Zacatecas. Historia breve*, Ciudad de México, El Colegio de México-Fondo de Cultura Económica.

- Gámez Rodríguez, Moisés (2004), “Propiedad y empresa minera en La Mesa centro-norte de México, Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas, 1880-1910”, tesis de doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, <<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4050/mgr1de2.pdf?sequence=1>>, 18 de noviembre de 2019.
- García Amaral, María Luisa (2001), “Niveles de asimilación económica y estructura urbana de Chihuahua”, tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/pd2001/292818/Index.html>>, 7 de junio de 2019.
- García Castro, Neftalí (2011), “Los grados de asimilación económica del estado de Guerrero a fines del siglo XX”, tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/ptd2012/marzo/0678290/Index.html>>, 7 de junio de 2019.
- García Castro, Neftalí y Sánchez Crispín, Álvaro (2012), “Cambios territoriales en las orientaciones sectoriales de Guerrero, 1970-2000”, *Investigaciones geográficas*, núm. 77, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 107-123, <<http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/31022/28733>>, 7 de junio de 2019.
- Gómez Escobar, María del Consuelo (2004), *Métodos y técnicas de la cartografía*, Ciudad de México, UNAM/Instituto de Geografía.
- Hermosillo Plascencia, María de Lourdes (1998), “Niveles de asimilación económica del estado de Guanajuato”, tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/pdbis/264949/Index.html>>, 7 de junio de 2019.
- Hernández Vergara, Ricardo (2007), “Niveles de asimilación económica del Estado de México”, tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/pd2008/0626058/Index.html>>, 7 de junio de 2019.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2019a), “Actividades económicas”, Aguascalientes, Inegi <<http://cuentame.inegi>.

org.mx/monografias/informacion/zac/economia/default.aspx?tema=me&c=32>, 10 de diciembre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2019b), “Mapas”, Aguascalientes, Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/datos/?t=0150>>, 29 de noviembre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2012), *Anuario estadístico del estado de Zacatecas*, Aguascalientes, Inegi.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2010), *XIII Censo general de Población y Vivienda 2010*, Aguascalientes, Inegi.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2009), *Censos económicos 2009*, Aguascalientes, Inegi.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2005), *Marco Geoestadístico Municipal*, Aguascalientes, Inegi. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/M_Geoestadistico.aspx>, 17 de marzo de 2011.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2004), *Censos económicos 2004*, Aguascalientes, Inegi.

Juárez Gutiérrez, María del Carmen (2000), “Los niveles de asimilación económica de la región costera de México”, *Investigaciones geográficas*, núm. 43, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 167-182, <<http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/59130/52117>>, 7 de junio de 2019.

Juárez Gutiérrez, María del Carmen (1999), “La asimilación económica del territorio costero de México”, tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, <<http://132.248.9.195/pd1999/271727/Index.html>>, 7 de junio de 2019.

Lara Juárez, Priscila (2010), “Valoración ambiental del estado de San Luis Potosí a través de sus niveles de asimilación económica”, tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.

- Macías, Carlos (1988), “La minería en Fresnillo durante el gobierno de Francisco García Salinas”, *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, 9 (34), Zamora de Hidalgo, El Colegio de Michoacán, A. C., pp. 31-53, <<http://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/034/CarlosMacias.pdf>>, 18 de noviembre de 2019.
- Mendoza Pérez, Silvia (2001), “Niveles de asimilación económica del estado de Oaxaca”, tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/pd2001/296677/Index.html>>, 7 de junio de 2019.
- Mollinedo Beltrán, Gerardo (2008), “Niveles de asimilación económica de Tamaulipas”, tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/ptd2008/julio/0629672/Index.html>>, 7 de junio de 2019.
- Núñez Flores, María Isabel (2007), “Las variables: estructura y función en la hipótesis”, *Investigación Educativa*, 11 (20), Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, pp. 163-179, <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/inv_educativa/2007_n20/a12v11n20.pdf>, 7 de junio de 2019.
- Propín Frejomil, Enrique y Sánchez Crispín, Álvaro (2001), “Cambios en la orientación funcional de las ciudades medias del trópico mexicano”, *Cuadernos Geográficos*, vol. 31, Granada, Universidad de Granada, pp. 69-85, <<http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/1943/2120>>, 7 de junio de 2019.
- Propín Frejomil, Enrique y Sánchez Crispín, Álvaro (1998), “Niveles de asimilación económica del estado de Guerrero”, *Investigaciones geográficas*, núm. 37, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 59-70, <<http://www.investigaciones-geograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/59069/52056>>, 7 de junio de 2019.
- Propín Frejomil, Enrique; Sánchez Crispín, Álvaro y Casado Izquierdo, José María (2005), “Las diferencias territoriales en la economía del Estado de Tamaulipas”, *Cuadernos de Geografía*, núm. 14, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, pp. 29-42, <<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/10207/10730>>, 7 de junio de 2019.

- Propín Frejomil, Enrique y R. Thürner (1986), “Un nuevo enfoque metodológico de la regionalización económica en la República de Cuba”, *Wissenschaftliche Mitteilungen*, núm. 18, Leipzig, Universität Leipzig, pp. 5-18.
- Reyes Pérez, Oscar; Rivera González, José Guadalupe y Castañeda Camacho, Xochizeltzin (2017), “Destinos turísticos potenciales en el litoral del Pacífico Sur occidental Mexicano: un diseño construido desde abajo”, *El Periplo Sustentable*, núm. 32, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México, <<http://www.scielo.org.mx/pdf/eps/n32/1870-9036-eps-32-00003.pdf>>, 28 de noviembre de 2019.
- Sánchez Crispín, Álvaro y Propín Frejomil, Enrique (1999), “Valoración medioambiental de los niveles de asimilación de la Riviera Mexicana: homogeneidad geográfica y heterogeneidad económica”, *Observatorio Medioambiental*, núm. 2, Madrid, Universidad Complutense, pp. 295-309, <<https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD9999110295A>>, 7 de junio de 2019.
- Sánchez Crispin, Álvaro; Propín Frejomil, Enrique y Reyes Pérez, Oscar (1999), “Los niveles de asimilación económica del estado de Coahuila al término del siglo XX”, *Investigaciones Geográficas*, núm. 39, Ciudad de México, UNAM, pp. 159-167, <<http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/59090/52077>>, 7 de junio de 2019.
- SGM (Servicio Geológico Mexicano) (2014), *Panorama minero del estado de Zacatecas*, Pachuca, SGM.
- SGM (Servicio Geológico Mexicano) (2019), *Cartas impresas*, Pachuca, SGM, <<https://www.sgm.gob.mx/CartasDisponibles/>>, 29 de noviembre de 2019.
- SGM (Servicio Geológico Mexicano) (2012), *Anuario estadístico de la minería mexicana*, Ampliada 2011, Versión 2012, Ciudad de México, Secretaría de Economía/Coordinación General de Minería-SGM, <http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/informacion_sectorial/mineria/anuario_estadistico_mineria_ampliada_2011.pdf>, 18 de noviembre de 2019.

Sibson, Richard (1981), "A brief description of natural neighbor interpolation", in Vic Barnett (ed.), *Interpreting Multivariate Data*, New York, John Wiley & Sons, pp. 21-36.

Torres Ruíz, Ana Prudencia (2006), "Niveles de asimilación económica en el estado de Morelos", tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, <<http://132.248.9.195/pd2007/0612950/Index.html>>, 7 de junio de 2019.

Recibido: 13 de enero de 2019.

Reenviado: 4 de noviembre de 2019.

Aceptado: 2 de diciembre de 2019.

Oscar Reyes Pérez. Doctor, maestro y licenciado en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es profesor-investigador de tiempo completo nivel VI en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades (FCSyH) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Sus líneas de investigación son: geografía del turismo, asimilación económica del territorio, ordenamiento ecológico, elaboración de libros de texto de Geografía. Entre sus últimas publicaciones se encuentran: en coautoría, "Un ejercicio de imaginación cartográfica: el mapa de la intendencia de San Luis Potosí, Nueva España (1774)", en Jhon Williams Montoya Garay y Luis Carlos Jiménez, *Geografías políticas e históricas. Miradas desde los Andes y el Caribe*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, pp. 79-101 (2018); como coautor, "Teoría y métodos de la asimilación económica como medios de aproximación para la evaluación ambiental del territorio", en como coeditor *Geografía ambiental: métodos y técnicas desde América Latina*, Heredia, Editorial Universidad Nacional (EUNA), pp. 45-95 (2017); en coautoría "Destinos turísticos potenciales en el litoral del Pacífico Sur occidental Mexicano: un diseño construido desde abajo", *El Periplo Sustentable: revista de turismo, desarrollo y competitividad*, núm. 32, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México, (2017).

Minerva Abigail Loredo Sánchez. Maestra en Ciencias Ambientales por el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, licenciada en Geografía por la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Ha presentado ponencias orales y de carteles en los Congresos Nacionales de Geografía,

Ecología, Ciencias Sociales e Interdisciplinarios de Posgrados, al igual que en Simposios de la Enseñanza de la Geografía en México. Tiene experiencia en la impartición de talleres sobre el uso de GPS y de actividades ecológicas que pueden desarrollarse en casa, es miembro fundador del Grupo de Trabajo Ramón Alcorta Guerrero. Ha participado en proyectos en el Colegio de San Luis A.C., y en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, con enfoques tanto social como ambiental, ha contribuido en la reforma curricular de la Licenciatura en Geografía de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades. Actualmente trabaja en la propuesta de estrategias de conservación para *Cynomys mexicanus* en el Altiplano Potosino y en la elaboración de un catálogo digital de flora y fauna del estado de San Luis Potosí.

Xochizeltzin Castañeda Camacho. Actualmente es estudiante del programa doctoral en Geografía de la Universidad de Texas, Austin, Estados Unidos, maestra en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México, licenciada en Geografía por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Entre sus líneas de investigación se encuentran temas como dimensión humana de cambio global, ecología política, conservación de la naturaleza, cambio de la cubierta vegetal, biodiversidad y zonas áridas, interacciones humano-ambientales en áreas Naturales Protegidas del norte de México mediante el uso de geotecnologías, análisis espacial y métodos cualitativos. Ha impartido cursos en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades (UASLP) (2012-2018) de Sistemas de Información Geográfica (SIG), planeación regional, ordenamiento territorial, foto interpretación, técnicas de investigación en ciencias sociales y geografía humana. Entre sus publicaciones más recientes, se encuentran: en coautoría: *Áreas naturales prioritarias de conservación con potencial turístico en el estado de San Luis Potosí*, San Luis Potosí, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, (2018); como coautora, “Teoría y métodos de la asimilación económica como medios de aproximación para la evaluación ambiental del territorio”, en Humberto Reyes Hernández, Carlos Morera Beita y Óscar Reyes Pérez, *Geografía Ambiental: Métodos y Técnicas desde América Latina*, Heredia, Editorial Universidad Nacional (EUNA), pp. 45-95 (2017) y como coautora “Destinos turísticos potenciales en el litoral del Pacífico Sur occidental Mexicano: un diseño construido desde abajo”, *El Periplo Sustentable: revista de turismo, desarrollo y competitividad*, núm. 32, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México (2017).

Miguel Aguilar Robledo. Doctor en Geografía por la Universidad de Texas, Austin, licenciado y maestro en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México. Director de la Facultad de Ciencias Sociales y

Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Entre sus líneas de investigación se encuentra la Geografía humana, la geografía histórica, la historia ambiental, el desarrollo comunitario sostenible y el ordenamiento territorial y ambiental con enfoques participativos. Es profesor en la licenciatura en Geografía, en el posgrado en Ciencias Ambientales y en la maestría Internacional en Ambiente y Manejo de Recursos (UASLP-Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia, Alemania); Posgrado en Estudios Latinoamericanos, Territorio, Sociedad y Cultura. Tutor invitado de los Doctorados en Geografía de la UNAM y de la UPTC-IGAC, Bogotá-Tunja, Colombia. Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II, así como miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias. Entre sus últimas tres publicaciones se encuentran: como co-coordinador, *Las ciencias sociales y la agenda nacional. Reflexiones y propuestas desde las Ciencias Sociales*, vol. X, San Luis Potosí, COMECOSO-UASLP-Colsan-Conacyt, (2018); como coeditor en *La historia ambiental en México: estudios de caso*, México, Universidad Autónoma de San Luis Potosí-Universidad Autónoma de Zacatecas, (2019); Benjamín Rontard; Humberto Reyes Hernández y Miguel Aguilar Robledo. “Pagos por captura de carbono en el mercado voluntario en México: diversidad y complejidad de su aplicación en Chiapas y Oaxaca”, *Sociedad y Ambiente*, San Cristóbal de las Casas, en prensa.