



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

**LA REGIÓN DE EL ORO Y TLALPUJAHUA, SIGLOS XVIII-XIX. UN ANÁLISIS
ESPACIAL A PARTIR DE LA CARTOGRAFÍA HISTÓRICA**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:
PEDRO GÓMEZ MOLINA

DIRECTOR DE TESIS: DR. PEDRO SERGIO URQUIJO TORRES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

MORELIA, MICH., ENERO DE 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos institucionales

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial al Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental por abrirme las puertas a su posgrado en Geografía. Ha sido un honor pertenecer a la institución. A su vez, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme otorgado la beca de estudios de posgrado y estancia de investigación internacional que fortaleció mis estudios.

A mi asesor, el Dr. Pedro Sergio Urquijo Torres, quien le estaré eternamente agradecido por la formación que me otorgó en todos los sentidos. Su inteligencia, conocimiento, ánimo y dedicación llevaron a que este proyecto este culminado. Fue una guía académica y personal que me hizo crecer como persona y profesionalmente.

Al cuerpo de sínodos, Karine Lefebvre, sus comentarios ayudaron a una mejor producción cartográfica, Yurixhi Manriquez quienes fortalecieron la argumentación del documento, Luis Pérez y Vandari Mendoza aportaron en el fundamento histórico de la investigación, agradecimiento a cada uno de ustedes, sus comentarios valiosos condujeron a un mejor trabajo.

A mis compañeros, amigos y profesores del posgrado, por sus comentarios y lecturas en diferentes momentos del documento, en especial, Gerardo Bocco, Sara Barrasa, Jaime Paneque, Yadira Méndez e Isabel Ramírez

Agradecimientos

Más que un agradecimiento, es una humilde dedicatoria para estas bellas personas que acompañaron este camino. Me disculpo de antemano si llego a hacer alguna omisión; no tengo como retribuir.

Primeramente, mis padres, Pedro y Mireya, no sé qué hice de bueno para que Dios me bendijera con unos padres como ustedes, con esa dedicación y cariño han hecho una familia maravillosa de la cual me siento orgulloso. Al resto de mi familia, Betsa, Noé, Monse y Chabela quienes nos une el mismo lazo.

A Domingo y Martha por abrirme las puertas de su hogar con mucho cariño, en especial a Isis quien no tengo como agradecer su apoyo en tantos momentos, por su nobleza, cariño y templanza.

Raúl, Susana y Fidel, de quienes aprendí la responsabilidad y honestidad para el trabajo, sus valores los procuro predicar día a día

A mis criaturas, Guiyo y Nipi, quienes me acompañaron en el escritorio, o bien, pidiéndome que jugara con ellos

A Dios por las bendiciones que cada día me otorga.

Un profundo agradecimiento mi asesor y amigo Pedro Urquijo. Una persona de cual aprendí en todos los sentidos; un ejemplo, y que además tolero mis imprudencias académicas.

A Rogério e Inés quiénes amablemente me recibieron en su casa en Brasil, personas maravillosas de las cuales agradezco su amistad, hospitalidad, conocimientos y aprecio.

A mi familia moreliana con los cuales compartimos risas, apoyo, afecto, millones de gracias, no se mueran nunca, Goyo Leija, Adi Lazos, Ana Merlo, Gemma y Nico, Luis Donado y César, Marco, y Karina Bautista.

A mi amiga siempre al pendiente de mi desde tercero de primaria, Griselda López.

Al doctor Gerardo Guizar, quien me acompañó con bastante ánimo a culminar este proceso. Además, por esas maravillosas charlas, es un gran ser humano.

Al seminario entre territorios y paisajes nos movemos, en especial para Lily y Aleli, por sus comentarios, ayuda y buenos momentos para la tesis.

A mis alumnos del 8vo. Semestre de ecología y ambiente, Karina, Karla, Ángel, Rafa, Andrea y Raúl.

A mis compañeros del posgrado, en especial a mis niños, Nephtali y Erik

Resumen

En esta investigación se reconoce que la minería ha fungido como un agente clave en la estructuración territorial, de asentamientos y procesos de urbanización, así como del establecimiento de caminos, comercios y flujo de materiales. Desde la época novohispana, la actividad metalúrgica requirió forzosamente la reorganización territorial en escala regional, lo que dio pie a una transformación constante de los paisajes, a fin de hacerlos dinámicos y funcionales a la actividad minera.

En este contexto, la presente tesis tiene como objetivo interpretar espacialmente la conformación territorial, a partir de los cambios geográficos suscitados por la minería entre los siglos XVIII y XIX en la región minera de El Oro y Tlalpujahua, en los actuales estados de Michoacán y México. Esta investigación se elaboró mediante un análisis cartográfico e interpretación de fuentes primarias, especialmente de cartografía histórica. Se utilizaron los sistemas de información geográfica (SIG) en su vertiente histórico, que a lo largo del documento se denomina SIG-histórico.

Se prioriza una escala regional, la cual permite una aproximación a las lógicas sociales, económicas y ambientales que definen y redefinen la organización de área y visibiliza las relaciones y dinámicas entre localidades. La dinámica regional es representada a través el cambio geográfico. Este último es identificable a través de aspectos tales como la creación de nuevos poblados expresados en los reales de minas; establecimientos de haciendas de beneficio que determinaron las actividades agropecuarias y de aprovechamiento metalúrgico y los usos de suelo que de ellas se desprendieron; establecimiento de redes comerciales y poblacionales a través de la consolidación de rutas terrestres, por mencionar algunos ejemplos recurrentes.

Palabras clave: Cartografía histórica, SIG-histórico, minería novohispana, región minera.

Índice

Introducción	7
Área de estudio	11
Estado de la cuestión	17
Objetivo general	25
Objetivos específicos	25
Marco teórico conceptual	25
Metodología	29
Capítulo I. Panorama histórico de la minería desde el siglo XVI al siglo XVIII	37
Capítulo II. Minería del siglo XVIII y XIX en la región de El Oro – Tlalpujahua	45
Capítulo III. Análisis e interpretación de la cartografía histórica	49
Capítulo IV. Análisis de la cartografía histórica. ¿Qué información obtenemos y cómo explicar los fenómenos históricos representados en el espacio?	53
Capítulo V. El SIG-histórico aplicado a esta investigación	103
Conclusiones	112
Anexos	114
Referencias	122

Índice de tablas, gráficos y figuras.

Figura 1. Localización de la región minera donde se ubica el Real de Minas de El Oro y Real de Minas de Tlalpujahua.	12
Figura 2. Informe de Manuel Agustín Mascaró del Plano del Real del Oro. Parque del Llano de Salazar, 29 de julio de 1794. AGN, Minería, vol. 130, exp. 10, fs. 45-48 f. (Tomado de: Meléndez, 2013).	33
Figura 3. Capas de información obtenidas a partir de mapa histórico, con base en la metodología de MacDonald y Black (2000). Mapa de Tlalpujahua que corresponde a Plano de deslindes de las Congregaciones de Tlalpujagua, Valladolid, 1603. Fuente: AGN, Tierras, vol. 2742, exp. 19, f.	34
Figura 4. Principales centros mineros, ciudades y puertos a inicios del periodo novohispano (siglo XVI). Fuente: elaboración propia a partir de Hillerkuss, 2013; Gerhard, 1983.	39
Figura 5. Mapa de vía férrea que va de Tultenango a La Palizada, para los minerales de El Oro. Fuente: Mapoteca Orozco Y Berra, varilla CGMEX08 y código clasificatorio 9633-CGE-7251-B	47
Figura 6. Desfase por aplicación de adjust en georreferenciación de mapa.	54
Figura 6.1. Corrección de desfase por aplicación de adjust en georreferenciación de mapa y aplicación de los nuevos segmentos.	55
Figura 7. Georreferenciación de mapa de levantamiento en los registros de El Oro y Jilotepec del Estado de México, 1885, fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, 2236C-CGE-7251-A - Varilla CGMEX01. Georreferenciación que ejemplifica la corrección de 2nd order polynomial. Elaboración propia.	56
Figura 8. Copia digital del plano Tlalpujahua, Michoacán, Ixtlahuaca y Jilotepec. Edo Méx. De 1755. Fuente: Archivo General de la Nación, Tierras, Volumen. 2392, exp. 1, cuad. 3, f. 39. MAPILU 01432F	57
Figura 9. Plano de las principales haciendas y poblados circundantes a Tlalpujahua. Elaboración propia a partir de la figura 8.	58
Figura 10. Mapa de minas de Tlalpujahua, 1773. Fuente: Minería, vol. 20, exp. 10, fojas, 336v y 337. MAPILU 02746F, AGN.	62
Figura 11. Topónimos con base a mapa de minas de 1773. Muestra del cerro de Reyes donde se ubican las minas, socavón y medios de desagüe que corresponde a donde pasa el río. Elaboración propia a partir de la figura 5 sobre modelo digital de elevación.	63
Figura 12. Plano del Fuerte del Cerro del Gallo, Tlalpujahua, Michoacán, 1813. Elaborado por Nicolás Cano de Luque. Fuente: Archivo General de la Nación, Operaciones de Guerra, vol. 112, f. 165. MAPILU 02628F.	66
Figura 13. Elementos y construcción del Fuerte del Cerro del Gallo, con localidades y elementos del fuerte. Elaboración propia a partir de la figura 6.	67
Figura 14. Mapa geológico del distrito minería de Tlalpujahua, 1828, elaborado por José Burkart. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra. CGF.RM.M26.V4.0243	70
Figura 15. Registro de localidades, hidrografía, asentamientos humanos y toponimia de Tlalpujahua en 1828. Elaboración propia a partir de la figura 14.	71
Figura 16. Geología de Tlalpujahua para 1828 propuesta por José Burkart. Elaboración propia a partir de figura 14.	72
Figura 17. Plano de la hacienda de San Miguel Solís en el distrito de Ixtlahuaca, Estado de México, 1885. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra. 1792-OYB-7251-A.	76
Figura 18. Hacienda de Miguel Solís, en el actual municipio de Temascalcingo, Estado de México, donde se llevaban los beneficios de metales por parte de Tlalpujahua. Cambios de propiedad de la tierra. Elaboración propia a partir de figura 17.	77
Figura 19. Levantamiento en los registros de El Oro y Jilotepec del Estado de México, 1885. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra.	81
Figura 20. Localidades y poblados producto del registro y levantamiento en el Distrito de El Oro y su relación con Jilotepec, Estado de México. Elaboración propia a partir de la figura 19.	82

Figura 21. Triangulación de los distritos mineros de El Oro y Tlalpujahua, elaborado por L. Bravo a finales del siglo XIX. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra. CGF.MEX.M10.V3.022	86
Figura 22. Triangulación de los distritos mineros de El Oro y Tlalpujahua, finales del siglo XIX. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, CGF.MEX.M10.V2.015	87
Figura 23. Base de triangulaciones y topónimos registrados. Elaboración propia a partir de figura 21 y 22.	88
Figura 24. Hacienda de Solís, Municipalidad de Temascalcingo, Estado de México, 1913, elaborado por LuIs Boland. 2320B-CGE-7251-A-1 Varilla CGMEX02	89
Figura 25. Localidades y topónimos de la Hacienda de San Miguel Solís, sitio donde se llevaban los beneficios de plata provenientes de el Oro, elaboración propia a partir de figura 24.	90
Figura 26. Triangulación en la región megasísmica Acambay-Temascalcingo. Red Triangulatoria entre Acambay y El Oro, Estado de México, 1913. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, CGF.MEX.M10.V1.0019.	91
Figura 27. Toponimia y localidades derivado de la triangulación El Oro-Acambay. Elaboración propia a partir de figura 26.	92
Figura 28. Plano de triangulación en el distrito de El Oro, México. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, CGF.MEX.M10.V3.0207.	93
Figura 29. Plano de la triangulación en el Distrito de El Oro, México, 1923. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, 2399-CGE-7251-A Varilla CGMEX03	94
Figura 30. Topónimos y localidades de triangulación de El Oro. Elaboración propia a partir de figura 28 y 29.	95
Figura 31. Plano de dotación de ejido a Tlalpujahua, 1933. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, CGF.MICH.M11.V4.0328	97
Figura 32. Parcelamiento de haciendas, ejidos y reconocimientos de caminos en la cartografía. Elaboración propia a partir de figura 31.	98
Figura 33. Usos de suelo y localidades respecto a las haciendas fraccionadas. Elaboración propia a partir de figura 31.	99
Figura 34. Poligonales levantadas por la expedición de geodésica de Lerma en la Región de Maravatío a Tlalpujahua, Michoacán, 1935. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra.	100
Figura 35. Caminos, vía férrea, localidades, topónimos y cuerpos de agua, de acuerdo con triangulación entre Maravatío y Tlalpujahua.	101
Figura 36. Mapa que detalla las referencias geográficas en cuanto a vías de comunicación y poblados encontradas en la cartografía histórica.	109
Figura 37. Mapa que detalla las referencias geográficas en cuanto a topónimos orográficos encontradas en la cartografía histórica.	110
Gráfica 1. Información poblacional de Tlalpujahua. Fuente: Gavira 2006.	15
Gráfica 2. Producción de plata con base en datos por pago de exportación de plata. Fuente: Gavira (2006).	15
Tabla 1. Archivos consultados y tipo de información obtenida.	29
Tabla 2. Variables de consulta y análisis en SIG-histórico (Modificado a partir de MacDonald, 2000).	35
Tabla 3. Tabla resumen de base de datos.	51
Tabla 4. Mapas utilizados en la georreferenciación, que incluye su transformación, el número de puntos de control y el error RMS. Fue importante para validación de los mapas y que el error se encuentre en el rango de aceptable para la fiabilidad del mapa.	101
Tabla 5. Comparativas entre atributos por mapa con metodología de MacDonald (2000).	104
Tabla 6. Continuación base de datos. Documentos utilizados en el geoprocesamiento para SIG-histórico.	114

La región de El Oro y Tlalpujahua, siglos XVIII-XIX. Un análisis espacial a partir de la cartografía histórica

Introducción

En México, la minería ha sido parte fundamental en el ámbito socioeconómico, cultural, político y ambiental, a lo largo de la historia novohispana y hasta nuestros días. En el contexto colonial fungió como factor clave en la estructuración de asentamientos humanos, caminos, redes regionales, comercio y flujo de materiales y bastimentos (Muñoz, 1986; Studnicki-Gizbert y Schecter, 2010).

Desde el establecimiento del régimen colonial, se presentó una búsqueda creciente de recursos mineros y de nuevos enclaves de explotación. Esto último requirió forzosamente la reorganización territorial, en escala regional, que propició una configuración específica de los lugares y paisajes, con el fin de hacerlos funcionales para la nueva actividad minera.

El aprovechamiento metalúrgico derivó en que los bosques cercanos a las haciendas de beneficios¹ fueran deforestados para aprovecharlos como combustibles; se abrieran nuevos caminos que permitieran la salida de los minerales en recuas de mulas, rutas comerciales y movimientos demográficos; se establecieron pastizales ganaderos y se incrementaran las tierras de cultivo para cubrir la demanda alimenticia de la población vinculada a las regiones mineras.

La minería representó así la base económica y la principal actividad productiva de la Colonia, generando diversos cambios a nivel local y regional. Esto ocasionó que regiones enteras, algunas inhóspitas, despobladas, inaccesibles y alejadas de los grandes centros de población, se convirtiesen en regiones económicas estables, conformando poblaciones, por lo que el paisaje se transformó de acuerdo con esta actividad (Álvarez, 1999).

En este sentido, la región de estudio se representa por dos poblados principales que en su conjunto conforman el Real de Minas El Oro–Tlalpujahua el cual se especializó en la extracción de plata y oro. La minería en este territorio figuró en sus periodos de bonanza

¹En su origen, la hacienda de beneficio fue un sistema de ingenios para cada etapa del procesamiento de los metales; es decir, “beneficiar la plata”. Su establecimiento era determinado por el Real de Minas donde se encontraban próximos a los centros de población, y por los afluentes de agua. Las haciendas de beneficio eran así, espacios de múltiples tareas de producción, almacenaje, abastecimiento de suministros, población, administración y arquitectura (Salazar, 1998).

colonial entre los principales centros mineros, por la naturaleza de sus depósitos minerales, recursos al servicio de producción e inversión extranjera (Uribe, 2005).

En este contexto, el objetivo de la investigación es interpretar y describir espacialmente a través la cartografía histórica, la conformación territorial y regional. Se tiene como meta representar los cambios geográficos regionales a partir de la cartografía histórica referente a la minería entre los siglos XVIII y XIX, en la región minera de El Oro y Tlalpujahua, mediante el análisis de dinámicas espaciales que de ello se desprenden.

En el dinamismo del análisis espacial se explica a través del *cambio geográfico*. Por este último se alude a los acontecimientos sociales con referentes espaciales, que provocan una transformación sustancial en la organización de los territorios (Mendoza et al. 2007).

Como se mencionó, algunos cambios derivados de la actividad minería son; la creación de nuevos poblados expresados en los reales de minas; el establecimiento de haciendas de beneficio que determinaron las actividades agropecuarias y de aprovechamiento metalúrgico; los cambios de uso de suelo que de ellas se desprendieron; el establecimiento de redes comerciales y poblacionales a través de la consolidación de rutas terrestres, por mencionar algunos ejemplos.

Pocos son los trabajos especializados en la actividad minera a partir del uso de metodologías como los Sistemas de Información Geografía en su vertiente histórica que a lo largo de documento deominamos SIG-histórico. Para el caso de la Nueva España, la mayoría de ellos se han enfocado en el cambio de uso de suelo, territorio, ganadería, y caminos, por mencionar algunos (Sluyter, 1999; Hunter y Sluyter, 2011; Hunter, 2012).

Por tanto, el presente trabajo ofrece una interpretación de la cartografía histórica del área de estudio, mediante el procesamiento a través del SIG-histórico. El uso de esta herramienta ha desempeñado un papel importante en el análisis de procesos históricos, valiéndose de fuentes primarias para la representación espacial (Gregory y Healey, 2007; Bailey y Schick, 2009; DeBeats y Gregory, 2011).

Ante ello, esta investigación se sustenta en una interpretación cartográfica de las características regionales de la minería en el Oro y Tlalpujahua. Permite visualizar espacialmente, mediante la cartografía histórica y documentos complementarios por fuentes primarias, la conformación regional de territorios, paisajes y lugares de la época analizada a partir del SIG-histórico.

La región de estudio tuvo poco más de cuatro siglos de historia en la actividad minera durante diferentes periodos y bonanzas. Este periodo comienza cuando en Tlalpujahua se descubrieron minerales en 1558, extendiéndose la explotación y auge hasta 1639. La segunda bonanza data de 1733 con el descubrimiento de nuevas minas en Tlalpujahua y la fundación de El Oro en 1787, con vetas que duraron hasta 1879, ya en la época Independiente; sin embargo, el final de la época extractiva se dio en 1959 (Uribe, 2005, Gavira, 2006).

El presente estudio se centra en la segunda bonanza de Tlalpujahua y en los principios de extracción del Real de Minas de El Oro. En este sentido, se considera la delimitación temporal de los siglos XVIII-XIX debido a que hubo varios factores tecnológicos, políticos, económicos y ambientales que establecieron cambios geográficos significativos en los territorios y paisajes y que pueden ser analizados en la escala regional a través de la cartografía histórica.

Ambos enclaves contribuyeron a la conformación de una importante región minera, cuyas sociedades estuvieron consecuentemente ligadas a la extracción y beneficios minerales, pero conocieron la miseria y la desolación cada vez que se agotaban los yacimientos o se dislocaba. Ello, a su vez, con la inversión extranjera, el aprovechamiento de antiguos laboríos y condiciones económicas de extracción, propiciaron bonanzas en la escala regional, dando formas de organización de trabajo, cambios territoriales, relaciones sociales y comerciales (Uribe, 1995; 2005).

Durante este lapso, se implementaron las Reformas borbónicas (1767)², que expresaron cambios significativos en la dinámica minera. Las reformas dinamizaron la economía de la Corona española y tuvieron repercusiones directas en la actividad minera colonial, tales como los ajustes tributarios y recaudación fiscal mediante la creación del Real Tribunal de Minería³, y la incentivación del uso de azogue⁴ (Jáuregui, 1997).

² Las reformas estaban orientadas por una vocación fiscalista: rescatar el control de los impuestos, eliminando los arrendamientos y mejorando el sistema de recolección. Derivó, entre otros aspectos, en la creación de una nueva división territorial administrativo-política (las intendencias), mejoras en la administración fiscal a través de la Real Hacienda y otorgamiento de concesiones mineras y resolución de conflictos a través del Real Tribunal de Minería (Jauregui, 1999; Blanco y Romero, 2000).

³ Institución de carácter gremial la cual fungía como banco para inversiones mineras. Entre sus tareas estaba la asociación de mineros, administración de recursos monetarios y un consejero (Tamayo Y Elhuyar, 1943).

⁴ El azogue es mercurio utilizado para amalgamar la plata; es decir, su compactación. Fue el método de tratamiento de la plata durante gran parte de la época colonial. En 1618 bajo el decreto del rey, se proclamó que este mineral no debería faltar en la mina, ya que cesaría la producción (Lang, 1969).

Durante los siglos XVIII y XIX, la producción argentífera y aurea también se caracterizó por la aplicación de nuevos métodos químicos y mecánicos en la extracción y producción de los metales, disminución de uso de azogue, reducción de tiempo de amalgamación y diseño de maquinaria.

Además, durante esta época, en el Real de Minas de El Oro y Tlalpujahua proliferaron solicitudes, exploraciones y explotaciones de antiguas y nuevas zonas mineras, por lo que hubo expansión y crecimiento de la actividad. La mejora tecnológica representó un mayor aprovechamiento, por lo que Reales de Minas tuvieron cambios significativos. Estas transformaciones dieron lugar a la apertura de minas, conformación de poblados y nuevas dinámicas especiales que se vieron reflejadas en la cartografía histórica (Trabulse, 1981; Uribe, 2005).

En 1787 abrió el Real de Minas de El Oro, extendiéndose un lapso de bonanza hasta 1879. Con ello se conformó la región histórica minera compuesta a su vez por el Real de Minas de Tlalpujahua, ya que ambos se desarrollaron compartiendo población, yacimientos, procesos metalúrgicos, economía y territorio durante las mismas bonanzas (Uribe, 2005). Durante este periodo, se consumó la Independencia de México, en 1821, una república naciente y debilitada, pero con cambios jurídicos importantes que se consolidaron hasta mediados de siglo (Velasco, 1987).

Para la década de 1820, el aprovechamiento mineral siguió los antiguos laboríos españoles en menor escala. En 1857, las reformas liberales se instauraron en el país, repercutiendo en la minería, mediante la instauración de políticas fiscales que regularon los impuestos. El gobierno realizó inventarios y estadísticas de aprovechamientos mineros (Carmagnani, 1989). Comprender el panorama jurídico nos da la pauta para analizar cambios territoriales que derivan de nuevas políticas en momentos particulares de producción.

En este sentido, el repunte se dio hasta 1890 con el descubrimiento de nuevas minas y el aprovechamiento por la reapertura de antiguas vetas, donde invirtieron capital empresas internacionales como, *Esperanza Ltd.*, de origen inglés (1893), *Guggenheim Exploration*, de origen estadounidense (1897); *Weetman Pearson*, de capital inglés (1897); *Compañía Minera Las Dos Estrellas* de capital francés (1898); *American Mining Company* y *American Railroad and Lumber Company*, –que posteriormente se convertiría en *The Oro Mining Railway Company*– de capital inglés (1899) y *The exploration company*, de capital inglés

(1904), por mencionar algunas, que invirtieron para la rehabilitación de minas destruidas durante la guerra de Independencia (Uribe, 2005).

Finalmente, a la luz de estos cambios, en el cerro de Somera que a sus faldas se fundó Real de Minas de El Oro, se encontraron vetas de oro a finales del siglo XIX; representaron para ese entonces los filones más ricos conocidos en el país. A esta etapa le corresponde la apertura de la compañía minera Dos Estrellas, la cual significó un importante aporte técnico y científico, auspiciando a la región como una de las más importantes del centro del país en esta época (Uribe, 2009).

Para atender lo anterior dispuesto; la tesis presenta en su estructura capitular lo siguiente. En el capítulo uno, se expone un breve panorama histórico y geográfico de la minería en la época colonial, en el segundo, damos paso a la descripción de la región minera de estudio. Se ahonda en la producción histórica de plata. Se explica cómo se conformó territorialmente la zona de estudio, describiendo el sistema regional-económico.

En el tercer capítulo se procedió a describir los resultados producto del proceso metodológico, explicando cómo fue el procesamiento de fuentes primarias y cartografía histórica. En los capítulos cuatro y cinco, se muestran los resultados obtenidos a partir de la interpretación de la cartografía histórica y el uso de SIG-histórico. Finalmente, se exponen una serie de discusiones y conclusiones, que incluye el análisis de los resultados obtenidos, así como perspectivas y alcances de la investigación.

Área de estudio

La región histórica minera de El Oro y Tlapujahua, comprende porciones de los actuales municipios de Maravatío, Contepec, Senguío y Angangueo, en el estado de Michoacán, y Temascalcingo, San Felipe del Progreso y Jocotitlán, en el Estado de México (Mapa 1). La cercanía geográfica, dio lugar a una unidad económica y social, al compartir bonanzas, métodos extractivos y yacimientos, que se desarrollaron al unísono con una cultura ligada al beneficio de los metales de oro y plata. La región se localizaba en el centro-occidente novohispano, abarcando un área aproximada de 230 km² (Uribe, 2005; Corona et al., 2017).

Se trata de una región montañosa enclavada en el Eje Volcánico Transversal y sus subprovincias son Mil Cumbres, Lagos y Volcanes de Anáhuac. Su sistema de topofomas se compone de meseta basáltica con lomerío, sierra compleja, lomerío de tobas con mesetas

y lomerío de basalto. Su sistema de planicies escalonadas es producto de actividad volcánica y movimientos tectónicos. Además, tiene elevaciones volcánicas, serranías con pequeños conos, y grandes volcanes compuestos (INEGI, 2009; SEDESOL, 2011).

La geología de El Oro y Tlalpujahua se compone por una mayor parte de rocas volcánicas producto de la acumulación por episodios eruptivos. La geomorfología predominante es el relieve volcánico, le sigue el sistema de piedemonte, sistema fluvial y en menor parte la llanura lacustre (Servicio Geológico Mexicano, 2000, SEDESOL, 2011).

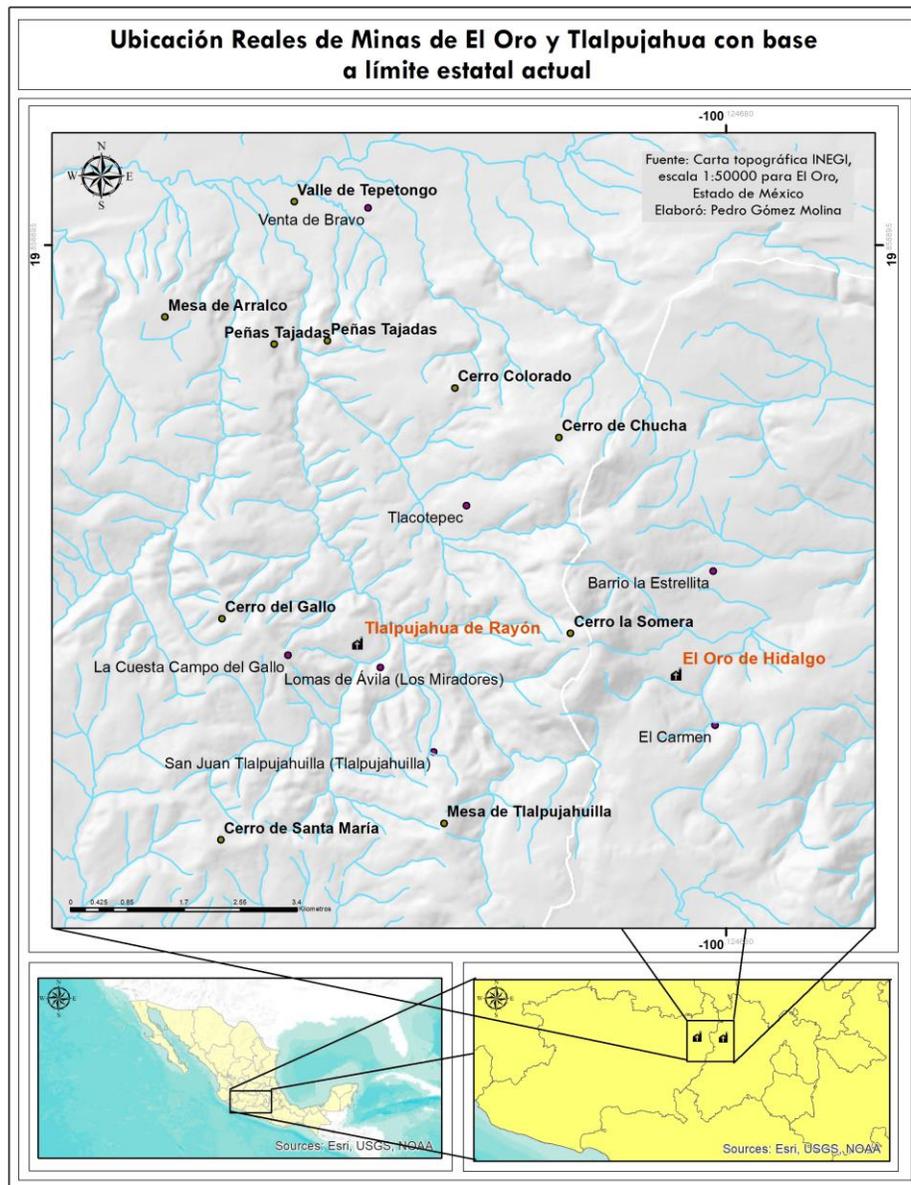


Figura 1. Localización de la región minera donde se ubica el Real de Minas de El Oro y Real de Minas de Tlalpujahua. Fuente: Carta topográfica INEGI, escala 1:50000 para El Oro, Estado de México.

Los suelos corresponden al tipo, Litosol, Feozem háplico, Planosol mólico, Vertisol pélico, Andosol ócrico, Acrisol húmico y Planosol eútrico. Hidrográficamente, pertenece a la cuenca Lerma-Santiago, ubicada en el centro-occidente del país (INEGI, 2009).

De acuerdo con información histórica de la Comisión Nacional del Agua, a través del Servicio Meteorológico Nacional (2010), y de la estación climática 00015183, en la actualidad, la región de El Oro–Tlalpujahua presenta una temperatura media anual de 9.3 °C, con promedio máximo de 14.3 y mínimo de 4.3, con un promedio anual de precipitación de 915.2 mm de lluvia. En la clasificación de climas propuesta por García (1998) para la República Mexicana, se encuentra en los climas C(w2) templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C y Cb'(w2) semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12 °C.

Real de Minas de El Oro

Se localiza entre las coordenadas geográficas 19° 44' y 19° 52' N y 99° 59' y 100° 09' W. Su altitud oscila entre los 2400 y 3200 metros sobre el nivel del mar. La ubicación de la cabecera guarda su emplazamiento original, correspondiente a las décadas finales del siglo XVIII, durante su primera bonanza. El asentamiento novohispano, que fue llamado el Real de Minas de El Oro, tuvo su origen en 1786. En su orografía destacan los cerros del Capulín, San Nicolás, Membrillo y Cañada de Tlalpujahua. En cuanto a su hidrografía, la región es atravesada por los ríos de El Oro y Trigueros principalmente. La región de El Oro-Tlalpujahua disponía de extensos bosques de pino, ocote, encino y oyamel para la época de estudio (INEGI, 2009; Meléndez, 2013).

Las principales vetas de aprovechamiento en la época de estudio fueron Chihuahua, Acacio, La descubridora, San Rafael y Calera. Entre los yacimientos más importantes se encuentran la Del Poder de Dios, San Francisco de Paula, San Vicente, de la Aparición y Sacramento. El valor de la producción de los minerales entre 1792 y 1804, fue de 3 millones 526 mil 104 pesos. Los principales minerales extraídos fueron: oro nativo, plata nativa, plata sulfúrea, plata gris, polvorilla de plata, manganeso, cuarzo y pirita. De acuerdo con datos de

1895, la municipalidad de El Oro tenía 8556 habitantes⁵, repartidos en los pueblos de Mineral del Oro, Tapasco, San Nicolás, Santiago Oxtempa; las haciendas Jordana, Venta del Aire y Tultenango, y en la ranchería El Membrillo (Meléndez, 2013).

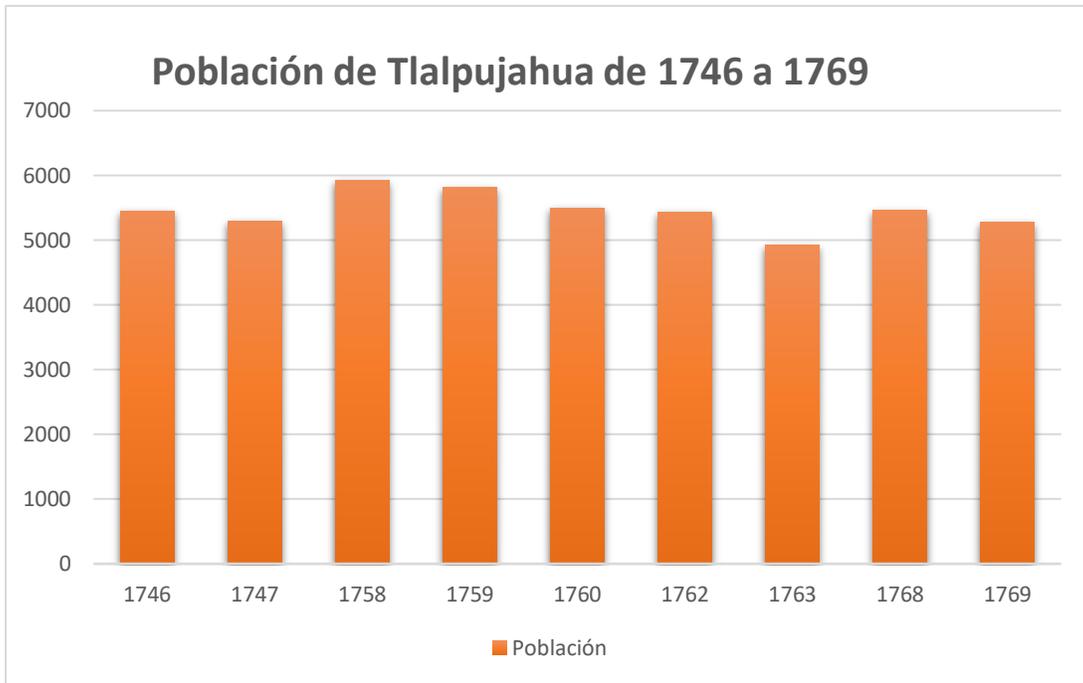
Real de Minas de Tlalpujahua

El Real de Minas de Tlalpujahua se ubica entre el paralelo 19°41', 19°48' N y 100°08', 100°10'26. W de coordenadas geográficas. Su altitud sobre el nivel del mar oscila entre 2 200 y 3100 m. Actualmente colinda al norte con los municipios de Maravatío y Contepec; al este con el municipio de Contepec; al sur con el municipio de Senguio; al oeste con el municipio de Maravatío (INEGI, 2009).

El topónimo de Tlalpujahua proviene del náhuatl, que significa “Tierra bofa (esponjosa)” (INAFED, 2016). La población se componía de indígenas mazahuas y otomíes, y al momento de la Conquista española, se ubicaba entre las fronteras de las áreas de influencia de los señoríos tarasco y mexica. Tras el establecimiento de la Colonia, la orden mendicante que dirigió la evangelización y construcción de la ciudad fueron los franciscanos. El auge minero se alcanzó en 1686, con la apertura de las minas de San Antonio, Santa Rosa, Concepción y Monserrat. Estas vetas produjeron metal hasta la segunda mitad del siglo XVIII. Los principales metales extraídos fueron, oro, plata, plata sulfúrea, cuarzo, bromuro y cloruro de plata (Gobierno del Estado de Michoacán, 1985).

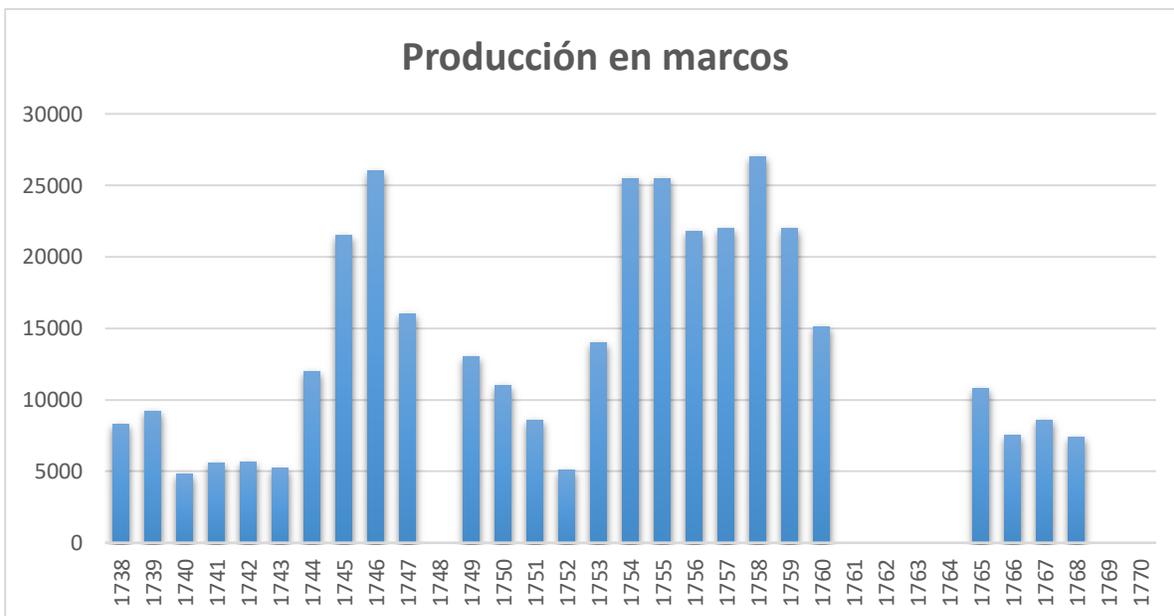
El número de habitantes en las localidades dependía de los momentos de producción minera. Tomando en cuenta la época de estudio, para el año 1746 la población llegaba a 5470 habitantes. Aparentemente, no se incrementó mucho, ya que para 1769 en Tlalpujahua habitaban 5276 personas; sin embargo, para 1793 habitaban 9888 personas (Gavira, 2006) (Gráfica 1).

⁵ No se encontraron investigaciones que detallen la demografía para el caso de El Oro a diferencia de Tlalpujahua.



Gráfica 1. Información poblacional de Tlalpujahua. Fuente: Gavira 2006.

La historia de la segunda bonanza, que comienza en 1733, se origina con el descubrimiento de las vetas por parte de José de la Borda. En 1745, se construyó la hacienda de beneficio de Los Reyes. La producción de plata (en marcos) en Tlalpujahua de acuerdo con datos de Gavira (2006) se resume en la gráfica 2.



Gráfica 2. Producción de plata con base en datos por pago de exportación de plata. Fuente: Gavira (2006).

Cabe hacer una aclaración respecto a los datos que presenta Gavira (2006). Las cuentas de las cajas reales en determinadas zonas mineras, y los datos rara vez coinciden con el inicio de producción minera en la zona. Por ello tomamos el dato de Uribe (2005) quien señala que la segunda bonanza se gesta en 1733 con un repunte considerable en la producción minera. Se toma en cuenta que una mina rica en plata tiene bonanza cuando las cantidades son lo suficientemente grandes para servir de base a una industria. Para determinar la producción de un Real de Minas se considera la población, la producción en marcos y los impuestos; para Tlalpujahuá pocos son los trabajos que involucran estas variables (Bakewell, 1991).

Durante este periodo de bonanza hay dos aspectos fundamentales, primero, las reformas borbónicas redujeron impuestos de un 26% al 13% sobre la producción, disminución del 50% en el costo del mercurio para el amalgamamiento, la creación de diputaciones mineras y la exención de los derechos de alcabala. Y segundo, la Corona ordenó el apoyo a los trece distritos mineros más importantes del país, entre ellos Tlalpujahuá, por los hermanos de “la Borda”, quienes tenían las minas de Taxco y Tlalpujahuá (Avalos, et al. 2019).

La mayor parte de la población se dedicaba al comercio de productos agrícolas y ganaderos, especialmente de trigo, maíz, cebada, animales de carga para los trabajadores de la mina. De acuerdo con información de los asentamientos que provienen de estadísticas elaboradas en 1758⁶, se dividían de la siguiente manera: cabecera (Real de Tlalpujahuá), barrios (El Real, Puztla, Bartola, Zapatero, Bartola, Real de Arriba), pueblos (Tlacotepec, Los Remedios, Tarimangacho, Tlalpujahuilla, Santa María) y cuadrillas⁷ (San Lorenzo, San Francisco, Magallanes, Todos Santos) (Gavira, 2006).

⁶ La demografía histórica elaborada por Gavira (2006) proviene de estadísticas generadas a partir de padrones de confesiones y comunión elaborados en el siglo XVIII, así como de crónicas, expedientes, informes eclesiásticos, –elaborador por Felipe Valleza en los años 1760 y 1765–, y fuentes fiscales obtenidos en el Archivo Histórico Manuel Castañeda, Archivo Casa de Morelos y Archivo General de la Nación principalmente.

⁷ Término empleado para denominar al conjunto de trabajadores u operarios en las minas que se establecían en las haciendas de beneficio de acuerdo con sectores (Gavira, 2006).

Estado de la cuestión

El tema de la minería en la Nueva España ha sido ampliamente estudiado, desde los ámbitos de la historia colonial, la economía histórica, la cartografía minera, impactos ambientales, la historia del derecho y la patrimonialización arquitectónica, por mencionar los más recurrentes.

En obras de carácter general para nuestra época de estudio, hay investigaciones que señalan diferentes momentos de producción minera novohispana y sus consecuencias en los ámbitos antes mencionados. En este sentido, podemos indicar las siguientes: “La minería de Nueva España en 1794”, de Jorge Tamayo y Fausto de Elhuyar (1943); “La minería en la Nueva España en el siglo XVIII”, de Aurea Commons (1989) y “Long-Term Silver Mining Trends in Spanish America: A Comparative Analysis of Peru and Mexico”, de Richard Garner (1988).

Uno de los temas más investigados es la economía novohispana a través de la minería, la cual fue la principal fuente de ingresos e interés en el virreinato. Estudios que aluden a este tema podemos mencionar, *La estructura económica de la Nueva España, 1519–1810*, de René Barbosa (1981); *El sistema de la economía colonial: mercado interno, regiones y espacio económico*, de Carlos Assadourian (1982); *Mecanismos y elementos del sistema económico colonial americano, siglos XVI – XVIII* de Ruggerio Romano (2004).

En obras más particulares, “La minería novohispana a través de los libros de cargo y data de la Real Hacienda (1761-1767)”, de Bernd Hausberger (1997), quien detalla la situación productiva de pequeños y medianos Reales de Minas por medio del análisis de fuentes primarias (Libros de cargo y data). *La economía de la época borbónica al México independiente, 1760-1850*, de Carlos Marichal (2010), quien realiza un análisis historiográfico sobre la economía novohispana y analiza el repunte en la producción minera derivado de las Reformas. Finalmente, en “The role of the Spanish imperial state in the mining-led growth of Bourbon Mexico's”, Rafael Dobado y Gustavo Marrero (2011) analizan el papel de la minería para lograr crecimiento económico en la Nueva España del siglo XVIII.

También se han desarrollado estudios de cartografía histórica. Por ejemplo, “Traveling from New Spain to Mexico. Practices of Nineteenth-Century”, de Magali Carrera (2011), en donde la autora expone una historia de la cartografía en México desde la Nueva España al México independiente. Explica los propósitos y contenido de algunas cartas

mineras y geológicas del siglo XIX. Finalmente, analiza la obra de Antonio García Cubas, en cuanto a su producción, proyectos y tecnología cartográfica.

El artículo, “Las minas de la Nueva España en los mapas del Siglo XVI. ¿Un secreto del Estado?” Thomas Hillerkuss (2013), examina y da un recuento de los yacimientos mineros y reales de minas que se establecieron a la llegada de los españoles. Describe la elaboración cartográfica para la época, categorizando los mapas de la siguiente manera; mapas portulanos, enfocados en rutas, puertos marítimos e irregularidades de las zonas costeras; mapas mixtos, los cuales añaden elementos como villas, reales de minas, poblados, ríos; mapas generales, que buscaban representar a una escala pequeña el territorio novohispano; y mapas específicos, estos últimos, de acuerdo con el autor, son los que más abundan en la época colonial, ya que intentan detallar la posición de los elementos específicos en la cartografía.

En cada uno de los mapas, el autor expone ejemplos, y analiza a algunos autores de éstos explicando el contexto histórico de la elaboración cartográfica. El análisis cartográfico que ofrece, responde a la hipótesis de su investigación, donde indica que los españoles ocultaban información en los mapas por conveniencia, debido a que la Corona no debía saber la riqueza. Sin embargo, la técnica y elementos cartográficos mejoraron por decretos del Rey a principios del siglo XVII.

En el contexto ambiental, el artículo, “The Environmental Dynamics of a Colonial Fuel-Rush: Silver Mining and Deforestation in New Spain, 1522 to 1810” de Daviken Studnicki-Gizbert y David Schecter (2010), los autores se enfocan en el análisis del consumo de leña, principal fuente de energía para la fundición y refinación de plata. El artículo detalla la dinámica de la minería en la Nueva España, las prácticas subsecuentes como producción de carbón y la relación con la agricultura y ganadería.

En el artículo, “The history of silver refining in New Spain, 16c to 18c: back to the basics”, de Saúl Guerrero (2016), explica los procesos de fundición argentíferos, los cuales tuvieron diversas implicaciones a escala global. En su investigación desarrolla cuatro postulados, la geoquímica y uso de nuevas tecnologías tuvo un impacto histórico que permitió la instauración del capitalismo y mercados globales; la fundición de plata que propició la disminución de los costos de producción; el impacto ambiental de los procesos de refinación donde discute cómo mediante el análisis tecnológico del plomo; el agotamiento

forestal; y la comprensión del proceso de amalgamación donde es posible estimar un impacto ambiental. Finalmente desarrolla cómo se dio el proceso de transferencia de conocimiento, explicado por los procesos demográficos de migración entre España y Alemania hacia la Nueva España por lo que las técnicas de aprovechamiento metalúrgico se fueron expandiendo.

En “Indigenous Charcoal Production and Spanish Metal Mining Enterprises: Historical Archaeology of Extractive Activities and Ecological Degradation in Central and Northern Mexico”, de Patricia Fournier (2018), la autora analiza cómo la minería novohispana bajo sus dos métodos de refinamiento (fundición y amalgamamiento) genera consecuencias en el ambiente. Su trabajo proporciona una panorámica histórica de la producción de plata en Zacatecas, y como el uso de mercurio y productos tóxicos tiene impactos en diferentes escalas. Utilizando fuentes primarias, hace estimaciones de uso de carbón como combustible para la producción minera.

En términos jurídicos-administrativos de la época colonial, hay obras que explican los cambios e impactos económicos, sociales y ecológicos, junto con la creación de instituciones. Se cuenta con artículos tales como, “La Real Hacienda de Nueva España, su administración en la época de los intendentes 1786-1821”, de Luis Jáuregui (1999), “Orden jurídico y poder político en el Antiguo Régimen”, de Carlos Garriga (2004), “Orden judicial y herencia medieval en la Nueva España”, de Jorge Traslocheros (2006), “Building a colonial resource monopoly: the expansion of sulphur mining in New Spain, 1600-1820”, de Matthew Lafavor (2012), “Modalidades de tenencia de la tierra en la Nueva España. Siglos XVII y XVIII”, de Juan Pablo Bolio Ortiz y Héctor Joaquín Bolio Ortiz (2013).

Con respecto a la dinámica social y minera, David Brading (1975), en su trabajo *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, en la introducción detalla el panorama poblacional indígena y español para el siglo XVI, en cuanto a su distribución, formas de trabajo, comercio, castas y crisis demográficas. Analiza cómo la Corona, mediante el descubrimiento y explotación de minas, sirvieron como procesos de colonización y organización territorial.

Explica, asimismo, los cambios administrativos que se dieron a partir de 1786, gestados desde el establecimiento de las intendencias, una nueva forma de organización jurisdiccional. Durante esta etapa se dio la instauración del régimen borbónico, por lo que

detalla cómo se conformaron las diferentes audiencias, los conflictos internos que hubo, el papel de los jueces, recaudación de impuestos, tribunales, fiscales, todo en un marco de control económico en la Nueva España.

Peter Bakewell (1976) en *Minería y sociedad en el México colonial: Zacatecas 1546-1700*, detalla los métodos de descubrimiento, exploración y aprovechamiento de minas; que además fungían como procesos de conquista. Zacatecas figuró entre una de las principales fuentes de plata en la Nueva España, y territorialmente con una importante diversidad cultural; tenía nexos hacia otras regiones, por lo que representó así la base de colonización de la Nueva Vizcaya. Explica los centros mineros que eventualmente crecieron con el establecimiento de la ganadería y agricultura, y una de las más importantes vías de comunicación en la época, el Camino Real de Tierra Adentro.

En este sentido, expone el funcionamiento y estructura económica, social y política de los centros mineros. La minería requirió un modelo productivo expresado por el autor de la siguiente manera, conformación de ciudades, diferentes técnicas y métodos de extracción, el uso de suministros, en especial el del mercurio para el amalgamamiento del metal, modos de control por parte del gobierno colonial. En la obra se detalla diferentes momentos de extracción, épocas de bonanzas con datos estadísticos de la época.

De igual forma, el artículo, “La región de Chihuahua durante la primera mitad del siglo XVIII”, de Salvador Álvarez (1999), explica la relación entre la apertura de minas, poblamiento y producción agrícola en la región. El poblamiento estaba ligado al descubrimiento minero, ya que incluso zonas inhóspitas fueron ocupadas para aprovechamientos metalúrgicos. La asociación que hace el autor entre minería y población la analiza desde diferentes perspectivas, ya que se ven involucradas diversas variables como, riqueza de los minerales, disponibilidad de mano de obra, capacidad de inversión, adversidades en la población como guerras o epidemias. A la par con la minería se instauraron haciendas de beneficio, donde la producción de granos se convirtió en una actividad fundamental, por lo que –en palabras de autor–, las bonanzas de minería se relacionan con los índices de mayor producción de grano. Los indicativos que señala, permiten reconocer la transformación territorial, ya que la región se convirtió en una red de abasto mercantil.

En cuanto al tema de la minería como medio de conformación territorial en regiones específicas, se han realizado obras como, *Análisis de la organización territorial de la actividad minera en México*, de Teresa Sánchez (1990). En su tesis doctoral explica las dinámicas territoriales respecto al tipo de producción ya que permite la apertura de ejes y espacios económicos en sistemas regionales. Si bien, el análisis corresponde a la época contemporánea, expone el contexto de regionalización para la Colonia, y mediante cartografía, explica los índices de producción minera, señalando los centros mineros más productivos en la Nueva España.

En “Minería y territorio en México: tres modelos históricos de implantación socioespacial”, Luis Sariago (1992), estudia la estructuración territorial a partir de la minería. Uno de los principales ejes de esta articulación son los caminos, redes urbanas y asentamientos ligados a la minería. Explica el modelo de sociedad colonial minera expresado en los reales de minas. Estaban destinados al control del comercio y extracción de metales. Los ejes territoriales que manifiesta el autor se integran por propiedad, mercado, haciendas en un modelo de complejos mineros, gastos santuarios, y después –finales del siglo XIX–, la incursión de capital extranjero que permitieron la operación de la minería.

En “Minería y espacio en el distrito minero Pachuca-Real del Monte en el siglo XIX” de Elvira Saavedra y Teresa Sánchez (2008), destacan el papel que tuvieron las empresas transnacionales durante el siglo XIX en el impacto territorial. Su análisis se basa en la relación entre territorio y actividades económicas, que reflejan una organización y modelo regional. Al igual que nuestro caso de estudio, empresas extranjeras invirtieron capital para el aprovechamiento metalúrgico, por lo que la autora de un recuento histórico de la minería y establece que a finales del siglo XIX es donde hubo una época de bonanza producto del capital extranjero. La relación territorial con la minería la explica con la red de flujos económicos, los cuales fungen a diferentes escalas por los insumos, extracción y distribución de los metales. Éstos se ven reflejados en las dinámicas y patrones espaciales de poblamiento.

Algunos trabajos que retoman la importancia de los caminos a partir de la minería para comprender las redes regionales; por ejemplo, "El camino real de tierra adentro" en *Rutas de la Nueva España* coordinado Chantal Cramaussel (2006), autora del mismo capítulo, analiza la compleja estructuración del camino Real de Tierra Adentro. Lo representa cartográficamente y mediante un proceso de regionalización. Expresa la relación económica

y poblacional respecto al caminos. Indica cuáles trazos fueron elaborados a partir de rutas prehispánicas.

En “Los caminos de la plata” de Mario Treviño (2012), su estudio se centra en el septentrión novohispano; analiza los elementos internos de producción, exploración y localización de minas desde el siglo XVI al siglo XVIII. Explica como los caminos se fueron conformando debido a la mayor búsqueda de yacimientos en principio. En épocas de bonanza, la necesidad de suministros propiciaba flujo de alimentos, población, insumos mineros –principalmente azogue–, e infraestructura que permitió territorios ampliamente conectados.

En “Medidas y caminos en la época colonial: expediciones, visitas y viajes al norte de la Nueva España” de Valentina Garza (2012) esclarece los parámetros de medición en la época novohispana para ser interpretados en la actualidad. Su análisis se sustenta en comprender diarios de viaje, crónicas, informes de gobierno, relaciones geográficas; en su conjunto, fuentes primarias para descifrar la forma de medir leguas respecto a sus trayectos.

El análisis de los documentos llevó a la autora a conocer los criterios novohispanos de medición. La obra nos otorga un contexto histórico de las formas de medición; enfocándose en el siglo XVIII, por lo que sus mediciones coadyuvaron a nuestro análisis cartográfico para la interpretación en SIG-histórico. A su vez muestra ejemplos cartográficos que detallan los caminos estudiados y cuántas leguas representaban, para hacer conversión con el sistema métrico usado en la actualidad.

Para conocer el legado arquitectónico y urbanístico derivado de los reales de minas, además de reconocer los proyectos urbanos, formas de aprovechamiento de espacio, patrones urbanos y edificaciones, se han realizado trabajos como, “The Role of the Nunneries in the Economy of New Spain in the Eighteenth Century”, de Asunción Lavrin (1966). *Las ciudades de los minerales: reconociendo el legado urbanístico del Norte de México (1885-1921)*, de Enrique Gómez (2014); *Arquitectura y urbanismo de la ciudad de San Luis Potosí en el siglo XVII*, de Alejandro Arellano (1999), y *Dibujos de la primera arquitectura de Nueva España: algunos mapas, planos y proyectos de arquitectura del siglo XVI*, de Pilar Moya (2017).

En la región de estudio y sobre la temática, se han desarrollado diferentes trabajos, como los de Alfredo Uribe (2005; 2009): “Los minerales de El Oro y Tlalpujahuá en el

concierto internacional de los siglos XIX y XX”, e *Historia económica y social de la Compañía Minera "Las Dos Estrellas" en El Oro y Tlalpujahuá, 1898-1959*, que desde una perspectiva económica documenta cómo el proceso minero en la región da un significado histórico. Por su parte, Teodoro Flores (2004) en libro *Geología minera de la región noreste del Estado de Michoacán (Ex distritos de Maravatío y Zitácuaro)* presenta el proceso de expediciones, descubrimiento y fundación de yacimientos mineros en la región de estudio. Pedro Corona y Alfredo Uribe (2009) desarrollaron el *Atlas cartográfico del distrito minero El Oro-Tlalpujahuá*, que muestra un panorama histórico, geográfico y patrimonial de la región de estudio a través de cartografía.

De igual forma, Alfredo Uribe (2006), en sus dos tomos de la obra *Historia de la Minería en Michoacán*, aborda el aporte de las empresas que permitieron cambios tecnológicos y desarrollo de complejos industriales en el siglo XIX. Especialmente, en el volumen dos se centra en la historia minera de El Oro y Tlalpujahuá entre 1890 y 1918. Época marcada por intensa actividad minera por parte de empresas transnacionales. Por lo que expone la modernización productiva de la región, el incremento productivo en cifras, los principales corporativos y finalmente la época posrevolucionaria que permitió el auge de cooperativas mineras.

Finalmente, se exponen una serie de estudios que utilizan los sistemas de información geográfica orientados a la investigación histórica (SIG-histórico). “Historical GIS as a Foundation for the Analysis of Regional Economic Growth: Theoretical, Methodological, and Practical Issues”, de Richard G. Healey y Trem R. Stamp (2000), precisan que es necesario una teoría que ajuste los modelos empíricos usados en el SIG-histórico. Mediante sus modelos se presentan ideas de cómo realizar regionalizaciones históricas. “Using GIS for spatial and temporal analyses in print culture studies: Some opportunities and challenges” Bertrum MacDonald y Fiona Black (2000). Ellos hacen una “geografía del libro”, basándose en la producción literaria de Inglaterra durante el siglo XIX. Utilizan cartografía histórica y fuentes primarias para determinar qué aspectos de la sociedad se relacionan con la producción, distribución y recepción de materiales impresos.

“Adding a new dimension to historical research with GIS”, de Paul Ellian e Ian Gregory (2001), generan un sistema combinado de bases de datos. Esta investigación provee de una completa discusión al uso, alcances, perspectivas e investigación de los SIG el

procesamiento de información documental. “Historical GIS: structuring, mapping and analysing geographies of the past” de Ian Gregory y Richard Healey (2007), en su artículo analizan cómo la investigación en SIG-histórico se ha posicionado como una herramienta para investigaciones cualitativas y cuantitativas que aluden a fenómenos históricos, y de qué manera incursionó en la práctica de la geografía histórica.

Por otro lado, “Historical GIS: enabling the collision of history and geography” de Timothy Bailey y James Schick (2009), explica cómo la consideración del elemento de “ubicación” proporciona nuevas perspectivas, alcances y oportunidades en la investigación histórica. Para ello se recurre a explicar el análisis de datos y fuentes referente al SIG-histórico.

El artículo, “Introduction to historical GIS and the study of urban history” de Donald DeBats, e Ian Gregory (2011), utilizan el SIG-histórico para explicar la posibilidad de estudiar cambios urbanos a partir de la cartografía histórica. Con ello analizan la demografía histórica, migración, sitios urbanos, vivienda, propiedad del suelo. Así mismo, “Toward Spatial Humanities: Historical GIS and Spatial History”, de Roberts (et al., 2014), detalla las principales contribuciones y aplicaciones del SIG-histórico a las humanidades. Mediante estudios de caso aplicados a vías férreas, agricultura, conflictos sociales, religión, política territorial durante el siglo XIX y XX, muestran los desafíos y oportunidades que otorga el SIG- Histórico.

“Deepening Historical GIS: An Integrated Database Solution for Linking People, Place and Events through Unstructured Text”, de Jim Schindling y Trevor Harris (2018), en su artículo proponen herramientas para la solución al manejo de datos utilizados en el SIG-histórico. La estructuración permite crear bases de datos completas con la combinación de variables históricas y contemporáneas. Además, asignar valor de confianza (revisión de confiabilidad del mapa). El artículo contribuye a un mapeo de la cartografía histórica más profundo y una comprensión del lugar y fenómeno histórico.

Objetivos

a. Objetivo general

Interpretar y describir espacialmente a través la cartografía histórica, la conformación territorial y regional, a partir de los cambios geográficos suscitados por la minería entre los siglos XVIII y XIX, en la región minera de El Oro y Tlalpujahuá, mediante el análisis de dinámicas espaciales que de ello se desprenden.

b. Objetivos específicos

- Obtener un procesamiento cartográfico e histórico a partir del uso del SIG-histórico.
- Analizar cambios geográficos y dinámicas espaciales a través del procesamiento de dicha cartografía histórica.

Marco conceptual

Cartografía histórica

En el presente apartado se exponen los conceptos que fungieron como ejes transversales para el desarrollo de la investigación: cartografía histórica, y región. El primero, Varela (2008) la define como aquella ciencia que estudia los acontecimientos humanos a través de su representación en mapas, pinturas, esquemas o signos, que describen una realidad espacial sucedida. Nuestro marco conceptual se enfoca, en específico, en la noción de mapa histórico y antiguo. La cartografía histórica alude a la interpretación geográfica de hechos y datos plasmados en mapas y planos en el pasado.

La cartografía implica el estudio de los mapas como procedimiento de representación de la realidad, y la utilización de métodos y procesos para su producción. Incluye el aspecto técnico y artístico de la producción cartográfica y la utilidad y aplicación cartográfica. En este sentido, la cartografía histórica es una ciencia que involucra el estudio del mapa histórico como una combinación de técnica y arte, y como una expresión de conocimientos geográficos de una época determinada (Mendoza, 2013).

La investigación en cartografía histórica involucra las formas de la representación. El análisis histórico-cartográfico agrega horizontes históricos y políticos (contextos), por lo que

debe tratar de responderse la pregunta de ¿qué hay detrás de la representación espacial? Así, en el análisis debe tener en cuenta los aspectos particulares del momento, tanto las formas de reconocer como de interpretar y proyectar el territorio.

Siguiendo a Russo (2005), quien se centra en la representación pictográfica y estética de la cartografía indígena, durante la época novohispana temprana, se manifiesta la importancia que debe prestarse al uso del color, línea, orientación, extensión y símbolos específicos de representatividad.

En este sentido, nos enfocaremos en la conceptualización de *la representación* implícita en los mapas, en tanto una proyección de la interpretación del espacio geográfico. Carla Lois (2015) define al mapa como aquella representación visual que facilita el conocimiento espacial de cosas, condiciones, procesos y eventos. Se debe reconocer que la cartografía –en tanto ciencia o arte de los mapas– provee de diversas técnicas y soportes teóricos y metodológicos, apelando a lenguajes heterogéneos y convenciones gráficas a lo largo del tiempo. Ello conlleva también una sucesión de imágenes, que representa diferentes montajes y da lugar a distintas interpretaciones en el tiempo, dependiendo de sus marcos contextuales y sus muy diferentes autores.

Los mapas y planos son una compleja construcción social que antecede a un contexto político y cultural. Proporcionan una forma de mirar y representar una superficie terrestre dado por diferentes sistemas o convenciones cartográficas. Son representaciones de una interpretación del territorio, lugar o espacio donde se reconocen relaciones espaciales expresadas en signos, símbolos e información de un momento histórico determinado (Rojas, 2008).

En este sentido, los mapas también son un instrumento para el razonamiento espacial de la información cuantitativa. Son una imagen, que a menudo ya no existe de ubicaciones y números que permite describir, explorar y comunicar algún aspecto de la realidad histórica (Harley, 1989).

La comunicación y objetivo del mapa se logra a través de la representación gráfica, que procura comunicar formas, ideas, procesos y relaciones efectuadas en un espacio multidimensional. Las maneras de representar el mapa varían en función del tiempo, mediante los métodos cartográficos, símbolos y figuras, con los que el hombre pretende transmitir conocimiento de la superficie terrestre (Moncada, 2009).

La investigación se centra en dos tipos de mapas, antiguos e históricos. El mapa antiguo se define como un vestigio que ha subsistido al paso del tiempo que requiere ser registrado, ordenado, clasificado, que consta de símbolos, trazos, rectas, figuras, entre otros, dispuestos de un modo regular o irregular sobre el papel. El mapa histórico se define como un producto que surge de la comprensión y análisis del pasado. Su interpretación requiere de un lenguaje cartográfico que permita descifrar sus elementos visuales, ya que tienen cierto grado de complejidad de acuerdo al espacio estudiado (Mendoza, 2013).

Para la interpretación de un mapa se requiere deconstruirlo; es decir, analizarlo por sus partes. Para ello, el mapa puede ser considerado un texto posible de ser analizado histórica, geográfica, semántica, estética y discursivamente. La cartografía constituye una fuente de conocimiento, de una descripción de la realidad y como es el caso de la presente investigación, de interpretación histórica (Rojas, 2008).

Respecto a ello, Harley (1989), define al mapa como un texto que contiene una narrativa impulsada por los temas, organización y representación que expresa. Por tanto, el mapa se convierte en un código visual que tiene diferentes propósitos y esquemas de lectura. Son un medio para controlar y organizar datos que permiten la construcción del pasado. El mapa es un argumento que surge de la compilación, generalización, clasificación y formación cartográfica de acuerdo con principios metodológicos.

Enfoque regional.

La presente investigación tiene un enfoque regional, pues permite una visualización general de procesos y dinámicas geográficas en medida que, en otra escala, como la local, no alcanzarían a comprenderse o visualizarse.

La región es una unidad espacial que contiene una compleja red de vínculos funcionales y dinámicos locales que funcionan de manera organizada, puede tener límites precisos o difusos, según sean determinados por quien la define con base en puntos de interés. Las regiones con límites definidos siguen principios administrativos, jurisdiccionales, circunscripciones políticas, estadísticos o fronterizos, principalmente. Las regiones de límites difusos tienen fronteras ambiguas –como es el caso de la región de estudio–; ya que su caracterización escapa de un límite definido o normado. En este sentido, se delimitó bajo criterios económicos, y demográficos. La delimitación no precisa de un tamaño en específico

y el establecimiento de los límites también cambia con el tiempo (Schmitt-Egner, 2002; García, 2008).

Los componentes de una región pueden presentarse bajo dos perspectivas. Primero, el medio físico y, segundo, la ocupación humana. En la presente investigación, el primer componente regional involucra un ámbito geológico que establece una división fisiográfica del Eje Neo-volcánico Transversal mexicano, sin embargo, no necesariamente es el criterio más significativo para un análisis histórico, pues no finco o estableció una limitante en las dinámicas regionales, aunque si fue la fuente de abastecimiento (minería). En el segundo componente, se tomó en cuenta el poblamiento que se vio expresado desde mediados del siglo XVIII a finales del siglo XIX; es decir, el perfil social ligado a la minería, vínculos económicos, laborales, redes de intercambio como el comercio y caminos. De esta manera, la región se estableció como un producto histórico relacionado con el medio físico específico dado por la relación estrecha entre el hallazgo de minerales y los procesos de ocupación (García, 2008).

La conformación regional se constituye en función de los vínculos, flujos, nodos e interacciones de los elementos que alberga en su interior, expresados en un sistema funcional. El fundamento de una región se encuentra en la relación de los componentes de una estructura que opera en un espacio dado. Para nuestro caso, se tomaron en cuenta elementos como la circulación de personas a través de caminos, productos como azogue, orografía, establecimiento de minas y comercio que permitió la expansión de la región. Ello crea una red de enlaces, puntos y nodos que concretizan una región. Se dan de manera jerárquica y dentro de un área definible, que puede ser imprecisa y fluctuante. Esto indica que hay nodos principales que derivan de la organización económica, y secundarios, otorgados por el medio físico, para la región en cuestión. Quienes participan en la interacción tienen conocimiento de su existencia (García, 2008).

Cabe mencionar que la investigación se centra en una región histórica, que sostuvo una etapa de conformación y alcance espacial a partir del descubrimiento de minas. Alcanzó etapas de plenitud y declive, cambió en función de la cultura y formas de aprovechamiento metalúrgico, todo ello ligado al medio físico, pero no definidos por él. La región como la conocemos no es la misma que se está estudiando; en la época actual se considera una región

patrimonial de índole turística, donde las relaciones han cambiado sustancialmente (Aparicio y Poncela, 2019).

Por tanto, la región es una construcción social e histórica del espacio. Es producto de dinámicas socioculturales y económicas que permite integrar espacios sociales y le otorgan una estructura propia. La conformación regional culmina en la representación de vínculos que están en concordancia. Tienen particularidades que las distingue de otras, puesto que el desarrollo histórico de la sociedad que alberga genera diversas relaciones de interdependencia (Viales, 2010).

Metodología

En primer lugar, se realizó una búsqueda bibliográfica para aproximarnos a los estudios referentes sobre la minería novohispana, a partir de los procesos metalúrgicos, jurídicos, sociales y geográficos que involucraba. Particularmente, se trató de rastrear información referente a la región de estudio.

Se revisó información en buscadores en línea y en índices de revistas digitales, tales como, Google Académico, Scopus, Biblioteca Digital UNAM, ScienceDirect, principalmente. Se establecieron como palabras clave las siguientes: “minería”, “minería colonial”, “minería novohispana”, “Tlalpujahua”, “región histórica”, “El Oro”, “economía colonial”. Se establecieron criterios de selección a partir de la temporalidad de los estudios de caso (privilegiando los artículos o libros de carácter histórico).

Posteriormente, se inició una búsqueda de fuentes primarias, especialmente de cartografía histórica, con mapas de los siglos XVIII y XIX que incluyeran documentos y archivos coloniales de tierras y aguas, mercedes, censos, sumas de visitas, crónicas de exploraciones, informes de minería, pedimentos y padrones tributarios. Estos documentos fueron recopilados en diferentes archivos históricos como se muestra en la tabla 1.

Tabla comparativa entre archivos consultados y documentos obtenidos	
Archivo histórico	Documentos obtenidos
Archivo Histórico Municipal de El Oro	<ul style="list-style-type: none"> • Cartografía histórica del municipio
Archivo Histórico Municipal de Tlalpujahua	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a base datos de minería • Documentos de la minera Dos Estrellas
Archivo General de Notarías de Michoacán	<ul style="list-style-type: none"> • Cartografía histórica • Consulta de ramo de tierras y aguas

Archivo General de la Nación	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta del fondo Mapas, Planos e Ilustraciones (MAPILU) • Consulta del ramo de tierras
Mapoteca Manuel Orozco y Berra	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta de cartografía histórica
Archivo General de Indias de Sevilla (catálogo digital)	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta de inventarios coloniales sobre minería
Biblioteca del Instituto Nacional de Antropología e Historia (catálogo digital)	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta de cartografía histórica

Tabla 1. Archivos consultados y tipo de información obtenida.

Se obtuvieron mapas históricos entre los siglos XVII y XIX de la Nueva España y México Independiente que aluden a la región de estudio. Otros documentos tales como los informes coloniales de uso de azogue, poblados en la región minera y datos de producción enriquecieron la información obtenida con la cartografía histórica. A partir de esto, se elaboró una base de datos, organizada en categorías: a) arquitectura colonial, b) toponimia, c) minería, d) cuerpos de agua, e) caminos, f) poblados, g) demografía. Con ello se generaron los metadatos. Este procesamiento se hace en SIG-histórico. Para esta investigación se utilizó ArcGis en su versión 10.5 con licencia institucional de la UNAM.

Las bases de datos con SIG-histórico provienen de diversas fuentes. Por ello, es importante integrar la información de manera adecuada, en lo correspondiente a la fecha y el fenómeno histórico de interés, y evitar con ello anacronismos en la representación cartográfica. Es necesario cotejar constantemente el mapa que se está elaborando con el contexto histórico, es decir, que la información representada corresponda al fenómeno histórico en el tiempo y espacio adecuado. Las capas del SIG se deben estructurar de tal forma que especifique fecha, ubicación geográfica y de qué elemento o elementos se trata.

Se procedió al análisis espacial con la información recopilada. En primer lugar, se efectuó la georreferenciación de los mapas históricos; ésta se realizó en coordenadas geográficas y el tipo de proyección utilizado fue *WGS84*. Esto nos permitió calcular distancias, áreas y datos de diferentes fuentes para integrarse.

Se utilizaron bases contemporáneas para poder realizar la georreferenciación tomando elementos que no hubiesen cambiado drásticamente en el tiempo; por ejemplo, hidrología, geología y fisiografía. Las bases cartográficas actuales utilizadas son: mapa digital de elevación, cambio de uso de suelo y vegetación, poblaciones y localidades, red

hidrográfica nacional, cuerpos de agua, geología, que son descargables del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) y el Geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Además, se utilizó la carta topográfica de INEGI, en escala 1:50000 correspondiente a El Oro de Hidalgo, con los siguientes metadatos: ríos, cuerpos de agua, topónimos, carreteras, localidades, orografía, usos de suelo y vegetación.

Para hacer análisis comparativos actuales, se tomaron diferentes series de bases a escala 1:250000, las cuales sirvieron como base para adaptarse a la región histórica minera. Esta unidad escalar es tomada para ver procesos a patrones en uso de suelo, poblados, caminos y ríos; es decir, describir de manera general un modelo de la realidad. También se usó la escala 1:25000, donde se puede observar procesos de transformación de paisaje más específicos, además de ver las implicaciones de procesos urbanos, arquitectura y cuerpos de agua.

Para realizar la georreferenciación se buscaron puntos concretos que puedan ser identificables en la cartografía histórica y contemporánea, tales como ríos, cuerpos de agua, relieve, ciudades, trazos de caminos, vegetación y uso de suelo, geología, arquitectura, asentamientos humanos. Los elementos descritos si no han cambiado de ubicación con el tiempo pueden localizarse tanto en el mapa histórico como en la base actual, –depende necesariamente del intérprete del mapa–. Por ello es imprescindible tener no sólo información cartográfica, sino fuentes documentales que permitan cotejar lo que se representa en el mapa. Estas son especificaciones geográficas que pueden georreferenciarse.

Se tomaron en cuenta mapas que fueran identificables diferentes puntos de control en torno a elementos geográficos. Se procedió a hacer una transformación para rectificar la imagen. La rectificación es polinómica, de primer y segundo grado, y ajuste, en la cual se calcula el error medio cuadrático para cada punto, es decir, el error del punto de control y el destino (Reyes, et al. 2017).

Cabe mencionar que para el SIG-histórico hay diferentes tipos de error y no sólo el que proporciona el software realizando la georreferenciación. Tal como lo explica Gregory (2005), el escaneo, la digitalización y la georreferenciación son fuentes de error. Este se debe a que no siempre es posible capturar de manera precisa la ubicación, los símbolos o representaciones que no tienen puntos definidos.

En la presente investigación se le dio importancia al error de georreferenciación, el cual es un valor numérico otorgado de forma automática por el SIG, y se denomina error medio cuadrático (RMS). El RMS es un parámetro para determinar la precisión de georreferenciación en un mapa. Se debe considerar que para los mapas actuales el error RMS debe ser lo más cercano a cero; sin embargo, para cartografía histórica se tomará un rango de error, entre 1.05 y 3.66 (Baiocchi et al. 2013). En caso de no obtener este valor, se procedió a utilizar diferentes correcciones de georreferenciación como, seccionar el mapa y georreferenciar por segmentos para evitar un desfase, realizar una transformación polinómica o geométrica de primer o segundo grado.

La georreferenciación provoca deformaciones al momento de adaptarse a un sistema de referencia común. Los errores se presentan en las coordenadas por parte de los puntos de control. Estos son aceptables en medida que se requiere para una descripción cualitativa, es decir, la presencia o ausencia de una referencia geográfica, sin embargo, en áreas o niveles de detalle el error métrico –desfase en metros de un punto de control a punto de ubicación– debe ser menor, por ejemplo, trayectorias o caminos (Brigante y Radicioni, 2014).

La información por parte de los documentos primarios incluye descripciones de paisajes y límites territoriales que, en muchos casos, fueron granjas, cerramientos, graneros, muros, corrales, pozos, y tierras de cultivo, o formas de tierra naturales tales como ríos, lagos, bosques, cerros y, luego, cruces y mojoneras.

En los documentos, hay algunos mapas acompañados de escritos que describen las tierras en cuestión, tal es el caso del mapa de minas de Tlalpujahuá de 1773, con un expediente anexo por el litigio de la mina de “Nuestra Señora de Guadalupe”, el mapa del Fuerte del Cerro del Gallo, de 1803 con el expediente descriptivo del Fuerte para el soporte por conflictos bélicos, el plano de Agustín Mascaró de 1794 para la organización de la Ciudad de El Oro, con el expediente anexo de construcción. La información geográfica específica del tiempo puede ser así extraída. Al combinar diferentes fuentes de evidencia de archivo y alinear elementos comunes en las descripciones de la misma región a partir de diferentes fuentes documentales, es posible deducir la forma regional en un momento determinado (Enfield y O’Hara, 1999).

El documento histórico de la figura 2 da cuenta de la ubicación del Real de Minas de El Oro, con referencias a personajes y distancias. Las distancias y coordenadas son

fundamentales para la ubicación. La unidad de medida para distancia en caminos terrestres de la época colonial se denominaba legua. La legua no es una medida exacta en relación al sistema métrico contemporáneo; sin embargo, se puede obtener su equivalente en kilómetros. De acuerdo con Garza (2012), para el siglo XVIII hay un consenso de que una legua equivale aproximadamente a 4,19 kilómetros. Tomando como referencia el documento de ejemplo, se indica que El Oro se encuentra a legua y media de Tlalpujahua; es decir 6.28 kilómetros. Sin embargo, se encuentran a una distancia de 7.8 kilómetros, por lo que corresponde al error medio cuadrático y el error métrico dado por SIG-histórico.

Además, contiene la fecha de su redacción. Esta puede relacionar procesos encontrados en cartografía o documentos de fuentes primarias similares, acrecentando nuestra base de datos.

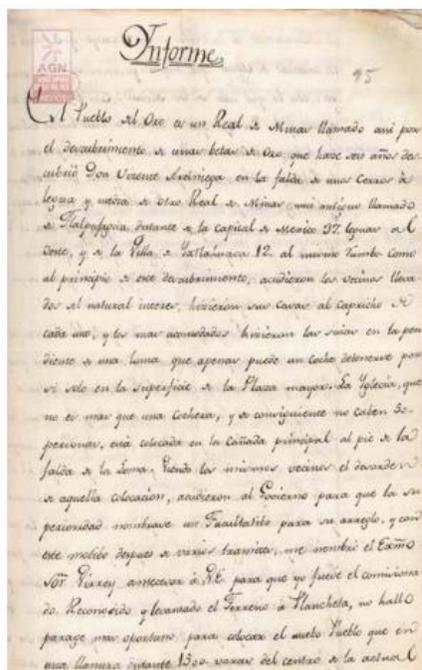


Figura 2. Informe de Manuel Agustín Mascaró del Plano del Real del Oro. Parque del Llano de Salazar, 29 de julio de 1794. AGN, Minería, vol. 130, exp. 10, fs. 45-48 f. (Tomado de: Meléndez, 2013).

Transcripción de la figura 2. El pueblo del Oro es una Real de Minas llamado así por el descubrimiento de unas betas de oro que hace seis años descubrió Don Vicente Arciniega en la falda de unos cerros a legua y media de otro Real De Minas llamado de Tlalpujahua distante a la capital de México 37 leguas al oeste, y a la Villa de Ixtlahuaca 12.

Una vez que el mapa se encuentra georreferenciado, se debe interpretar y obtener los elementos de éste, la cual es información geográfica que sirve para nuestra investigación. Con ello se obtienen capas de información que van en un marco espacial y temporal definido. Para ejemplificar, nos basamos en un mapa del área de estudio correspondiente a Tlalpujahua en el siglo XVII, donde se puede obtener diferente información espacial (Figura 3).

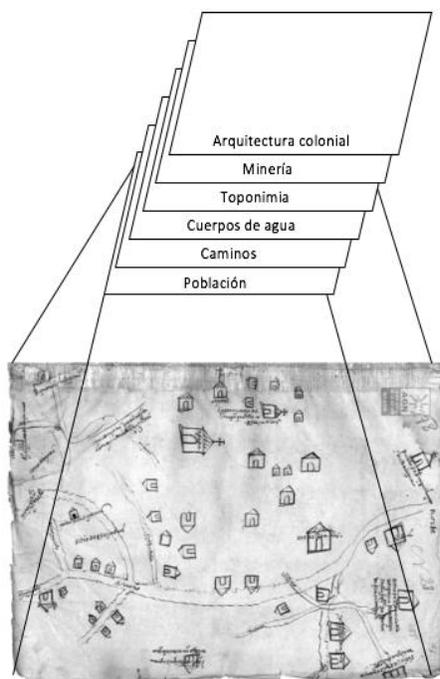


Figura 3. Capas de información obtenidas a partir de mapa histórico, con base en la metodología de MacDonald y Black (2000). Mapa de Tlalpujahua que corresponde a Plano de deslindes de las Congregaciones de Tlalpujagua, Valladolid, 1603. Fuente: AGN, Tierras, vol. 2742, exp. 19, f.

Mediante puntos, se representó la arquitectura colonial, minas y toponimia. Con vectores se representaron ríos y caminos. Finalmente, con los polígonos se demarcaron uso de suelo, vegetación, unidades de paisaje y cuerpos de agua.

Para el análisis espacial que se pretende en este estudio no sólo se buscó representar espacialmente lo encontrado e interpretado en los mapas y documentos históricos, también se procura encontrar relaciones entre los elementos espaciales y los fenómenos históricos. El uso de las capas de información permite integrar fuentes y fechas potencialmente diferentes, y datos cualitativos. Otro punto importante es que el SIG debe reflejar tanto las

redes y flujos producto del fenómeno de estudio y el cambio geográfico subsecuente en base a atributos, espacio y tiempo (Gregory y Haely, 2007).

Se siguió el modelo de MacDonald (2000) para que mediante el análisis espacial se estructuran las variables a estudiar y a qué resultados esperamos llegar producto del procesamiento cartográfico como se observa en la tabla 2.

Nombre	Búsqueda	Definición	Ejemplo
Entidades	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo encontrarlos? - ¿Qué referencias se tienen? - ¿Qué bases de datos actuales voy a utilizar? - ¿Cómo categorizar mi base de datos? 	Son los atributos que van a permitir conformar la región.	Ubicación de minas, poblados, topónimos orográficos, red de caminos, hidrología, fraccionamiento de haciendas y vía férrea de la región.
Condición	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Dónde suceden los fenómenos históricos? - ¿Qué relaciones hay entre los atributos? 	La búsqueda de relaciones que cumplan ciertas condiciones.	¿Cómo se fue estructurando la región? ¿Cuáles son las principales rutas comerciales por plata en la región de estudio?
Tendencias	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la temporalidad de los cambios? - ¿Qué cambios y en dónde se encuentran? 	Determinar cambios y patrones de transformación de paisaje en base a los atributos.	¿Cómo se fue expandiendo la región minera? ¿Dónde se ubicaron los poblados? ¿Hacia dónde se dirigían las principales rutas?
Patrones	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la distribución espacial del fenómeno? 	Investigación para documentar los fenómenos espaciales representados,	- ¿Qué relación hay entre la apertura de minas y la concentración de población en ciertas localidades?
Perspectivas	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué podemos inferir de todo lo observado? 	Explorar patrones observados	Explicar cómo fue el crecimiento de poblados y topónimos. ¿Qué periodos fueron determinantes para la expansión minera? ¿Cuál es la información que nos proporciona la cartografía histórica?

Tabla 2. Variables de consulta y análisis en SIG-histórico (Modificado a partir de MacDonald, 2000)

Finalmente, se procedió a la representación espacial de los fenómenos históricos, procurando presentar la superficie terrestre de la manera más objetiva posible. Los fenómenos se deben exponer de manera comprensible, por lo que se siguieron reglas generales propuestas por Gregory (2005):

- El mapa debe contener tantos detalles como sea necesario, sin saturar los elementos presentados.
- El mapa debe presentarse solo; es decir, sin un texto acompañante en su edición. Precisa de título, leyenda y representación escalar.
- Se debe elegir una simbolización apropiada para el conjunto de datos.
- Los símbolos deber ser lo más explicativos posible; por ejemplo, el agua de color azul.
- Definir de manera cuidadosa cuando una variable continua se convierte a discreta, haciendo intervalos que muestre mejor el fenómeno. Por ejemplo, la tasa de natalidad.

Capítulo I. Panorama histórico de la minería desde el siglo XVI hasta el siglo XVIII

En la época colonial el descubrimiento de yacimientos argentíferos promovió una economía fructífera en todo el territorio novohispano. La producción a gran escala se inició entre 1550 y 1560 después del descubrimiento de minas en Zacatecas (1546), Real de Monte (1552), Pachuca (1552) y Guanajuato (1550), con algunas vetas hacia el septentrión de la Nueva España (Brading, 1975).

En lugares menos poblados, la exploración y explotación comenzó dos décadas antes con pequeñas e incipientes vetas. En 1536, el propio Hernán Cortés se hizo propietario de minas en Tehuantepec, en la provincia de Antequera; siguieron los lavaderos⁸ de Espíritu Santo (Nayarit) y Chiametla (Sinaloa). En 1544 se formó Real de Guachinango, en Nueva Galicia. En 1552 las minas de Pachuca e Ixmiquilpan cobraron relevancia ya que en ellas se establecieron beneficios de azogue (figura 4). Los descubrimientos continuaron hacia el Septentrión en lugares como San Martín (1554), Sombrerete (1558) y posteriormente, Avino, Fresnillo, Nieves, y Mazapil (Hillerkuss, 2013).

Hacia finales del siglo XVI se establecieron importantes centros mineros, como San Luis Potosí (1592). Los beneficios extraídos tenían que ser presentados en las respectivas cajas reales que se ubicaban en la Ciudad de México. Así, la Corona española consolidó una base territorial minera. A partir de la extracción de metales logró dos de sus más importantes propósitos: el manejo de la Hacienda pública para la recaudación fiscal y tener jurisdicción (control territorial) en la Nueva España y la estructuración de un sistema comercial (Assadourian, 1982; Hillerkuss, 2013) (Figura 4).

⁸ A principios del siglo XVI abrieron los “lavaderos de oro”. Como su nombre lo indica, se utilizaban para lavar la tierra y remover los granos auríferos (D’Esposito y Jacobs, 2015).



Figura 4. Principales centros mineros, ciudades y puertos a inicios del periodo novohispano (siglo XVI). Fuente: elaboración propia a partir de Hillerkuss, 2013; Gerhard, 1983.

La minería del siglo XVII tuvo algunas diferencias respecto al siglo XVI. Ahora, el minero tenía una gran cantidad de latifundios. Con ello se generaba un sistema laboral propio para las minas que consistía en general de la siguiente manera: en el norte de la Nueva España los indios para trabajo eran escasos, por lo que la migración para laborío se dio desde el altiplano, principalmente tlaxcaltecas. De manera inversa, de las zonas del norte llegaban a las haciendas del centro de México, indios del norte de la Nueva España (Branding, 1975).

De acuerdo con Commons (1989), el sistema de pago era variante, en promedio era de cuatro reales, sin embargo, no siempre los trabajadores recibían un sueldo. El salario era poco, por lo que los mineros se quedaban con un poco de material que iban entresacando a lo que le llamaron “pepena”. En la organización de mina encontramos los siguientes cargos, un “administrador”, encargado del aprovisionamiento y pagos; un contador encargado de la correspondencia, cuentas, gastos y salarios; el “mandón” pesaba las cargas que iba a las haciendas de beneficio; el “vigilante” y el “portero” dividían turnos para evitar algún robo. Ya en la mina, los quebradores seleccionaban los materiales por su calidad, y el “partidor”, dividía en cuartos el monto extraído de la mina.

En el interior, el “minero mayor” se encargaba del manejo de los trabajadores y desarrollo laboral. Los “barreteros” se encargaban de despegar el metal; los barrenadores y “piqueadores” tenían como labor colocar explosivos. Los “ademadores” construían la estructura para sostener las galerías y los “boteros”, que su función era desaguar la mina. Por último, los niños tenían la función de alumbrar a los barreteros. Otros más pequeños se ocupaban de recoger el desperdicio.

Se presentó un cambio tecnológico y las técnicas de extracción redujeron costos. El mercurio se volvió fundamental para la amalgamación de los metales. Como explica Bakewell (1976), permitió otro mercado internacional, las compañías se integraron al mercado rural, hubo flujo de capitales extranjeros e importaciones, especialmente de azogue. Las altas ganancias en la industria minera atrajeron un amplio flujo de trabajadores. En el caso de minería en Zacatecas poblaciones de indios-tarascos, mexicas, tlaxcaltecas y texcocanos –que se establecieron fuera de la ciudad en diferentes comunidades–, los cuales sirvieron para laboríos en la mina.

Sin embargo, el control de la fuerza del trabajo –expresado en las mineras de Michoacán y Guanajuato principalmente– tuvo diferentes acepciones. Podemos observar que

los operarios de la mina, las condiciones de trabajo y su impacto en la movilidad, daba en gran medida trabajos forzados y un control sociolaboral institucionalizado por la legislación vigente en la época. Hubo medidas económicas y sociopolíticas para reorganizar el trabajo favorecer la disponibilidad de éste. Entre estas se encuentra la elaboración de padrones para el cobro de tributos y el empadronamiento de trabajadores. Ellos estaban obligados a obtener el “atestado de bien servido” para poder trabajar en otro lugar. Con ello, el objetivo del padrón era identificar a los trabajadores, permitir a las autoridades y dueños de minas reforzar el control de la fuerza de trabajo y garantizar la explotación regular de minas y haciendas de beneficio (Villalba, 2013).

La producción agrícola era la segunda fuente productiva novohispana y generó una red de mercado vinculada a los asentamientos mineros; por ejemplo, Zacatecas consumía trigo y maíz proveniente del Bajío. El gobierno regional estuvo controlado por los mineros hasta mediados de la centuria, para después contar con la participación de los comerciantes. Los métodos financieros respecto a los créditos impulsaron las inversiones. Los mayores financiadores eran los comerciantes de plata, operando a través de comerciantes subordinados, refinadores y magistrados locales. A finales del siglo con el método de fundición disminuyó la dependencia al mercurio (Bakewell, 1975).

Durante este siglo XVII, de acuerdo con Commons (1989), se presentó una etapa transicional de la minería que, si bien hubo un rezago en la producción minera, se consolidaron las bases para el repunte posterior. En este periodo se estableció la Real Hacienda y el peonaje, ambas reformas que potencializarán la economía. Con la apertura de minas se formaron Reales de Minas y con ello rancherías, poblaciones, ciudades para abastecimiento (muchos de los reales de mina actuales se construyeron en este siglo).

Económicamente, el rey recibía una quinta parte de la producción de la minería (quinto real), que representaba también los derechos que ganaba sobre la minería. La Corona española no perdió el derecho sobre el subsuelo; sin embargo, ante la imposibilidad de organizar la explotación como empresa del Estado, permitió que los súbditos buscaran minas y se beneficiaran de ellas siempre y cuando entregarán a la Corona este quinto real (Bakewell, 1981; 1989).

En este contexto, el orden jurídico tenía una estrecha relación entre producción minera y la política por parte de la Corona española. El interés legal de la colonia era poder

tomar control territorial y que todo depósito mineral perteneciera al monarca. Los hacendados con concesión de extraer metales tenían que dar regalías o impuestos a la Corona. También se propició que las comunidades indígenas se les tomara como mano de obra, detonando migración y, por ende, cambios territoriales (Bakewell, 1990).

Ya entrado el siglo XVIII, La Corona enfrentó dificultad política, crisis comercial local, y problemas económicos, que influyeron de manera negativa en la producción minera. Hubo abandono de minas por falta de trabajadores. El azogue –esencial para el amalgamiento del metal–, era escaso debido a irregularidades en el envío. Esto se debió a la crisis administrativa por las guerras en las que participaba la península ibérica, tales como, Guerra de Sucesión (1701), Guerra Peninsular (1704) Gran Guerra del Norte (1707), Guerra Anglo-española (1727), Guerra de los Siete Años (1756). Las haciendas se convirtieron en unidades aisladas y autosuficientes. A su vez, se establecieron como base económica, permitiendo la regulación del trabajo, mediante el control de jornadas laborales bajo cierto horario, remuneración económica, descansos con connotación religiosa (Commons 1989; Jauregui, 1999; Castro, 2000).

Durante la última mitad del siglo XVIII, representó una etapa trascendental para el repunte y las nuevas bonanzas de la minería. Durante este siglo se desarrollaron las importantes minas de Guanajuato. En este último se obtuvieron metales de diversos Reales de Minas de un vasto territorio que cubre los estados actuales de Sinaloa, Sonora, Durango y Chihuahua. Hubo un clima de confianza entre los productores y el virreinato, esto se debió en gran medida al proyecto borbónico de las nuevas reformas (Velasco 1987; Hausberger, 1993).

Una de las variables del repunte minero durante este siglo fue el rápido crecimiento de la población (la población de 3,336,000 habitantes en 1742 a 6,122,000 de habitantes en 1810). Se instauró un modelo económico autosuficiente en términos regionales que propició diversos esquemas de aprovechamiento agrícola y tenencia de la tierra. El uso de insumos dependía necesariamente de la disponibilidad y capacidad de soporte de las haciendas. La minería representó un eje económico que permitió que muchos se volvieran millonarios (Brading, 1975).

En 1772 se fundó el Colegio de Minería donde se impartieron cursos de metalurgia, mineralogía y química. En 1777 se creó el Real Tribunal de Minería; tenía como meta lograr

mejoras tecnológicas para el aprovechamiento metalúrgico, resolver con prontitud los litigios y demandas, otorgamiento de créditos y negociación de minas. En general, se impulsó una modernización del sistema colonial y un crecimiento comercial sin precedentes (Velasco, 1987; Commons, 1989). Precisamente, la década de 1770 marcó un hito en la producción argentífera, ya que hubo una expansión industrial. Se calcula que la Nueva España en este periodo producía el 67% de toda la plata de América (Brading, 1975).

A finales de la centuria, se decretaron las Reformas borbónicas, las cuales, entre otros aspectos, pretendían la modernización de la minería, para mejorar la recaudación fiscal, haciendo más eficiente la estructura administrativa y económica. Se evitaron caciquismos locales. Un punto fundamental fueron las audiencias, que mediante la contaduría de la Real Hacienda evaluaban el trabajo del erario (Contreras, 1996; Jauregui, 1999).

Este México borbónico, como lo llama Brading (1975), fue un periodo que va de 1763 a 1810, y resultó de la colaboración entre el gobierno, comerciantes capitalistas y millonarios mineros. La instauración de reformas económicas incentivó un mayor flujo de capital e inversión por parte de empresas. La revolución que trajo consigo las reformas implicó la creación de instituciones nuevas y población española que dirigiese el gobierno.

Uno de los auspiciadores de las Reformas borbónicas fue el general José de Gálvez, militar que fungió como Ministro de Indias de 1776 a 1787. Gálvez pensaba que la minería era origen y única fuente del movimiento de las ocupaciones humanas y del comercio, por ende, la necesidad de prestarle atención. Bajo su mandato se crearon cientos de puestos administrativos y de recaudación fiscal, enfocándose en la minería y el monopolio del tabaco. A esta serie de cambios se sumó el hecho de que la Gran Audiencia perdió autoridad sobre el tributo indígena y fondos comunales, ahora sería la Junta de Real Hacienda (Brading, 1975).

Una de las principales finalidades de las reformas, era propiciar una mayor recaudación fiscal y se estaba logrando. La recaudación aumentó de 1,488,690 pesos en 1775 a 2,360,252 pesos en 1779. La nueva organización económica rendía frutos. Otro punto fundamental, fue la apertura del comercio transatlántico tras eliminar los obstáculos por aranceles impuestos hasta antes de las reformas (Brading, 1975).

Finalmente, y a la luz de los cambios dispuestos, en 1786 fueron promulgadas las ordenanzas de intendentes para la Nueva España. Esto representó un cambio administrativo

de estructuras a nivel local, provincial y central. En la Nueva España se establecieron 12 intendencias, Yucatán, Puebla, México, Oaxaca, Veracruz, Valladolid, Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, Guanajuato, Guadalajara y Sonora. Los intendentos dirigentes tenían cuatro tareas: guerras, policía, hacienda y justicia. Todos estaban subordinados al subdelegado de la Real Hacienda (Brading, 1975).

Ante este panorama histórico político, económico y social que incidió en la producción argentífera, en el siguiente apartado nos abocamos en la región El Oro y Tlalpujahua. Se expone brevemente la situación minera a partir del siglo XVI, para enfocarnos en la producción durante la temporalidad de estudio que se encuentra entre los siglos XVIII y XIX.

Capítulo II. Minería del siglo XVIII y XIX en la región de El Oro – Tlalpujahuá

En 1522 se suscitó la llegada de los españoles a Tlalpujahuá. La primera encomienda llegó en 1524, de Hernán Cortés otorgada a Gonzalo Rioboz Sotomayor, encomendero de Araro y Cinápecuaro. En 1528 el encomendero asignado fue Diego Hurtado y un año más tarde Gaspar Ávila Quiñones. En 1537 se entregó a Francisco Rodríguez. En 1538 Tlalpujahuá se encontraba en la jurisdicción de Ucareo, Cinapécuaro, Araro, Maravatío y Taximaroa. En 1550 fue Taimeo fue agregada a la jurisdicción. En 1558 fueron descubiertas las primeras minas en los límites de Taimeo (Gerhard, 1993).

En 1560 recibió el título de Real de Minas de Tlalpujahuá en Ucareo. Fue hasta 1596 que el alcalde Gaspar de Solís, llevó a cabo la primera congregación de indígenas y primer trazo y construcción de viviendas para el nuevo pueblo. Fue en 1603 que se reconoció de manera independiente el Real de Minas de Tlalpujahuá con catorce vetas en explotación, teniendo su primera bonanza hasta mediados del siglo XVII (Aparicio y Poncela, 2019).

La segunda bonanza argentífera de Tlalpujahuá data de 1733. En 1736 inició la explotación de la mina de Santa Ana. En 1743, el minero José de la Borda encontró una rica veta; sin embargo, éste se trasladó a Taxco. En 1745 se construyó la hacienda de beneficio de Los Reyes. En 1758 corresponde al año de mayor producción minera que se registró en la Caja Real de México procedente de Tlalpujahuá (Gavira, 2006).

Las vetas tuvieron su apogeo hasta mediados del siglo XVIII, debido a la crisis política y económica de la Corona española derivada del conflicto entre España y Francia; junto con los conflictos bélicos derivados de la guerra de Independencia.

Posteriormente se presentaron dos factores para el repunte argentífero en la región minera; primero, la apertura del Real de Minas de El Oro y, segundo, el cambio tecnológico para una nueva bonanza en el ya reconocido distrito minero El Oro–Tlalpujahuá. surge el asentamiento novohispano de El Real de Minas de El Oro tuvo su origen en 1786, perteneciente a la jurisdicción de Ixtlahuaca. Durante este año se explotaron minerales en la cañada que forman los cerros hoy llamados Somera, Capulín y Del Carmen (Meléndez, 2013).

Las primeras minas de El Oro fueron descubiertas por Andrés Francisco Arziniega, hombre que desde 1788 comenzó a beneficiarse de los productos minerales. Durante este año se establecieron otras minas, primero la del Poder de Dios, administrada por Vicente Gujide

y las de menores rendimientos de San Francisco de Paula, San Vicente, De la Aparición y Chihuahua, cuyos respectivos propietarios eran Manuel Serrano, José González y José Coronado (Meléndez, 2013).

Por su parte, Tlalpujahua instauró su primer ayuntamiento en 1822, y en 1831 se reconoció como municipio. Este lapso fue determinante, ya que empresas británicas invirtieron en tecnología para la recuperación de vetas que estaba abandonadas y destruidas. En 1876 la producción siguió antiguos laboríos españoles, con el régimen porfirista se descubrieron y aprovecharon las vetas del cerro la Somera en El Oro (Uribe, 2001; Meléndez, 2013).

En 1898 se fundó la compañía minera Las Dos Estrellas. La concesión federal se dio para los tiros Estrella 1, Estrella 2 y Estrella 3, abarcando un área de 385.37 hectáreas. La minera propició un desarrollo técnico, científico y productivo. Las empresas inglesas modernizaron la industria, invirtieron capital, logrando que se ubicara entre las 22 empresas más rentables en México. Influyó además que la demanda de oro a nivel mundial se encontraba en apogeo (Corona y Uribe, 2009). Desde 1898 a 1907 alrededor de 51 empresas explotaron minerales, la mayor participación fue el capital inglés; sin embargo, el capital norteamericano y francés fue relevante (Uribe, 2001).

En 1899, la empresa *Explotation Company* de Londres, adquirió el mineral de El Oro. Estas empresas pertenecían a J. B. Haggin y John B. Frisbie de la *American Mining Company* y de la *American Railroad and Lumber Company*. Ello generó en la mina El Oro, una vía férrea de 47 kilómetros y 40 000 acres de tierra boscosa (Uribe, 2005). En la figura 5 se observa un plano del ferrocarril elaborado por la empresa *American Mining Company* a finales del siglo XIX.

El perfil topográfico de la figura 5, detalla niveles altitudinales por localidad, para definir la pendiente y curvatura de la vía férrea, es decir, el ángulo de desviación por tramo. Además, al tener un relieve abrupto, angosto y de gran longitud, permite definir el trayecto deseado. En primera parte, se muestra el paraje de Tultenango, la zona más abrupta del perfil. El paraje se encuentra 2548 msnm (metros sobre el nivel del mar), para llegar a El Oro (2754 msnm) y La Cima (2936 msnm). A partir de este punto el descenso es de igual forma abrupto, ya que hay un descenso en los poblados de Los Medanos (2787 msnm) y Carmona (2683 msnm). Todos estos sitios se encuentran en el distrito de El Oro.

El perfil fue diseñado para seguir el camino hasta Toluca, con el paraje de Palizada (2638 msnm), pero, la zona menos abrupta pasa por el distrito de Ixtlahuaca con los parajes de La Trinidad (2686 msnm), Guadalupe (2695 msnm), Covadonga (2672 msnm) y Corralones (2641). El tramo de Tultenango a Guadalupe es de aproximadamente 43 kilómetros; y de Guadalupe a La Palizada es de 12.5 kilómetros aproximadamente (figura 5).

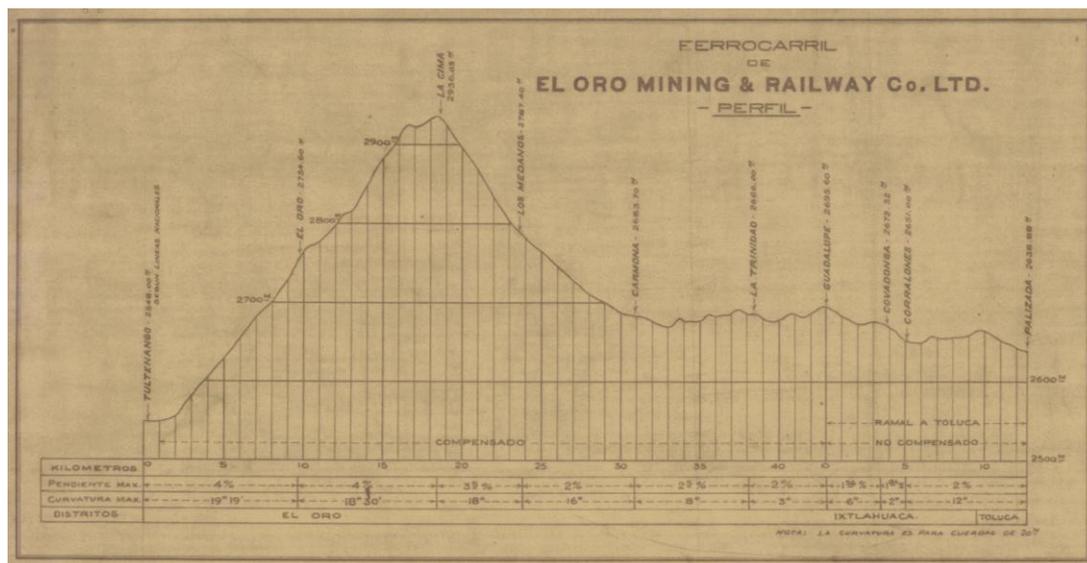


Figura 5. Mapa de vía férrea que va de Tultenango a La Palizada, para los minerales de El Oro. Fuente: Mapoteca Orozco Y Berra, varilla CGMEX08 y código clasificatorio 9633-CGE-7251-B

Con la imagen de la figura 5, si bien no se puede georreferenciar, las localidades por donde pasa la vía férrea se pueden comparar y encontrar. En los mapas históricos hay trazos de la vía donde se cortan, y siguiendo la línea topográfica se puede descifrar los tramos consecuentes, además se toma en cuenta las localidades que siguen la región según la vía de comunicación.

La compraventa de los minerales representó para la Exploration Company una inversión directa de 820,024 libras. Así mismo se descubrió la veta Esperanza por Augusto Sahlberg y la veta Negra, por su riqueza aurea. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX se construyeron los primeros tiros a cielo abierto, a esta veta la llamaron “La Descubridora”, ubicada a faldas del cerro la Somera. Durante este periodo se explotaron las vetas de Chihuahua, Calera y San Rafael (Uribe, 2005).

En síntesis, en este capítulo expusimos de manera general cómo la minería –a lo largo de poco menos de cinco siglos– se vio expresada en diferentes momentos y bajo diferentes contextos históricos, en la región de estudio. La cartografía nos permite representar y explicar

las relaciones espaciales. En este contexto histórico, en el siguiente capítulo se detalla los resultados de la interpretación y representación cartográfica a partir de la cartografía histórica.

Capítulo III. Análisis e interpretación de la cartografía histórica

En el presente apartado se muestran las fuentes, documentos y mapas utilizados en el análisis espacial para el posterior procesamiento e interpretación mediante el SIG-histórico. La documentación y recolección de los documentos de archivo permitieron la elaboración de una base de datos. En la tabla 3 se muestra el total de 14 mapas históricos que sirvieron para la georreferenciación. Todos los documentos entre cartografía, documentos de uso de azogue, informes geológicos y triangulaciones mineras de la región para la época de estudio (siglo XVIII-XIX) que fueron encontrados, se señalan en los anexos. En la base de datos se cotejó información histórica del mapa, tal como, metadatos, información del expediente y procedencia, todos estos datos se resumen en la tabla 3.

Algunos datos son producto de la interpretación del mapa, tales como información del autor (formación académica, dependencia de gobierno, peritos, miembros eclesiásticos e ingenieros de mina), escala, fecha de elaboración y el objetivo. Las fuentes históricas suelen no coincidir en sus referencias espaciales de acuerdo con las convenciones cartográficas actuales. Por ende, la información de los registros históricos que complementa el mapa sirve para identificar espacialmente el contenido de éste.

La base de datos intenta ser lo más descriptiva en cuanto a las fuentes. Otra de las finalidades de la base de datos, como se muestra en el siguiente punto de la investigación, es identificar las capas e información producto del procesamiento. Ello nos va a permitir realizar análisis comparativos. Por ejemplo, ¿qué tanto se han desplazado los elementos de la cartografía en cierto periodo? ¿Por qué el cambio? ¿Qué procesos históricos se suscitaron para que se generarán estos cambios? Son preguntas e información que también pueden ser abordadas a mayor profundidad en otros estudios.

Asimismo, la base de datos puede actualizarse constantemente. Para este procedimiento se requiere una búsqueda más sustanciosa de registros históricos. Ello nos va a permitir detectar errores, validación y generar nuevas capas de información. No hay una forma claramente aceptada para la creación de bases de datos usando un SIG (Gregory, 2002). El interés de la presente base de datos fue seleccionar cartografía, catalogar fechas, reportes, información sobre autores, escalas que incluso no contiene el mapa; por lo que facilita la organización e interpretación de los documentos analizados.

La base de datos fue elaborada con documentos que datan de 1737 a 1935, por lo que muestra gran evidencia histórica y geográfica de diferentes procesos. Algunos documentos se elaboraron sin fines científicos o prospección minera, pero sí tienen relación con la actividad. Por ejemplo, se encontraron documentos de dotación de tierra que surgieron por la parcelación de haciendas a donde se trasladada el beneficio de los metales. También se localizaron mapas generales que muestran caminos y movilidad vía férrea, localidades aledañas y puntos de interés.

La información histórica permitió mejorar los procesos de identificación de poblados, minería y relación entre localidades. Se integraron diversas fuentes de información y archivos históricos en una misma base de datos. Por limitaciones de tiempo de esta investigación no alcanzamos a integrar una base de datos más compleja, pero para futuras investigaciones y enriquecer el análisis recomendamos elaborar una base de datos que incluya elementos como usos de suelo, vegetación, expediente anexo al mapa, índices demográficos, procesos históricos tales como, conflictos políticos, poblamiento y cambios en límites administrativos.

Tabla 3. Tabla de base de datos con mapas utilizados en la georreferenciación.

Información del mapa y georreferenciación										
Mapa_Cat_Particular	Procedencia	Catalogación procedencia	Año	Autor	Nombre del mapa	Escala métrica	Escala	Ubicación web	Sobre el autor	Finalidad del mapa
Mapa_O_3	Mapoteca Orozco y Berra	2236C-CGE-7251-A - Varilla CGMEX01	1885	S/I	Levantamiento en los registros de El Oro y Jilotepec del Estado de México	1:200000	Regional	http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/mapas/2236C-CGE-7251-A.jpg	S/I	Levantamiento con poblados y caminos para la región norte del Estado de México
Mapa_O_4	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V2.0150	Siglo XX	F. Rangel y R. Escontria	Triangulación de los distritos mineros de El Oro y Talpujahuá	1:20000	Local	http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/mapas/2274-CGE-7251-A-1.jpg	S/I	Triangulación de poblados en el distrito minero de Talpujahuá y El Oro con ubicaciones en coordenadas geográficas
Mapa_O_5	Mapoteca Orozco y Berra	2320B-CGE-7251-A-1 Varilla CGMEX02	1913	Luis Bolland	Hacienda de Solís, Municipalidad de Temascalcingo, Estado de México	1:25000	Local	http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/mapas/2320B-CGE-7251-A-1.jpg	Ingeniero en Minas	Triangulación gráfica en detalle: Llano de la Bolsa. Con poblados de Temascalcingo y el Oro, contempla a la Hacienda de Solís.
Mapa_O_7	Mapoteca Orozco y Berra	2399-CGE-7251-A Varilla CGMEX03	1923	Instituto Geológico de México	Plano de la triangulación en el Distrito de El Oro, México	1:50000	Regional	http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/mapas/2399-CGE-7251-A.jpg	Dependencia de gobierno	Triangulación y ubicaciones en coordenadas geográficas de los diferentes poblados, topografía y orografía del distrito.
Mapa_O_10	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V1.0019	1913	Antonio Acevedo y Francisco Blázquez	Triangulación en la región megasísmica Acambay-Temascalcingo. Red Triangulatoria entre Acambay y El Oro, Estado de México	1:50000	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/in dex.php/cgf-mex-m10-v1-0019/	Instituto Geológico Nacional. Departamento de Topografía	Trigulación en el Distrito de El Oro, con orografía y coordenadas de ubicación de poblados.
Mapa_T_1	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.RM.M26.V4.0243	1828	José Burkart	Plano geológico del distrito minería de Talpujahuá	1:950	Local	https://mapoteca.siap.gob.mx/in dex.php/cgf-rm-m26-v4-0243/	Hermann Joseph Burkart fue el director técnico de la British Talpujahuá Company 1825-1828 y ocupó el mismo puesto en la British Bolaños Company 1828-1834	Caracterización geológica de Talpujahuá para la compañía minera.
Mapa_T_2	Archivo General de la Nación	Tierras, Volumen. 2392, exp. 1, cuad. 3, f. 39. MAPILU 01432F	1755	Ignacio de la Vega (Alcalde mayor)	Talpujahuá, Michoacán, Ixtlahuaca y Jilotepec. Edo Méx.	S/I	Regional	S/I	Alcalde	México. Pueblos de Ixtlahuaca, Jilotepec, Celaya y Maravatio rodean un sitio llamado Talpujahuá donde se ubica la hacienda de Solís, siendo su dueño Antonio García Miranda quien solicita límite de su propiedad

Mapa_T_9	Archivo General de la Nación	Operaciones de Guerra, vol. 112, f. 165. MAPILU 02628F	1813	Nicolás Cano de Luque	Fuerte del Cerro del Gallo, Tlalpujahua, Michoacán	1000 varas castellanas	Local	S/I	Capitán	Tlalpujahua, Michoacán. Hace uso de sus tierras para indicar cada uno de los lugares que aparecen en el. Manifiesta la presencia del fuerte y cerro del Gallo, varios valuartes principalmente El Carmen, San José, San Juan de Dios, San Jerónimo y San Miguel. Algunos almacenes, cuerpos de agua, pueblito de los Remedios, el barrio de los Zapateros, así como el pueblo de Santa María Nativitas
Mapa_T_10	Mapoteca Orozco y Berra	1792-OYB-7251-A	1885	Ingeniero Carlos Ramiro	Plano de la hacienda de San Miguel Solís en el distrito de Ixtlahuaca, Estado de México	1:100000	Regional	http://w2.siap.sa.garpa.gob.mx/mapoteca/mapas/1792-OYB-7251-A.jpg	Ingeniero	Plano de la Hacienda de San Miguel Solís, muestra la propiedad y deslinde de los predios de los señores Dosal
Mapa_T_12	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MICH.M11.V 2.0142	1935	Oscar Patiño G., Felipe Flores Lizárraga y Luis J. Gallo	Poligonales levantadas por la expedición de geodésica de Lerma en la Región de Maravatío a Tlalpujahua, Michoacán	1:50000	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/in dex.php/cgf-mich-m11-v2-0142/	S/I	Topografía, poblados y caminos que derivan de la triangulación entre Tlalpujahua y Maravatío
Mapa_O_14	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V2.0151	Siglo XX	S/I	Triangulación Distrito minero El Oro y Tlalpujahua	S/I	Local	https://mapoteca.siap.gob.mx/in dex.php/cgf-mex-m10-v2-0151/	S/I	Triangulación con ubicaciones en coordenadas geográficas de poblados y orografía de El Oro.
Mapa_O_15	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V3.0187	Finales siglo XIX	B. Lobato	Triangulación Acambay a Mineral del Oro	1:50000	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/in dex.php/cgf-mex-m10-v3-0187/	S/I	Triangulación con poblados entre los poblados de Acambay y Mineral del Oro.
Mapa_O_16	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V3.0207	Finales siglo XIX	Clara P. García	Plano de triangulación en el distrito de El Oro, México	1:50000	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/in dex.php/cgf-mex-m10-v3-0207/	S/I	Plano de triangulación con ubicaciones para el distrito de El Oro-
Mapa_O_11	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V1.0020	1913	Antonio Acevedo y Francisco Blázquez	Triangulación de primer y segundo orden en la región megasísmica Acambay-Temascalcingo, distrito de El Oro, Estado de México	1:50000	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/in dex.php/cgf-mex-m10-v1-0020/	Instituto Geológico Nacional. Departamento de Topografía	Trigulación en el Distrito de El Oro, con orografía y coordenadas de ubicación de poblados.

Capítulo IV. Análisis de la cartografía histórica. ¿Qué información obtenemos y cómo explicar los fenómenos históricos representados en el espacio?

En este apartado se muestran los resultados del procesamiento e interpretación llevadas en el SIG-histórico. Se ilustran cronológicamente los documentos y cartografía histórica que fueron representados espacialmente. No todos los documentos de la base de datos fueron cartografiados; algunos sirvieron como referencia, contexto, información complementaria o para identificar elementos para el geoprocesamiento. En total se georreferenciaron quince mapas, los cuales se seleccionaron por el contenido de información, es decir, vínculo con actividades mineras, información geométrica o vectorial representativa para el caso de estudio, precisión en aspecto visual, que tuvieran una escala cartográfica regional y local.

Aquellos que no fueron georreferenciados es porque no tenían claras referencias geográficas, o bien, no eran representativas; el error RMS era alto (más de 3.66), el grado de distorsión del mapa no permitía la identificación de elementos y algunos solo para cotejar información, como los mapas generales.

Los materiales históricos suelen estar basados en texto y la cartografía histórica es espacialmente imprecisa. Una de las soluciones para la conformación de estos dos tipos de información es la tabulación de datos históricos. Las capas de información en algunos de los mapas aquí presentados tienen más información anexa de la que se representa. Con ello, la información transcrita está a disposición del sistema, y en las tabulaciones se pueden agregar fechas, nombres de lugares y personas, eventos históricos, etcétera (Schindling y Harris, 2018).

Respecto a los mapas del XIX, algunos ya cuentan con coordenadas geográficas convencionales actuales y fueron, en buena medida, más sencillos de procesar. Sin embargo, tiene un margen de distorsión debido a la imprecisión del sistema de coordenadas lo que genera un desfase en ubicaciones. La distorsión se logró corregir mediante transformaciones polinómicas en el SIG, obteniendo así mayor fiabilidad en la ubicación de los elementos cartográficos.

Este tipo de corrección se hace para que los elementos del mapa tengan la mayor precisión posible. Lo que se busca en el mapa son referencias especiales, y la cartografía histórica aquí mostrada representa una oportunidad de obtener hallazgos de elementos

geográficos que fundamenten el fenómeno histórico, y que se les pueda ubicar en el espacio.

Finalmente, los mapas de principios del siglo XX fueron los más precisos (en términos de las convenciones cartográficas contemporáneas), con referencias geográficas que distaban a menos de 20 metros de referencias actuales. Se consiguió una aceptable visualización del mapa debido a que el escaneo es de muy alta calidad (resolución de 600 ppp y 18740 x 19425 píxeles). Elementos como anotaciones, coordenadas, localidades, daño del mapa, líneas confusas, fueron percatados con esta resolución.

Es preciso señalar que se utilizó cartografía histórica del siglo XX para identificar de manera más precisa poblaciones, vías de comunicación y topónimos. Además, nos sirvió para identificar elementos de cambio después de la época de estudio.

La corrección del error en georreferenciación se logró con la función de *adjust* y *2nd order polynomial*. La función *adjust* elimina la diferencia o desfase entre un punto de control y dónde debería ir. Para la corrección, mapas con estas características se georreferenciaron en diferentes ocasiones, mediante la segmentación de la cartografía. En la figura 6, muestra un ejemplo del proceso. Un mapa que presenta un desfase por la función *adjust* de 74m. El segmento que quedó erróneo se recorta y se vuelve a georreferencias, eliminando así el error lo mejor posible (figura 6.1).

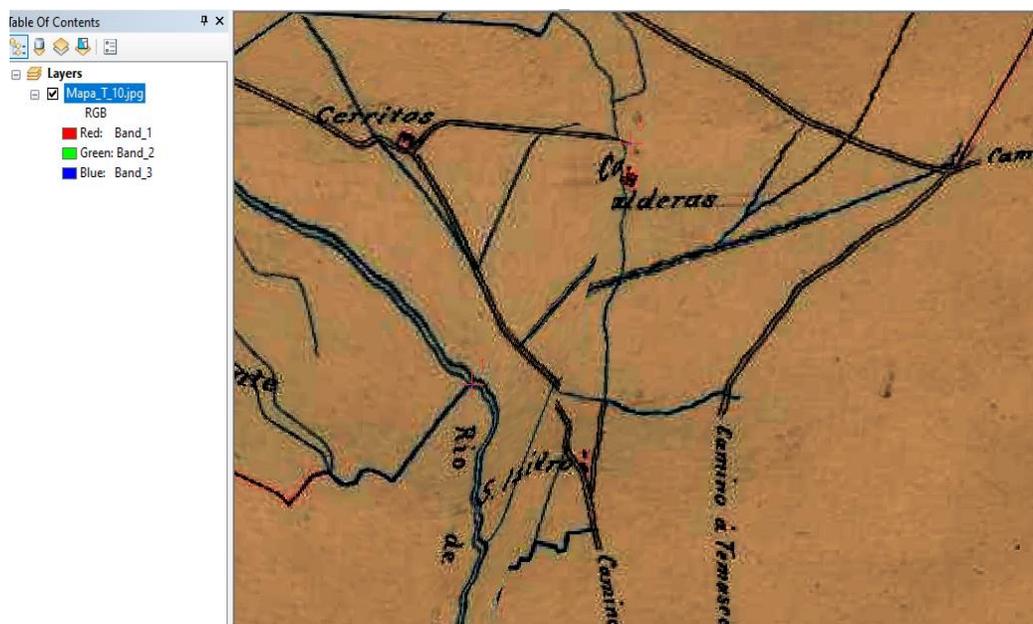


Figura 6. Desfase por aplicación de *adjust* en georreferenciación de mapa.

En la figura 6.1, se muestra el seccionamiento que se le añadió el mapa para con ello tener la corrección posterior al *adjust*.

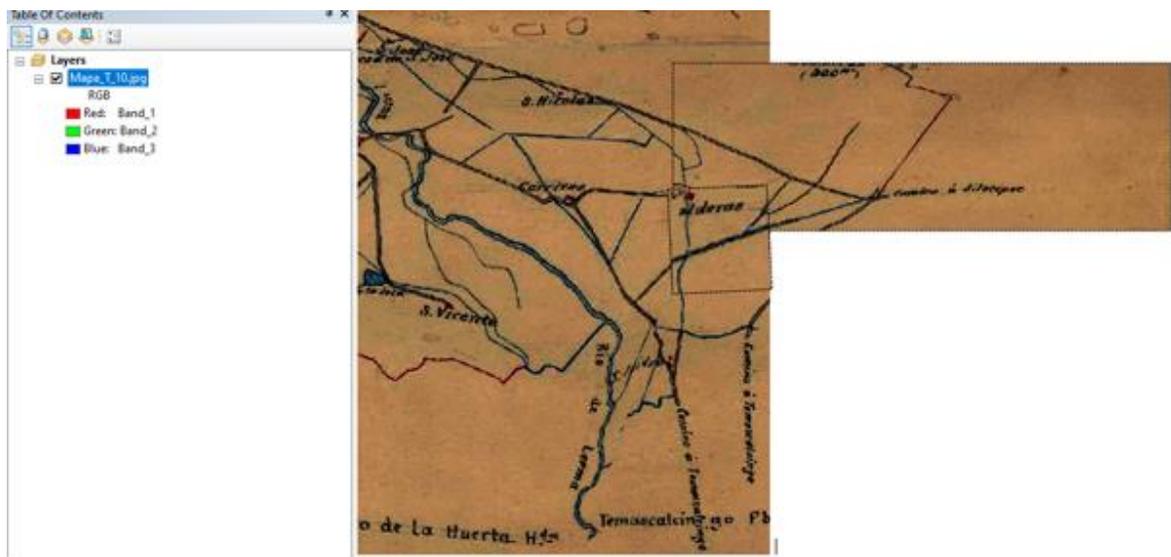


Figura 6.1. Corrección de desfase por aplicación de *adjust* en georreferenciación de mapa y aplicación de los nuevos segmentos.

Otro tipo de corrección es la de *2nd order polynomial*, la cual es un ajuste automatizado del SIG. La función permite ajustar el tipo de proyección utilizado y los puntos de control. Con ello, el mapa obtiene una alta precisión planimétrica respecto a la ubicación de los puntos de control. Cabe señalar que con esta corrección algunos segmentos del mapa que no tienen puntos de control se distorsionan ampliamente, sin embargo, esto no afecta el geoprocesamiento ya que en estas zonas el mapa tiene poca o nula información (figura 7).

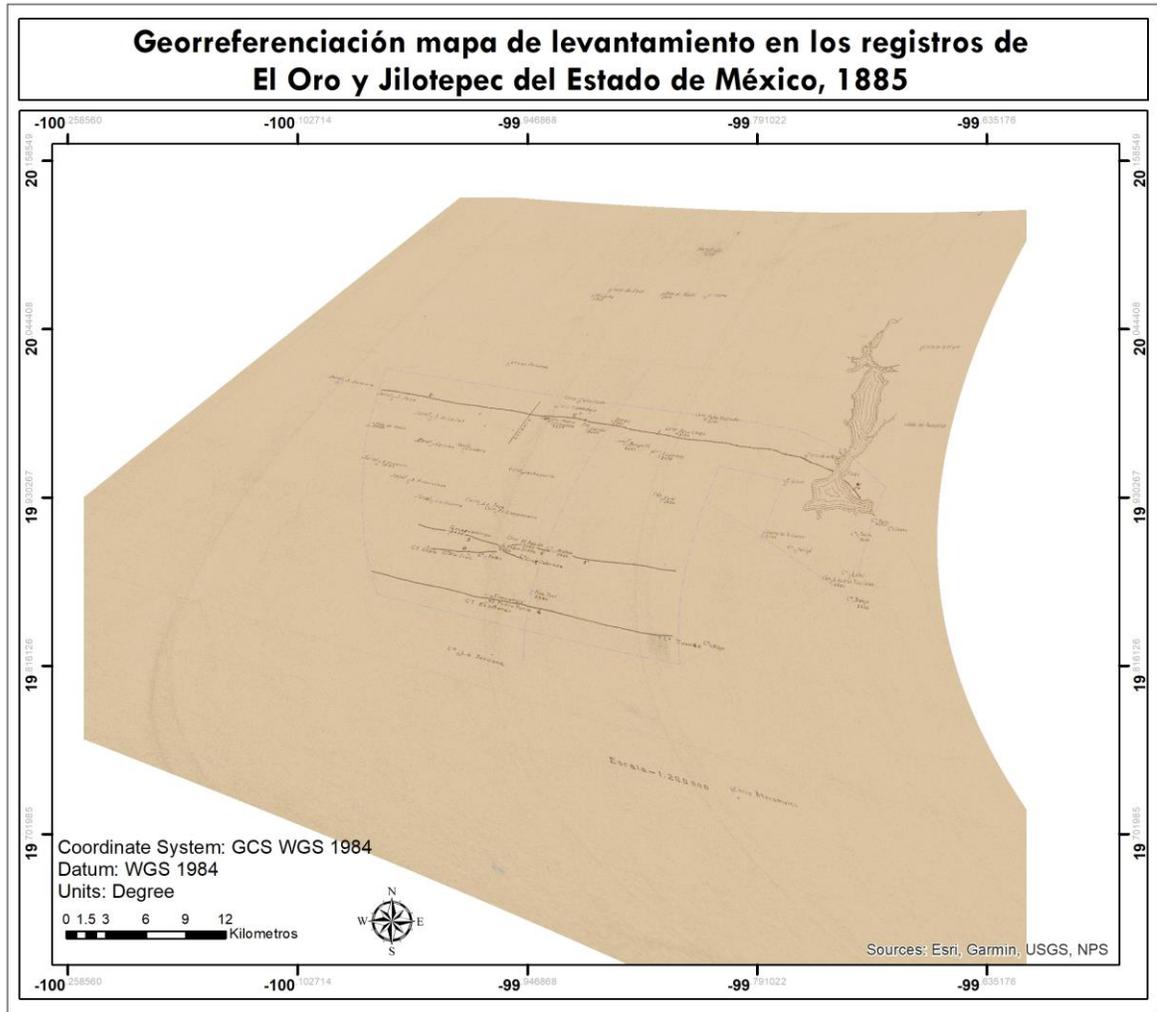


Figura 7. Georreferenciación de mapa de levantamiento en los registros de El Oro y Jilotepec del Estado de México, 1885, fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, 2236C-CGE-7251-A - Varilla CGMEX01. Georreferenciación que ejemplifica la corrección de *2nd order polynomial*. Elaboración propia.

Una vez efectuada la georreferenciación, se procedió a obtener las capas de información para cada mapa. En este sentido, se presenta la cartografía histórica que sirvió de base para la representación espacial, y posteriormente el mapa resultante. Los mapas resultantes se muestran de manera cronológica. Además, en cada uno se describen los elementos histórico-cartográfico derivados del análisis.

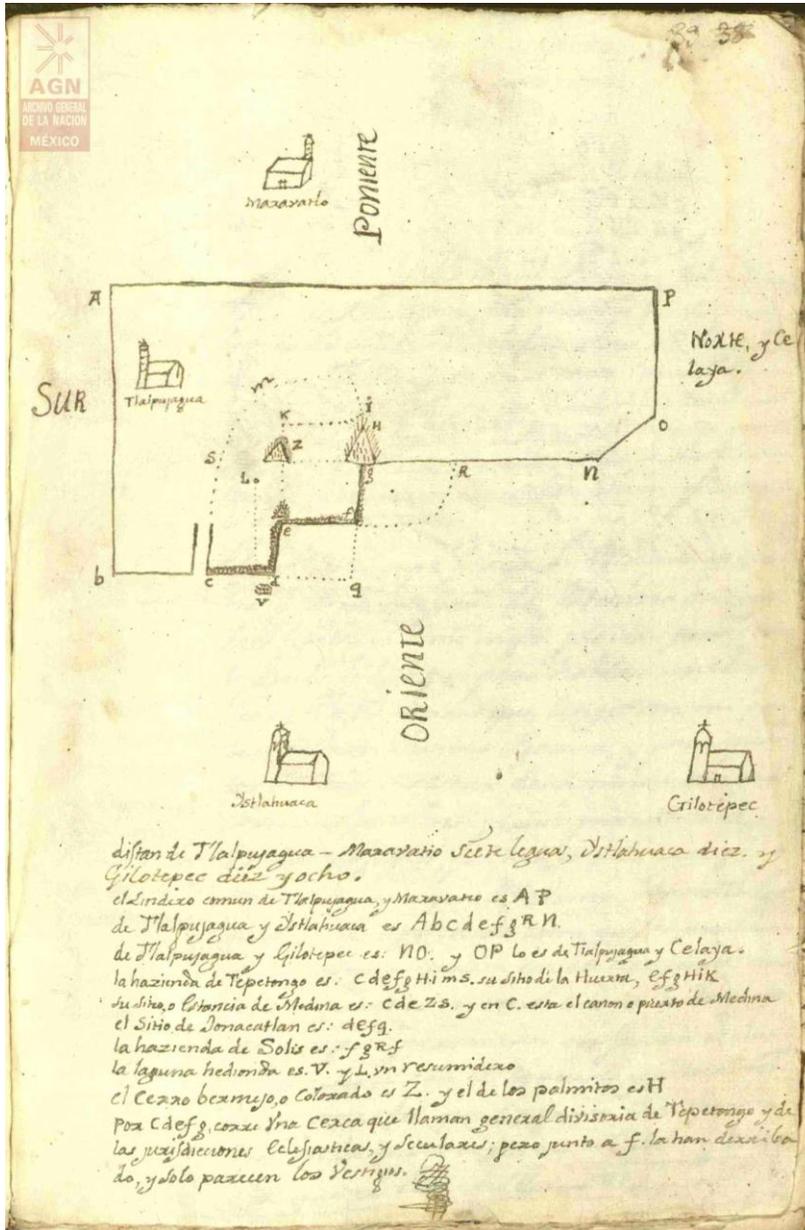


Figura 8. Copia digital del plano Tlalpujagua, Michoacán, Ixtlahuaca y Jilotepec. Edo Méx. De 1755. Fuente: Archivo General de la Nación, Tierras, Volumen. 2392, exp. 1, cuad. 3, f. 39. MAPILU 01432F

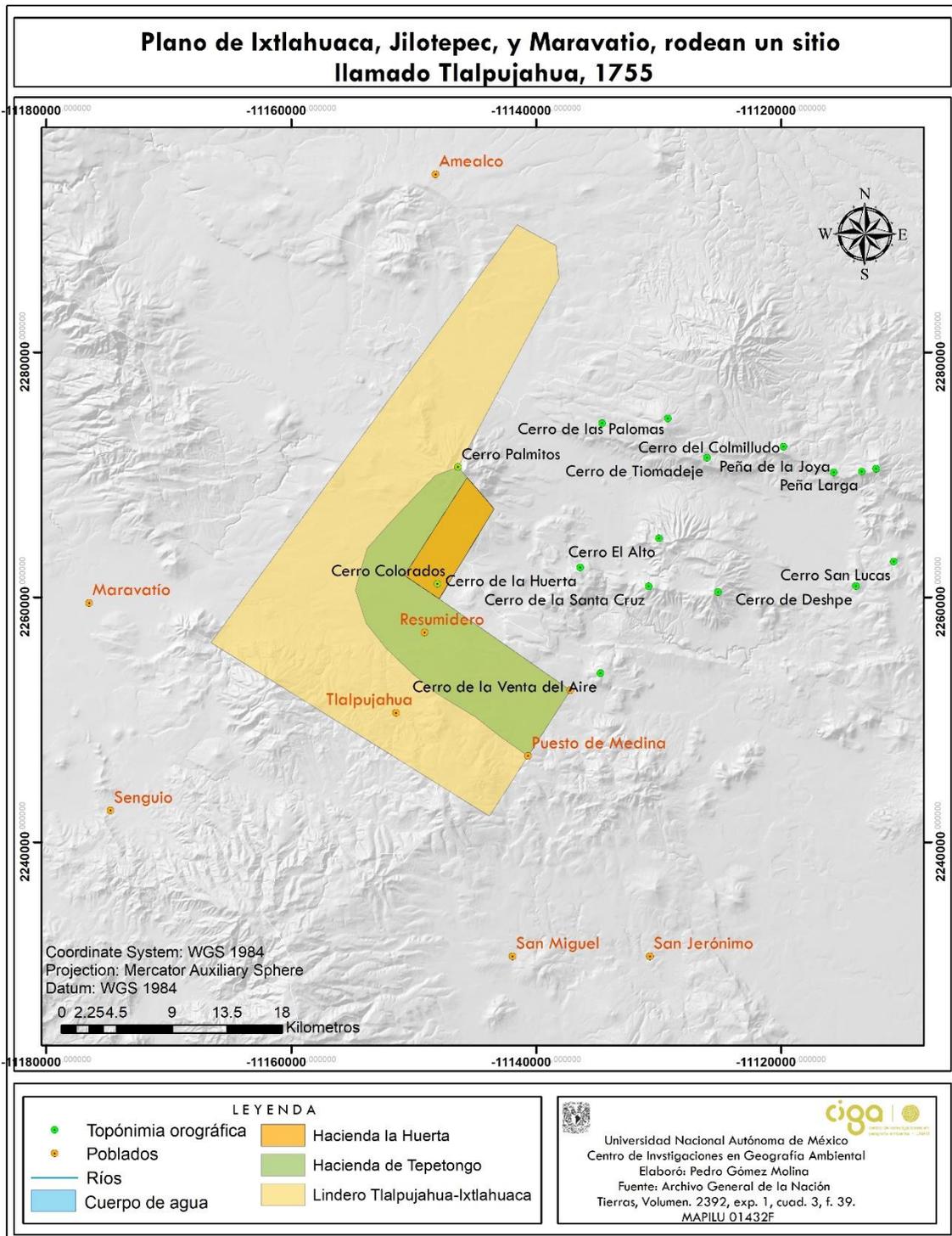


Figura 9. Plano de las principales haciendas y poblados circundantes a Tlalpujahuá. Elaboración propia a partir de la figura 8.

El mapa histórico de la figura 8 muestra los pueblos de Jilotepec, Maravatío e Ixtlahuaca. Y de acuerdo a la georreferenciación, conservan su emplazamiento original. Fue elaborado para delimitar la hacienda de Solís. Corresponde al litigio que precedió del dueño Antonio García Miranda, en el año de 1755, para definir límites con la hacienda de Tepetongo.

El mapa de la figura 9, muestra las distancias y delimitación de la hacienda de Tepetongo y anexas. Las distancias presentadas en el mapa se compararon con la información contenida en la cartografía histórica, en la que se señalan los siguientes tramos: a) Tlalpujahuá a Maravatío, siete leguas; b) de Tlalpujahuá a Ixtlahuaca, diez leguas, y c) de Tlalpujahuá a Jilotepec, dieciocho leguas. Para la medición de leguas se tomó el parámetro descrito en la metodología de una legua equivalente a 4.19 kilómetros.

Los puntos de control del mapa se tomaron a partir de los poblados mostrados, por lo que el error de georreferenciación fue de 2.33. Posteriormente los elementos orográficos se fueron seleccionando de acuerdo a las elevaciones a través del modelo digital de elevación y de topónimos orográficos de la carta de INEGI escala 1:50000, en donde solo se encontraron 2, por lo que el mapa detalló el nombre orográfico de diferentes elevaciones. El mayor error del mapa lo encontramos en la delimitación de haciendas, hay que considerar que es un mapa a mano alzada, y que no se cuentan registros de esas haciendas, por lo que se muestran como referencia espacial. El registro y equivalente en leguas ayudó a éstas delimitaciones.

Estos poblados conservan el emplazamiento original, y se toman como referencias los elementos orográficos y la delimitación de haciendas; esto tomó importancia ya que sirvieron como beneficios de las minas de Tlalpujahuá.

La figura 9 muestra al poblado de Tlalpujahuá, está en la propiedad de la Hacienda de Solís, donde posteriormente se llevarían los beneficios de metales a finales del siglo XVIII, el mapa permite representar la estructuración de haciendas en la segunda bonanza minera. La hacienda marca una colindancia con el poblado de Celaya; sin embargo, no se ubicó ya que escapa de la escala de análisis, al igual que Jilotepec e Ixtlahuaca. Se tomó importancia en representar las haciendas. Celaya representaba una de las cabeceras de 1786 en la Intendencia de Guanajuato.

Este mapa también ilustra los límites con la Hacienda de la Huerta. El puesto de Medina hace referencia a una estancia. Las estancias fueron importantes en la conformación territorial, ya que eran centros ganaderos y agrícolas que pertenecían a una red comercial. Éstas garantizaban el tránsito y abastecimiento de trigo, maíz, cebada, carne, pieles y animales de trabajo hacia los centros mineros. Algunas de ellas, de acuerdo a su importancia administrativa a la postre se convertirían en haciendas (Valverde, 2008). En este sentido destaca la población de Maravatío, ya que estableció relaciones colindantes, mercantiles y sociales con Guanajuato.

En el contexto de la estancia de Medina, no se cuenta con más información en específico de esta, sin embargo, hay considerar que las estancias comenzaron en el siglo XVI y prosperaron hasta en XVIII. Generalmente se encontraban en zona rurales ocupadas por haciendas agrícolas, tales como las señala el mapa. Por ello, podemos discernir que la estancia se encontraba en uso, ya que además era punto clave para el paso de explotación forestal, unidad industrial de la minería, y se concentraban en valles y planicies.

En cuanto al geoprocésamiento, la georreferenciación del mapa es aproximada, ya que los poblados si bien tienen buena referencia, no son precisos en su ubicación. La cartografía histórica no tiene algún sistema de referencias o coordenadas. Está limitado con los elementos del paisaje que representa, ya que no expone cuerpos de agua, orografía, hidrografía, y minas. Sin embargo, enmarca un punto territorial importante, la frontera de las haciendas, que en ese momento se encontraban en litigio. Además, señala las ciudades más importantes de la región. En este sentido, Tlalpujahuá se encontraba en la segunda bonanza minera, y las haciendas fueron fundamentales en la dinámica de producción. Entre 1738 y 1768 corresponde el repunte metalúrgico. El año del mapa (1755) corresponde al quinto mejor año en la producción argentífera durante este lapso, con una producción de 15,000 marcos (Gavira, 2006).

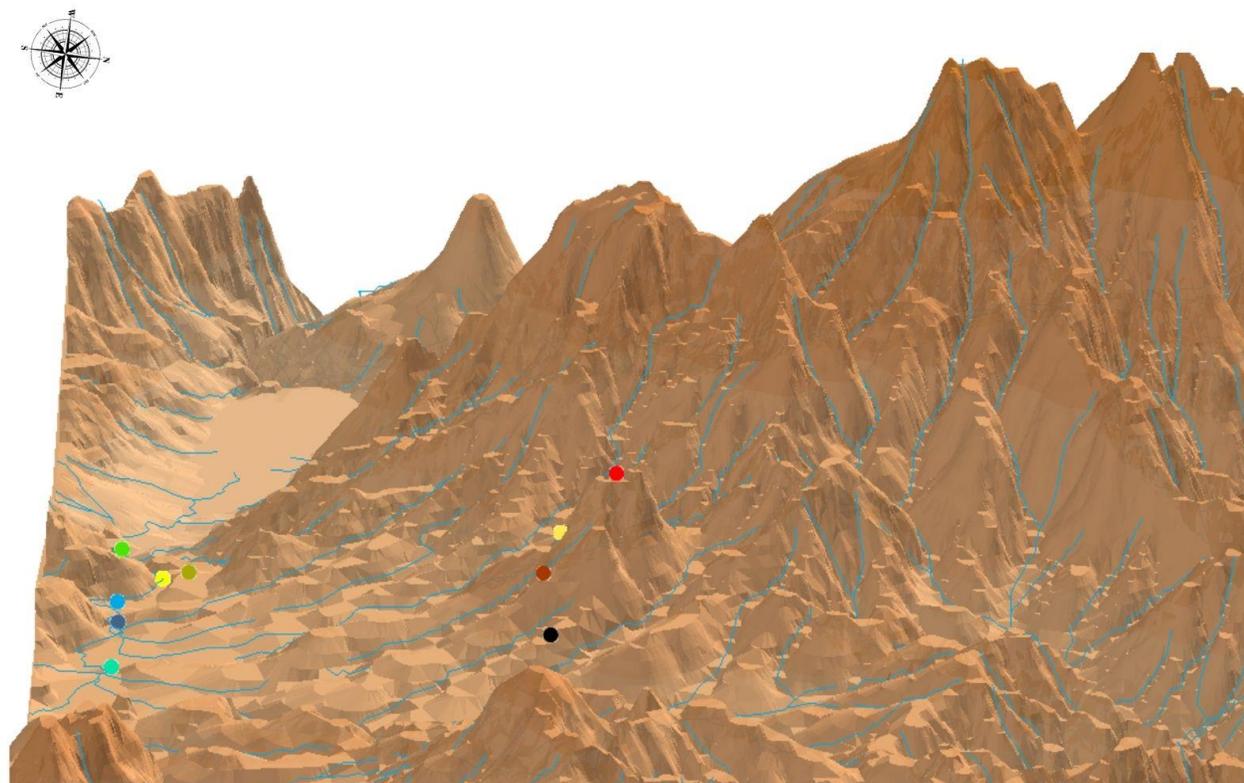
En este sentido, los marcos eran una unidad ponderal de moneda de acuerdo a su acuñación. La relación que existía entre un marco de oro acuñado. por uno de plata era de 1:16, es decir, un marco de oro equivalía a 16 de los marcos acuñados en plata. En este sentido, el 2 de julio de 1769 Gálvez ordenó por Bando que el peso mexicano debía estimarse en ocho reales, y en sus precios corrientes y ajustados a su valor intrínseco la plata de azogue y la de fuego. (Quiroz, 2006; Cano, 2019). La minería de Tlalpujahuá estaba

representada por la plata de azogue y oro. La producción de Tlalpujahua se ubicaba en el 1.74% a nivel nacional de plata y 2.88% de oro (Hausberger, 1993).

Las leguas que otorga el mapa fueron el único medio de validación, ya que se encontraron distancias relativamente precisas. Por ende, la interpretación del mapa histórico potencialmente otorga ubicaciones y fronteras de las haciendas que en el presenta. Estas ubicaciones pueden ser utilizadas en otras investigaciones de frontera, haciendas, poblamiento. En ésta sirvió como referencia para la representación en mapas posteriores.

El mapa se seccionó para corregir la georreferenciación. Una de las ventajas de SIG-histórico es que se pueden combinar capas, es decir, los referentes espaciales extraídos de los mapas históricos y capas contemporáneas, para el cruce de información, que permita identificar puntos en común. A su vez, acoplar capas que tenga un mismo contexto histórico y temporalidad para evitar anacronismos. En este sentido, se añadió una capa de topónimos orográficos como eje indicativo de la ubicación de la hacienda. Para entonces, en 1755, el Real de Minas de El Oro aún no se reconoce, por ende, los poblados son pocos, el proceso de poblamiento es lento, y el mapa no muestra gran densidad poblacional.

Modelo de elevación. Elementos representativos mapa de minas de Tlalpujahua 1773



ESCALA, 1:50000

TOPONIMOS

- Cima Cerro de los Reyes
- Crucero a las vetas y llegar el agua
- Fijo de mina
- Fijo interno de Claverio
- Mina de la Concepción
- Obra para deshogar el cerro
- Pozo
- Pozo Ing. Rene Largidueña
- Pozo antiguo de las Leñas
- San Antonio
- Socavón para deshogar aguas

LEYENDA

ELEVACIÓN (MSNM)

- 3088.75 - 3240
- 2937.5 - 3088.75
- 2786.25 - 2937.5
- 2635 - 2786.25
- 2483.75 - 2635
- 2332.5 - 2483.75
- 2181.25 - 2332.5
- 2030 - 2181.25

Projected Coordinate System:
ITRF_1992_UTM_Zone_14N
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.00000000
False_Northing: 0.00000000
Central_Meridian: -99.00000000
Scale_Factor: 0.99960000
Latitude_Of_Origin: 0.00000000
Linear Unit: Meter (1.000000)

Geographic Coordinate System:
GCS_ITRF_1992
Datum: D_ITRF_1992
Prime Meridian: 0



Universidad Nacional Autónoma de México
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental
Elaboró: Pedro Gómez Molina
Fuente: Mapas de Minas de Tlalpujahua
Archivo General de la Nación
Minería, vol. 20, exp. 10, fojas, 336v y 337.
MAPILU 02746F.

Figura 11. Topónimos con base a mapa de minas de 1773. Muestra del cerro de Reyes donde se ubican las minas, socavón y medios de desagüe que corresponde a donde pasa el río. Elaboración propia a partir de la figura 5 sobre modelo digital de elevación.

El mapa de la figura 11 es una representación del modelo digital de elevación que ilustra el Cerro de los Reyes, fijos de minas, pozos, socavón y el desagüe. El mapa histórico de la figura 10 fue producido por los peritos de la época Miguel Ángel Flores y Joachin Castelaz. La finalidad del mapa histórico era indicar el litigio entre Juan Domingo Gonzalez de Cossio y Juan Joseph de Lara, por la mina de “Nuestra señora de Guadalupe”, situada en el cerro de Reyes en el Real de Minas de Tlalpujahuá.

El mapa presenta las medidas de los socavones, nombres de las minas, linderos, correspondencia de propiedades, indicios de vegetación, escala, orientación, cuerpos de agua. El mapa no se pudo georreferenciar, es meramente pictográfico y no cuenta con un sistema de coordenadas. Se obtuvo la ubicación de los datos de la siguiente manera: Primero se ubicó el cerro de Reyes; para localizarlo se hizo referencia al pueblo de Reyes en Tlalpujahuá y el cerro de Reyes ahora se denomina El Alto. De acuerdo al servicio geológico mexicano (2009) este cerro tuvo actividad minera hasta el siglo XX.

Posteriormente, se logró sobreponer el mapa en el modelo de elevación en el SIG. La imagen del cerro presente en la cartografía histórica se acopló con el modelo de elevación, es decir, hubo un emparejamiento planimétrico relativamente preciso. Hubo dos formas de emparejamiento, una por la ubicación de los ríos, y otra por la cúspide del cerro. El desfase se tomó en cuenta a partir de error métrico considerando una distancia de 36m. aproximadamente.

El mapa indica el nombre de las minas, que no volvieron a aparecer en la siguiente cartografía analizada. Esto se debió a que los aprovechamientos hacia finales del XVII fueron abandonados.

Posteriormente se realizó la interpretación cartográfica, extrayendo la ubicación de minas, pozos, fijos, socavones y desagües. La finalidad es describir el patrón de distribución espacial de poblamiento. La presente capa sirve como precedente al ser una imagen estática, que se complementa con otras capas de la cartografía analizada en toda la investigación (Guzmán, 2017).

El mapa nos permite observar el panorama de aprovechamiento minero de acuerdo al siglo XVIII, explicado de la siguiente manera: los fijos se encuentran en la parte media del cerro, el punto rojo es la cima del cerro de Reyes, cerro donde se efectuaban los aprovechamientos. Se contabilizaron dos fijos y una mina. Cerca de éstos, se encuentra un

pueblo denominado San Antonio, el más cercano a los tiros, sin embargo, el mapa no representó ningún indicativo de camino.

Lo interesante es la parte baja de la cuenca, que cuenta con tres pozos y un sistema de desagüe cercano al río. De acuerdo con la tecnología minera del siglo XVIII, los socavones se construían en la parte media –además que allí se encontraban los metales–. Los socavones (fijos) permitían ventilar las minas y facilitaban la extracción del material y del agua. Generalmente, en la parte baja estaba el desagüe y los pozos para la limpieza de los minerales y con ello tener cercano el río que eventualmente se llevaría los desechos. Además, representaba menos trabajo el traslado de metales en pendientes menos inclinadas que lo que supone la parte más alta del cerro. Y, al efectuar la extracción arriba la pendiente en forma de descenso requiere menor esfuerzo físico (Gil, 2012).

Esta forma de exponer el mapa resulta pertinente puesto que éste solo detalla la representación pictográfica de la montaña. Al poder acoplar la representación y el modelo de elevación, nos permitió extraer la información de ubicación sobre los puntos del mapa, que de otra forma en el mapa original es difícil observar.

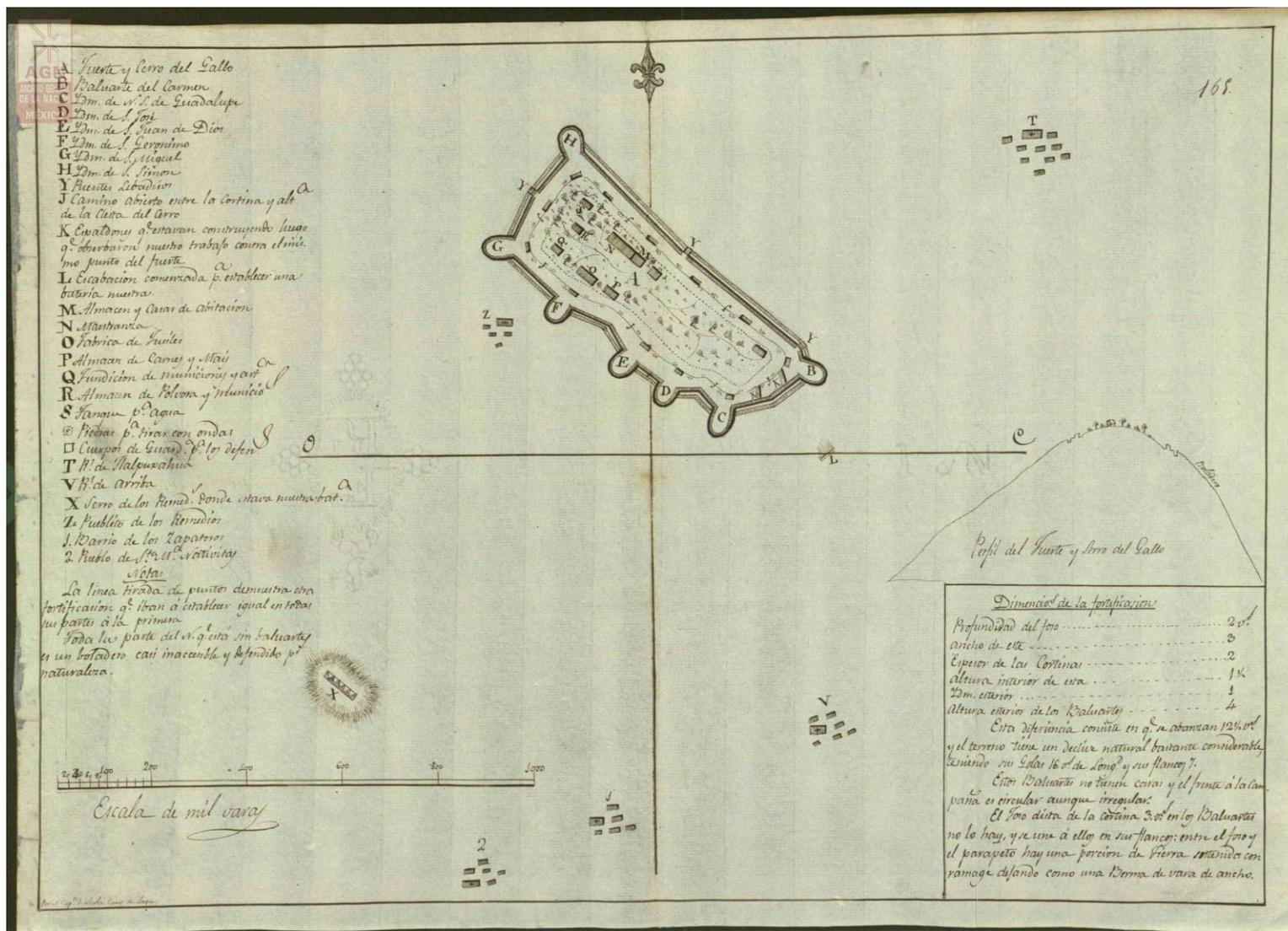


Figura 12. Plano del Fuerte del Cerro del Gallo, Tlalpujahuá, Michoacán, 1813. Elaborado por Nicolás Cano de Luque. Fuente: Archivo General de la Nación, Operaciones de Guerra, vol. 112, f. 165. MAPILU 02628F.

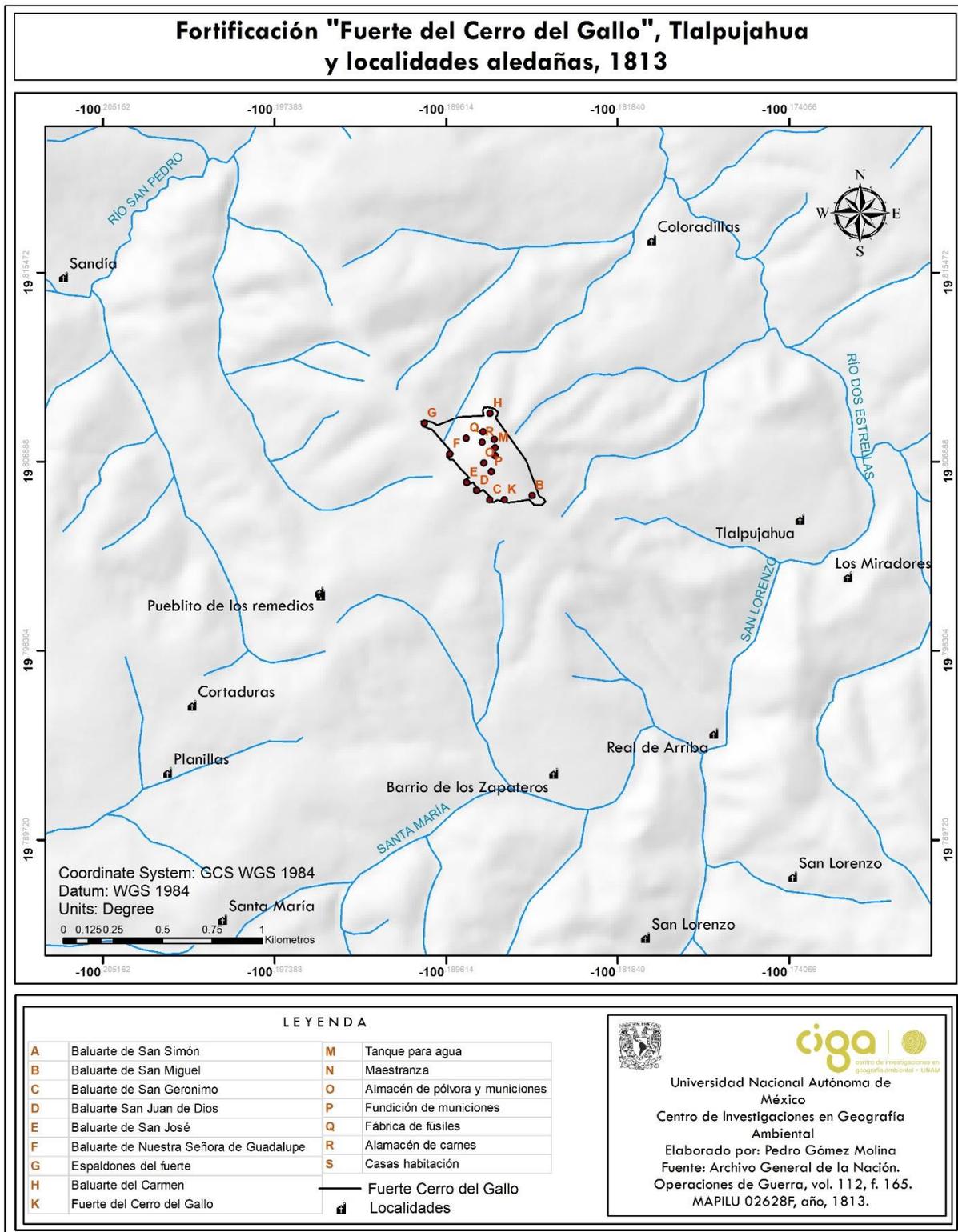


Figura 13. Elementos y construcción del Fuerte del Cerro del Gallo, con localidades y elementos del fuerte. Elaboración propia a partir de la figura 6.

El autor del mapa histórico de la figura 12 fue Nicolás Cano Luque en potestad de sus tierras indica la presencia del fuerte en el cerro del Gallo, con el baluarte principal de El Carmen. Los baluartes, son estructuras que pertenecen a una fortificación militar; se componen de muros en forma de pentágonos o hexágonos. Se colocan en el frente de la fortificación para tener visión general de los terrenos en custodia y como almacenes en general (Gorbea, 1968). El baluarte de El Carmen se encuentra en esa ubicación ya que al norte se “presenta un voladero casi inaccesible y con presencia de naturaleza” como detalla el mapa. El fuerte del cerro del Gallo fue construido para la guerra de Independencia.

En 1812, en la fortaleza se establecieron los hermanos López Rayón, Ignacio y Francisco fueron los precursores del movimiento de Independencia. La fortaleza tuvo la función de fabricar y albergar fusiles, cañones, establecimiento de tropas e imprenta. En 1813, los insurgentes obligaron a las tropas realistas a abandonar el cerro del Gallo (INAFED, 2016).

En el mapa destacan los poblados de el pueblito de los Remedios, Santa María Nativitas Real de Arriba y Tlalpujahuá. En Real de Arriba se encontraba la mina de San José, e incluso tenía más población que Tlalpujahuá hacia finales del siglo XVIII (Gavira, 2006). Se lograron ubicar los elementos del fuerte, tales como: baluartes, espaldones, almacén, tanque de agua, fábrica de fútiles y casas habitación. El mapa original fue elaborado durante la guerra de Independencia.

El mapa se encuentra a una escala grande; permite detallar los elementos del fuerte que en el mapa no son nítidos. Resulta interesante puesto que a principios del siglo XVIII los mapas militares expresan ocupación territorial; una por los poblados de referencia, y dos por los procesos de defensa. Los conocimientos geográficos y cartográficos respaldaron la organización del territorio. Esto se debe a que los poblados representados están en dirección a los baluartes, en modo de defensa (Moncada, 2018).

En el geoprocésamiento el mapa fue dividido en dos partes, la primera corresponde al plano de fuerte del cerro de Gallo, y los elementos que lo componen. En el mapa se ubicó de una manera más precisa, los elementos se acoplaron en el lugar adecuado. El segundo segmento corresponde a las localidades, que en su mayoría se encuentran hacia el sur, con el frente del fuerte dirigido hacia éstas.

Se precisa de más información con la que no se cuenta sobre la geomorfología y vegetación donde se encuentra el fuerte, sin embargo, se puede apreciar su difícil acceso, y además como se encuentra en la cima de una montaña con pueblos a su alrededor. Hasta este momento los mapas reflejan poca densidad poblacional, esto se debió a que hubo abandono de minas a causa de la guerra de Independencia.

Debido a la escala de este mapa, que representa fundamentalmente el fuerte del cerro del Gallo y algunos poblados anexos, no se logró identificar topónimos orográficos y localidades provenientes de otra capa de información. El fuerte del cerro del Gallo se transformó en el Parque Nacional Rayón decretado en 1952, debido a que los hermanos López Rayón –héroes de la Independencia– llevaron operaciones bélicas (Aparicio y Poncela, 2019).

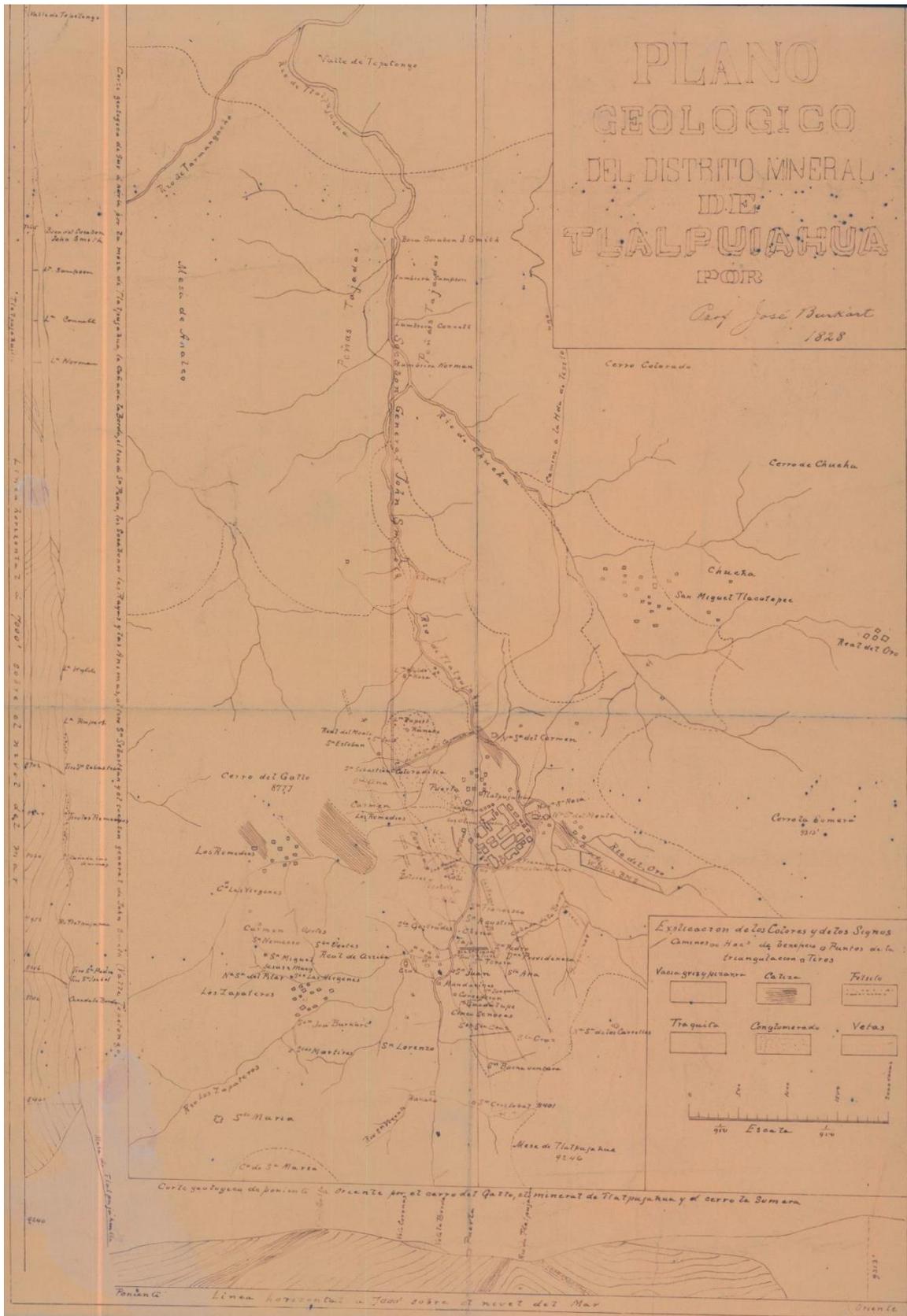
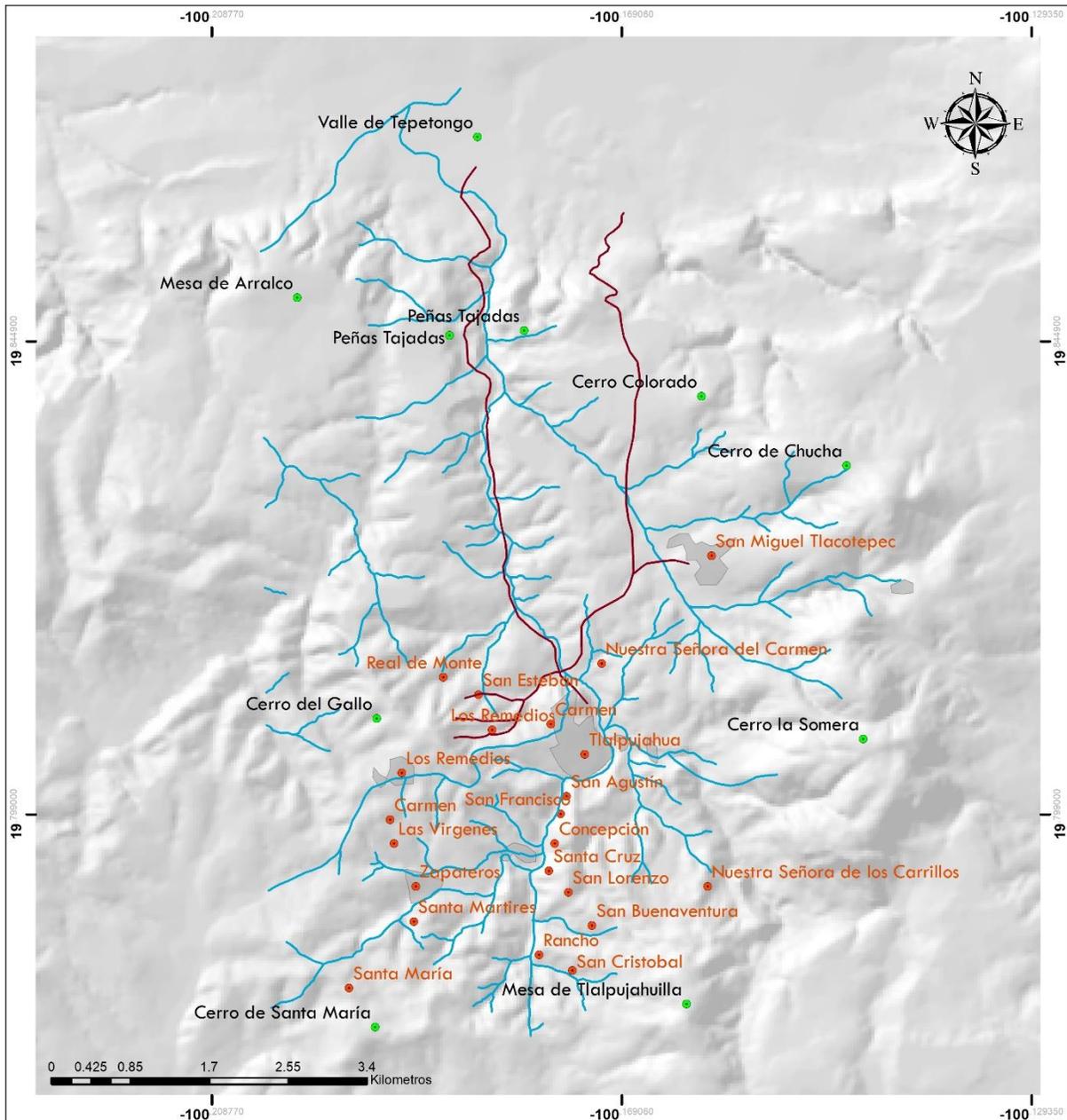


Figura 14. Mapa geológico del distrito minería de Tlalpujahua, 1828, elaborado por José Burkart. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra. CGF.RM.M26.V4.0243

Plano del distrito minero de Tlalpujahua, 1828



LEYENDA			Coordinate System: GCS WGS 1984 Datum: WGS 1984 Units: Degree
— Caminos — Ríos • Localidades	• Toponimia orografica ■ Asentamientos humanos		

Figura 15. Registro de localidades, hidrografía, asentamientos humanos y toponimia de Tlalpujahua en 1828. Elaboración propia a partir de la figura 14.

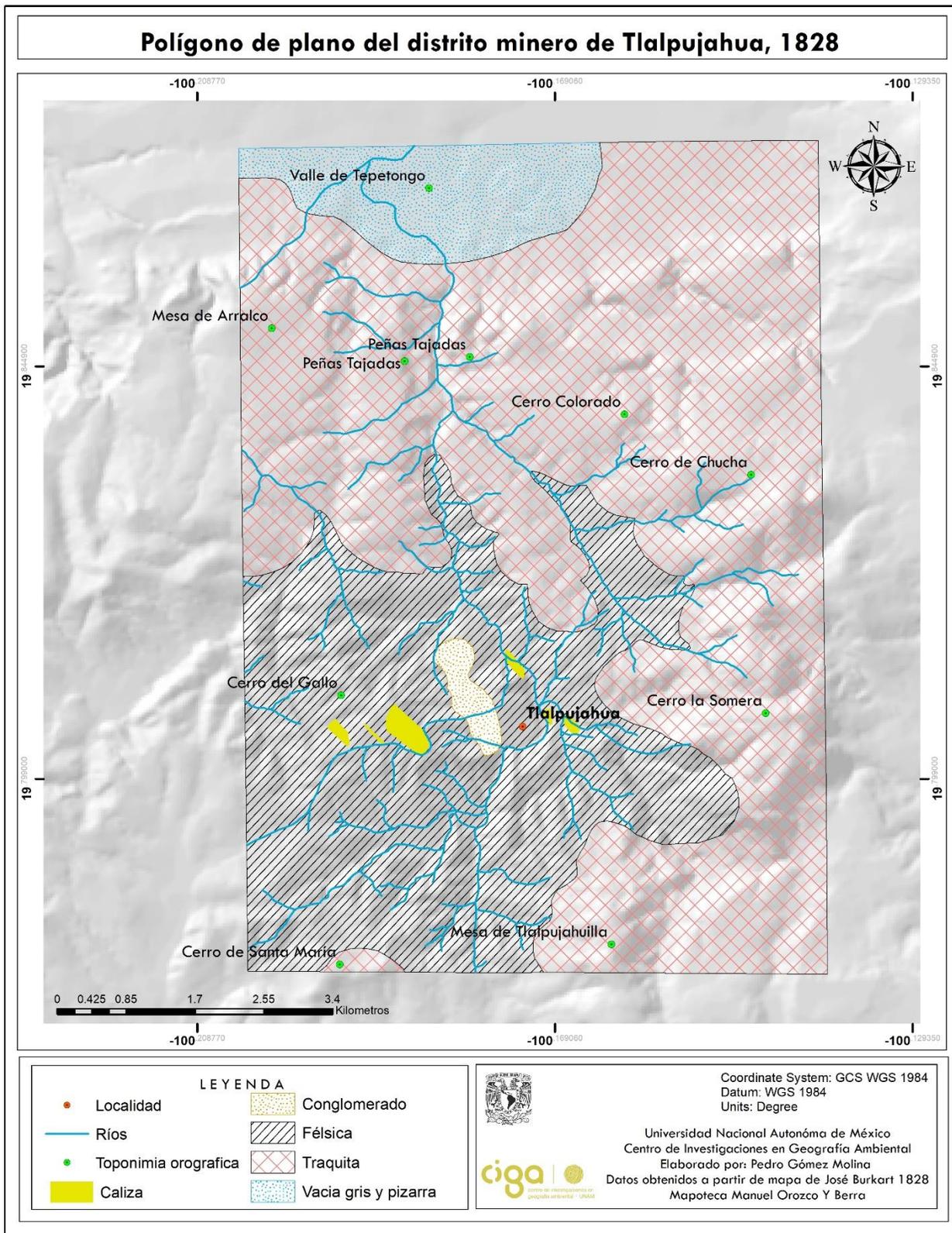


Figura 16. Geología de Talpujahua para 1828 propuesta por José Burkart. Elaboración propia a partir de figura 14.

Los mapas de la figura 15 y 16, permiten comprender el poblamiento, la primera vista de caminos consolidados en la primera mitad del siglo XIX en Tlalpujahua, topónimos, asentamientos humanos. Este mapa fue elaborado con fines científicos, por ingenieros que detallaron la geología, poblados, caminos, y ríos del sitio para el aprovechamiento minero; por lo que proporciona información geológica, mineralógica y poblacional de la región.

En este contexto, el mapa muestra un cambio tecnológico, respecto al mapa de la figura 10. Entre 1777 y 1828, los acontecimientos que marcaron este proceso fue la implantación de tecnología alemana, en específico por un grupo de ingenieros y metalurgistas alemanes encabezados por Fausto de Elhuyar. En este lapso se dio un incremento y apoyo por parte del virreinato para la mejora tecno-científica del aprovechamiento metalúrgico. El avance se dio en todos los rubros, desde la extracción, amalgamamiento, elaboración cartográfica, producción científica (Trabulse, 1981).

Durante este tiempo, entre una de las generaciones de germanos ingenieros y científicos de la geología minera se encuentra Joseph Burkart, autor del mapa histórico de la figura 14. Joseph fungió como director técnico de la Compañía Británica de Tlalpujahua de 1825 a 1828. Este mapa científico sirvió para el reconocimiento más profundo de Tlalpujahua (Suter, 2016).

Para el análisis de este mapa me permito utilizar la *Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica con un mapa anexo por el Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía en 1828*, en la cual hace una descripción geomorfológica:

La cima de la serranía que se extiende al poniente del valle de México, y por la cual pasa el camino real de la capital á Toluca y cuya elevación llega al punto más alto del camino [...], según mis observaciones barométricas, á 9,959 piés de Paris, y en cerro del Ajusto á 11,345 piés del nivel del mar.

Cabe destacar las vías de comunicación. Este mismo camino real se considera para la vía férrea del camino a Toluca. La cartografía muestra los principales caminos que parten de Tlalpujahua. No a poblados grandes, sino a pequeñas localidades, tal es el caso de San Miguel Tlacotepec –donde se ubicaba la hacienda de San Miguel Solís–, Santa, Los Remedios y Real del Monte; hacia el norte con los poblados de Temascalcingo y el valle de Tepetongo. En este valle se encontraba la hacienda de Tepetongo, donde se recibían los beneficios mineros.

También hace una descripción orográfica y de topónimos que sirvió para la identificación de las principales elevaciones y poblados. Este mapa permitió a la investigación crear capas base, es decir, capas mediante las cuales se puede identificar poblados de otros mapas. Realiza también una caracterización hidrográfica con los principales afluentes que pasan sobre los poblados y orografía. Lo describe de la siguiente manera (Burkart, 1828):

Corriendo las aguas en la falda oriental por el ancho valle de Tenoxtitlan ó México y por el río de Moctezuma al Seno Mexicano, en la falda occidental, por el río Lerma ó de Santiago, al Oceano Pacífico. Esta serranía se divide al Sur de Toluca en dos ramales. [...] Se rodea el valle de Lerma en la parte mas elevada, forma su vertiente izquierda y separa los ríos tributarios del río de Lerma de los ríos de Zitácuaro, cuyas aguas desembocan en el río Balsas; y se extiende al Norte de Tlaxco, desemboca cerca de Zacatula, en el mar Pacífico. En las laderas de una cañada nace el cerro de San Lorenzo, ó mesa de Tlalpujahuilla, y desemboca a tres leguas de su origen en el valle de Tepetongo.

La información geomorfológica que detalla el autor no se muestra en el mapa. Los ríos con que cuenta la cartografía son de afluentes secundarios, por lo que da un panorama de toda la región que no se observa en el mapa. La gran cantidad de pueblos tiene relación con las minas existentes en la región, con un patrón de poblamiento en relación con Tlalpujahua. Sin embargo, para la época de elaboración del mapa, las minas –que se encontraban abandonadas por la guerra de Independencia– fueron modernizadas. Además, el aprovechamiento forestal y agropecuario permitió que el establecimiento rápido de minas, con la incursión del capital extranjero.

De los mapas analizados hasta el momento es el que mayor información de toponimia orográfica tiene. La referencia espacial aquí obtenida muestra localidades que comparten un nexo con Tlalpujahua, y que eventualmente pudieron haber cambiado, sin embargo, aquí nos son útiles como referencias espaciales que permitan describir patrones de poblamiento, formación de poblados y estructuración territorial. El mapa cuenta con una escala métrica y un sistema de coordenadas que no pudo ser adaptado al SIG-histórico.

Finalmente, hizo una descripción geológica que permitió identificar a las minas y el tipo de roca que tenían. La caracterización definió la identificación de minerales, la forma de aprovechamiento y qué otros minerales se pueden extraer aparte del oro y plata.

El mapa no requirió una aplicación de corrección automatizada, algunos puntos de control que tenían un desfase de 16 metros, fueron corregidos manualmente. Sirvió como base para localidades, topónimos y caminos presentes en mapas subsecuentes.

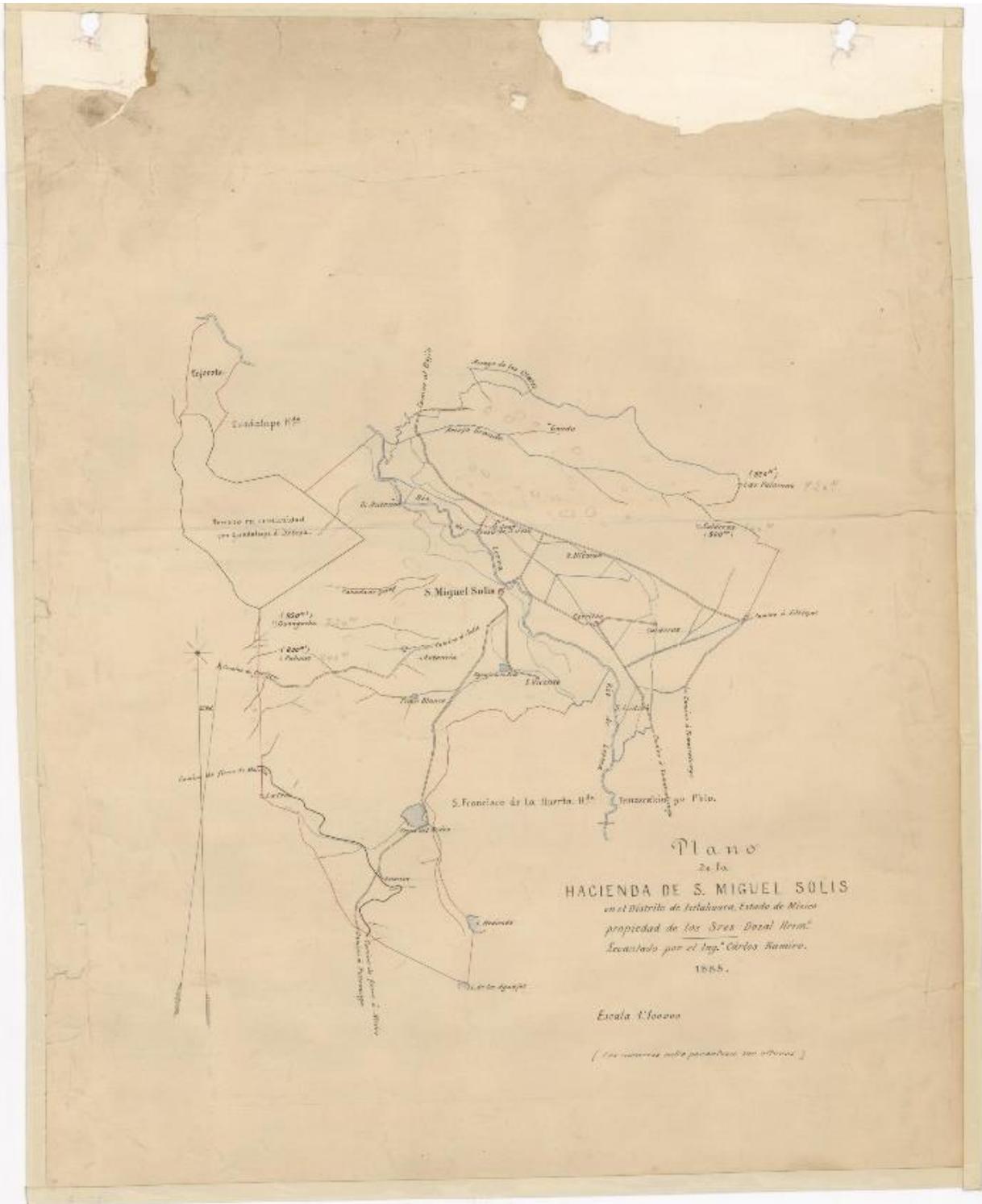


Figura 17. Plano de la hacienda de San Miguel Solís en el distrito de Ixtlahuaca, Estado de México, 1885. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra. 1792-OYB-7251-A.

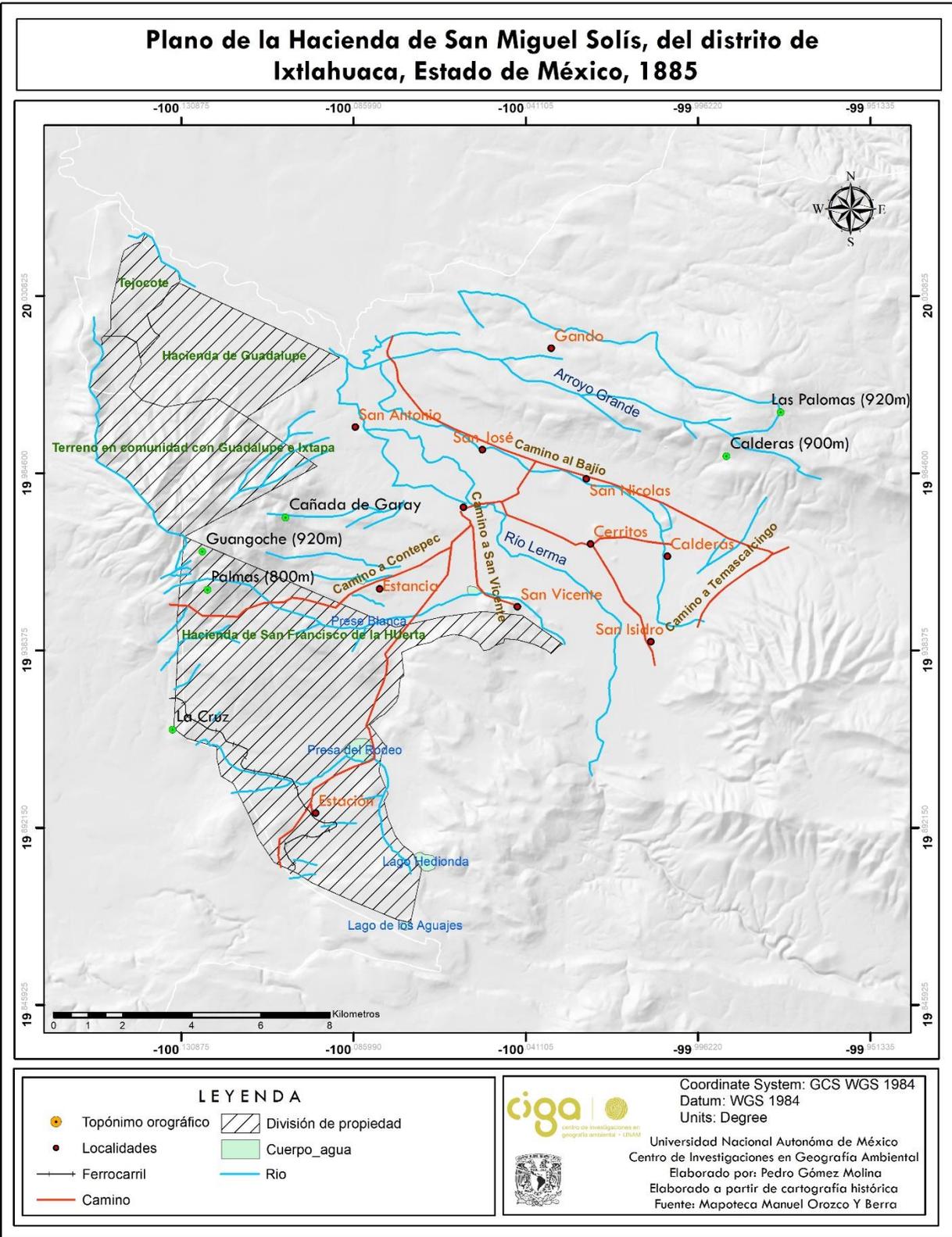


Figura 18. Hacienda de Miguel Solís, en el actual municipio de Temascalcingo, Estado de México, donde se llevaban los beneficios de metales por parte de Talpujahua. Cambios de propiedad de la tierra. Elaboración propia a partir de figura 17.

El mapa de la figura 17 hace referencia al Plano de la Hacienda de San Miguel Solís. Muestra la propiedad y deslinde de los predios de los señores Dosal. La Hacienda de Solís se estableció para recibir los beneficios del mineral de El Oro. Este mapa de finales del siglo XIX, ilustra cómo se dividió la hacienda para conformar la hacienda de Guadalupe y San Francisco la Huerta. Destaca en este mapa la conformación territorial por los caminos. Ya reconoce al “Bajío”, la región guanajuatense de relevancia económica, el camino a Contepec y San Vicente en el oriente de Michoacán.

En este sentido en Guanajuato como espacio territorial figuraron las cuatro alcaldías de la intendencia, las cuales son Celaya, San Miguel, León y sus jurisdicciones. La Intendencia Mayor de Guanajuato se erigió en 1786. Sin embargo, “El bajío” aparece en la literatura con el Ensayo político sobre el reino de la Nueva España, donde grupos sociales propiciaron un desarrollo en la actividad agrícola, minera y mercantil. En la fecha del mapa ya es una región consolidada, por ello, el camino marcado “El bajío”, muestra actividad relacionada entre regiones, al tener características mineras y mercantiles (Lara, 2009).

En este lapso, el mapa muestra el fraccionamiento de haciendas y en los límites de estos caminos. Además, en el mapa se representa los ríos en las haciendas particularmente. En la representación que corresponde a la figura 18, la Hacienda de Guadalupe y San Francisco la Huerta se observa como algunos de los cauces delimitan las respectivas haciendas.

Las vías de comunicación, lograron un sistema integrado y conectado con otras regiones del país. En el mapa aparece solamente una estancia ubicada en el camino a Contepec; corresponde a la estancia de Tepeolulco, la cual se encuentra en un punto estratégico ya era el camino entre la ciudad de México y las minas de Tlalpujahuá, y las estancias de Altamirano (Estevez, 2017). La falta de caminos que prevalecía durante la época colonial tardía pasaba a ser un problema del pasado (Brading, 1975).

Resaltan, además, los topónimos de los principales cauces y algunas presas que no habían sido representadas en mapas de esta investigación. Además, se incluyen los topónimos orográficos considerando su altura. Este mapa de 1885 indica los primeros fraccionamientos de las haciendas, que posteriormente serían destinados para agricultura, pastizales y ganadería. Este periodo también es un preámbulo del tercer repunte en producción aurífera y argentífera de la región minera. Es uno de los primeros mapas analizados que detalla la altura

de los cerros; se debió a la inversión a la investigación por parte de empresas extranjeras para un conocimiento geomorfológico de la región.

El mapa muestra el comienzo de la unidad productiva industrial. En este contexto, las leyes mineras que se establecieron en 1877 conllevaron la privatización del suelo; permitió el aprovechamiento metalúrgico del distrito minero El Oro y Tlalpujahua de proyección internacional. Ello responde también al fraccionamiento de haciendas que propició el aprovechamiento agrícola para los insumos mineros (Uribe, 2005). Las unidades productivas creadas y representadas en el mapa detallan un mercado favorable de producción, especialización productiva, conectividad y red de mercados, en un marco de mejoras tecnológicas (Estevez, 2017).

De los mapas hasta aquí analizados, es el primero que muestra una vía de ferrocarril. La vía férrea indica el orden económico y de auge productivo durante la época porfiriana, ya que la tierra y los recursos se volvieron rentables. De acuerdo con Uribe, 2005, la vía férrea que se ubica en la parte sur del mapa corresponde a la construida por la empresa *Guggenheim Exploration*, una de las firmas inglesas más importantes en México, la cual tuvo proyectos como el puerto de Veracruz y la electricidad en la ciudad de México. La finalidad de la instauración de la vía férrea fue conectar a la región minera de El Oro y Tlalpujahua con Zacatecas, Pachuca, el Bajío con una explotación planificada (Uribe, 2005).

La vía tenía como destino la hacienda de Tultenango. El paraje de la “estación” que corresponde al tramo de la vía, aún conserva su emplazamiento original. Los caminos presentados en el mapa muestran la accesibilidad ferroviaria. Esto se debe a que el ferrocarril eliminó distancias, abarató los costos de transporte.

Una de las oportunidades que permitió este mapa es la ubicación de estancias, estaciones, localidades, caminos y vías férreas que tienen relación con otros centros productivos. La espacialización del fenómeno histórico documenta y representa elementos territoriales que analizan este tipo de relaciones regionales. Además, permite indagar más información y representar flujos que se tienen documentados, pero no representados en el espacio.

Si bien, los resultados del mapa son aproximados, ya que se debe analizar de manera más completa los caminos y vías férreas, sí nos dan la pauta para comprender el proceso de tecnificación y fenómenos histórico que hicieron que una región se dinamizara de acuerdo a

la actividad minera. La construcción de esta base de datos es potencialmente compatible con otras del mismo formato que permitan ampliar y vislumbrar las redes de comunicación para finales del siglo XIX y principios del XX.

El geoprocesamiento del mapa requirió ajustar los puntos de control, lo que generó un desfase de 64 m. Este se pudo eliminar seccionando el mapa, con un acomodo de segmentos para la rectificación. Algunas ubicaciones y caminos como la estancia, la estación y el camino a Temascalcingo pudieron ser validados con información contemporánea.

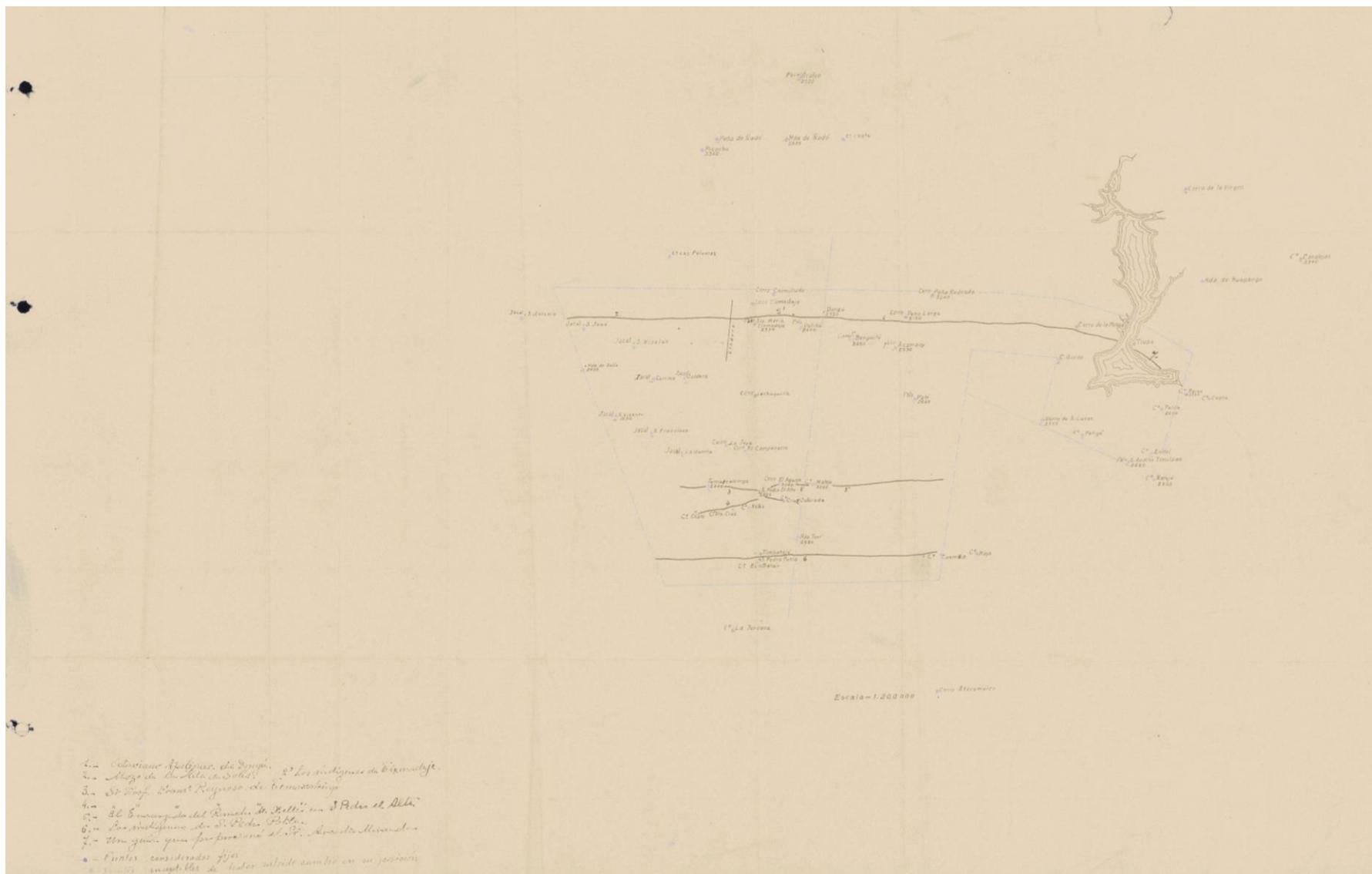


Figura 19. Levantamiento en los registros de El Oro y Jilotepec del Estado de México, 1885. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra. 2236C- CGE-7251-A - Varilla CGMEX01

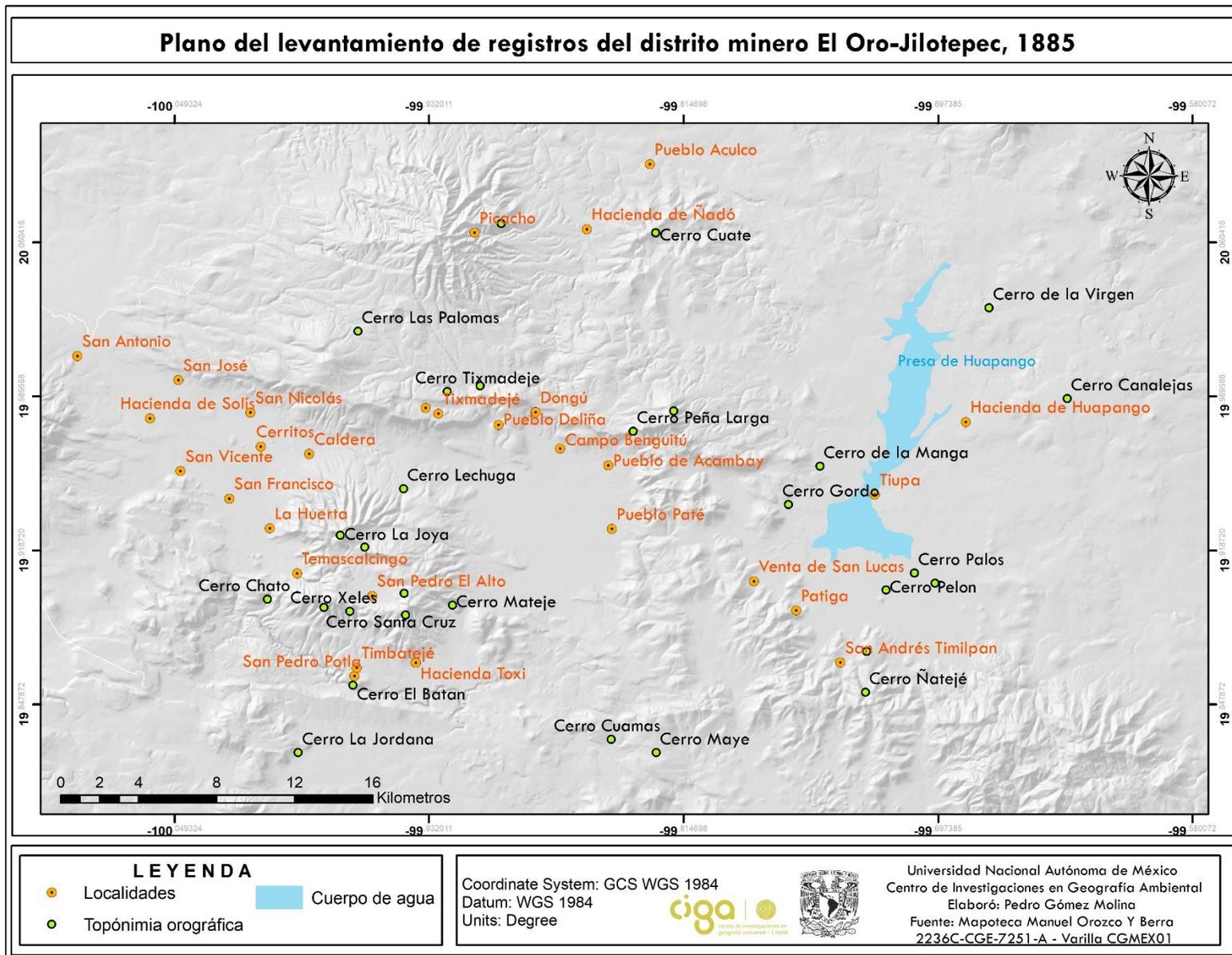


Figura 20. Localidades y poblados producto del registro y levantamiento en el Distrito de El Oro y su relación con Jilotepec, Estado de México. Elaboración propia a partir de la figura 19.

El mapa de la figura 19, ilustra un levantamiento topográfico de poblados para la región norte del Estado de México. Primero, este mapa tiene una escala pequeña de 1:200000, esto ayudo para visualizar la gran cantidad de poblados en la región de estudio. Aparecen en relación con El Oro los poblados de Jilotepec, en su mayoría del valle de Huapango, y la presa de Huapango, la cual es la más grande de la zona norte del Estado de México. También aparece el poblado de Aculco, que comparte límites con Acambay. Ambos, poblados ganaderos para la época. Durante este siglo siguieron laboríos agrícolas, ganaderos y textiles. Además, Aculco se ubica limítrofe en al Camino Real de Tierra Adentro (Orozco y Miranda, 2012).

En la toponimia orográfica destacan elevaciones (figura 21) que no habían sido consideradas en mapas anteriores, y que a esta escala se pueden observar cómo se configuran las principales serranías y los nombres para ubicarlos.

Un punto relevante es que hasta el momento y hasta finales del siglo XIX la zona norte con localidades como Timilpan, Temascalcingo, Acambay, Huapango, Tlacotepec y Tepentongo –que fueron importantes para la mano de obra y comercio– sobresale en la cartografía sobre la zona sur, en donde hasta el momento, la cartografía ha mostrado mayor incidencia. La parte sur detalla localidades a escala grande de manera menos proponderante. Una de las hipótesis de este hecho, la plantea Gavira y Lemus (2018), la cual señala que el descubrimiento de las minas en el sur de la región, en el poblado de Angangeo se produjo a finales del siglo XIX, específicamente en 1872. A su vez Zitácuaro retomó importancia comercial hasta finales del siglo XIX.

Resulta interesante que las haciendas donde se ubican las minas en esta región se dedicaban mayormente a la ganadería y agricultura, y muy poco al beneficio de los metales. Sería importante y potencialmente para otras investigaciones ubicar cartografía o documentos que permitan reconocer el aumento en extensión de las haciendas, caso contrario de Tlalpujahuá y El Oro que eventualmente se fueron fraccionando. La jurisdicción de Angangeo tiene discrepancias administrativas, ya que los asuntos jurídicos se tramitaban en Tlalpujahuá, Ixtlahuaca, Irímbo y Zitacuaro, donde quedó finalmente sujeto en el siglo XIX.

En cuanto al geoprocesamiento, se interpretó de manera cuidadosa en todos los puntos de control. Esto se debió a que el mapa presenta diferentes irregularidades en la

proyección, errores y exageraciones en las distancias. La corrección que se aplicó fue la proyección cartográfica automatizada que ofrece el SIG con la función *2dn order polynomial*. La corrección se logró gracias a la buena calidad de escaneo con la que cuenta el mapa, los detalles no se perdieron.

Los mapas históricos de las figuras 21, 22, 24, 26, 28 y 29 corresponden triangulaciones mineras para el distrito de El Oro. Las triangulaciones básicamente se utilizaban para señalar la distancia más corta entre algún poblado o mina. Esta tecnología cartográfica que se implementó a finales del siglo XIX, consideraba la superficie del suelo, por ello, los puntos negros con leyenda en rojo representan los fijos donde se tomaban los datos en los mapas representados. En principio estos mapas servían para la medición de las minas, sin embargo, cuenta con topónimos orográficos los cuales se lograron identificar (Gil, 2012). Estos mapas no llegan a representar los derechos de propiedad, nombres de minas, elementos de paisaje como hidrografía, cuerpos de agua, etc. Por lo que se requieren investigaciones más profundas en este sentido, o bien, incluir otras capas que permitan incluir estos elementos paisajísticos.

Los mapas de las figuras 23, 25, 27 y 30 son resultado de la interpretación de estas triangulaciones. Alguna cartografía histórica como el 21 y 22, 28 y 29, representan el primer boceto y el mapa original, por lo que muestran los mismos datos solo con pequeños cambios o información anexa. Estos últimos son relevantes ya que contienen información de localidades que no están en los mapas finales.

Todos estos mapas nos sirvieron para reconocer los patrones de ubicación de asentamientos. No necesariamente estos poblados no estaban, sino que se representan en la cartografía hasta esta época. Si bien, las primeras menciones no son un indicador de erección municipal, o surgimiento de localidades si podemos determinar que “aparecen por primera vez en el mapa” ya que su población creció, se unió a la red de comercio regional, tiene una ubicación geográfica de importancia, tiene reconocimiento jurídico o sitio de interés económico.

La figura 24 es otra triangulación minera que corresponde al levantamiento de Luis Boland en la hacienda de Miguel Solís. De este mapa destacan los topónimos orográficos. En las montañas generalmente era donde se extraían los minerales, por ello se tenía un reconocimiento de las principales elevaciones. Estos topónimos sirvieron para

georreferenciar otros mapas de la investigación. Además, se identificaron los puntos donde se levantaron las triangulaciones.

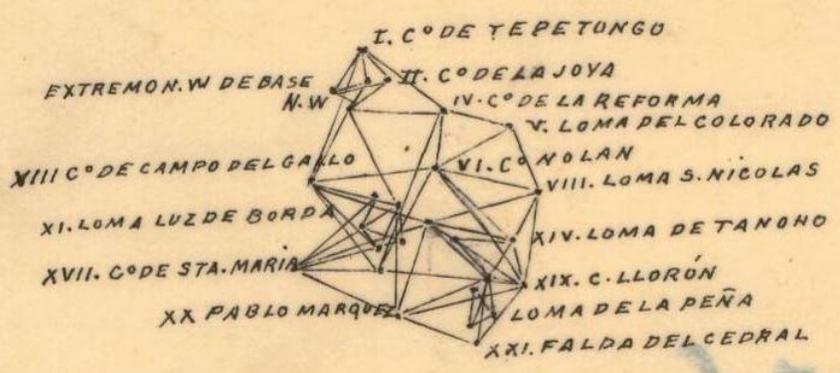
La historia de los asentamientos también es un proceso dinámico. Como pasan los siglos algunos desaparecen, cambian de lugar o se establecen nuevos, por lo que los mapas aquí presentan los emplazamientos. Sin embargo, el proceso de poblamiento y ocupación después y durante la época colonial, se debe comparar con capas de información contemporáneas, o bien, investigaciones históricas. De acuerdo con Levin et al. (2010), la dinámica de asentamientos está determinada por la red de intercambio, cooperación y adaptación (en otros casos por violencia y destrucción).

En nuestra región de estudio, el proceso de poblamiento estuvo determinado por la extensa actividad minera que se gestó a finales del siglo XIX. Para el caso específico de la Hacienda de Solís, esta recibía algunos de los beneficios de plata y oro de las minas de Tlalpujahua y El Oro, además de servir como medio de suministros. Recordemos que es una zona productiva para el cultivo de maíz, frijol y trigo.

En el mapa de la figura 26, que de igual forma contiene información de localidades, destacan los topónimos aledaños al pueblo de Acambay. Esto se debió a que se dio la primera triangulación con este poblado, que además contempla al pueblo de Temascalcingo, en donde se ubica la hacienda de Miguel Solís. El poblado de Acambay fue eje que permitió otra vía para Jilotepec, Aculco y estados colindantes como el de Querétaro. Cabe mencionar que en la representación de la figura 27 se le añadieron las capas de poblados y topónimos de las figuras 21, 22, 24, 26, 28 y 29. Con ello se logró visualizar el gran poblamiento de la época, ya que se contabilizaron 67 topónimos orográficos y 65 localidades.

Triangulación de los distritos
 mineros de El Oro y Tlalpujahua.
 Escala 1:50000.

Redujo
 L. Bravo



20025
 240A

TRIANGULACIÓN DE LOS DTOS. MINEROS

Figura 21. Triangulación de los distritos mineros de El Oro y Tlalpujahua, elaborado por L. Bravo a finales del siglo XIX. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra. CGF.MEX.M10.V3.0220

TRIANGULACION DE LOS DISTRITOS MINEROS EL ORO Y TLALPUJAHUA.

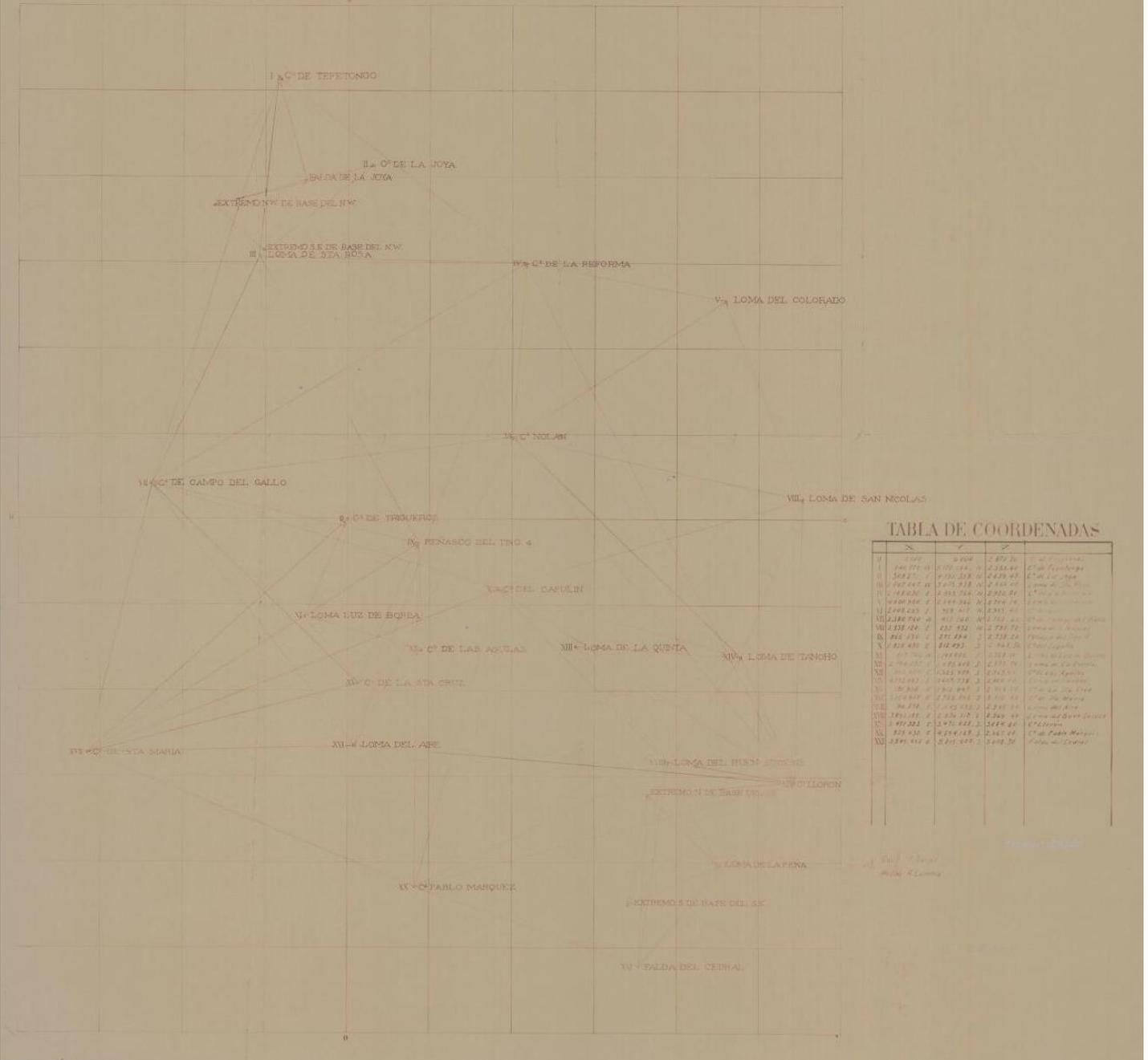


Figura 22. Triangulación de los distritos mineros de El Oro y Tlalpujahuá, finales del siglo XIX. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, CGF.MEX.M10.V2.015

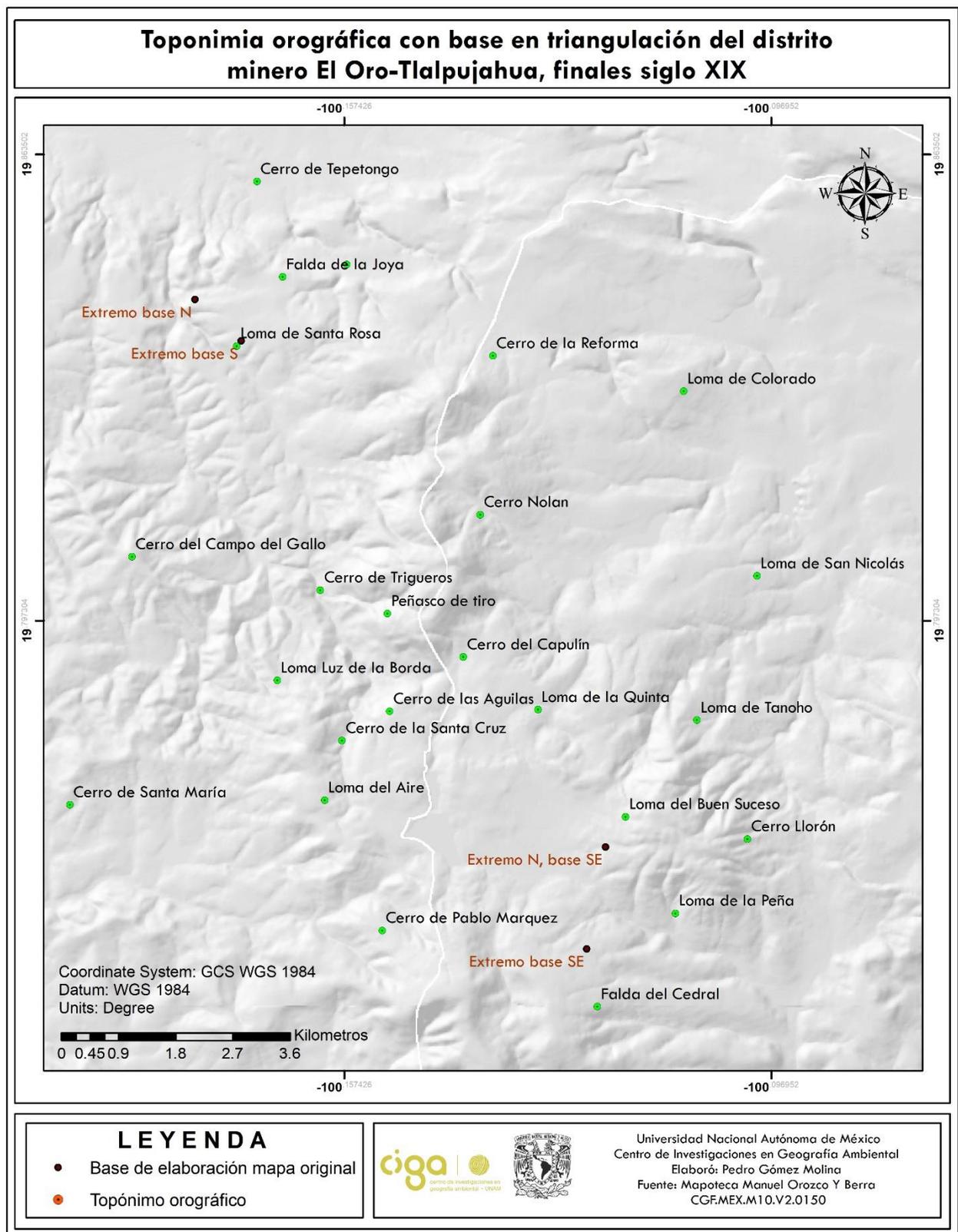


Figura 23. Georreferenciación y puntos base de triangulaciones y topónimos registrados. Elaboración propia a partir de figura 21 y 22.

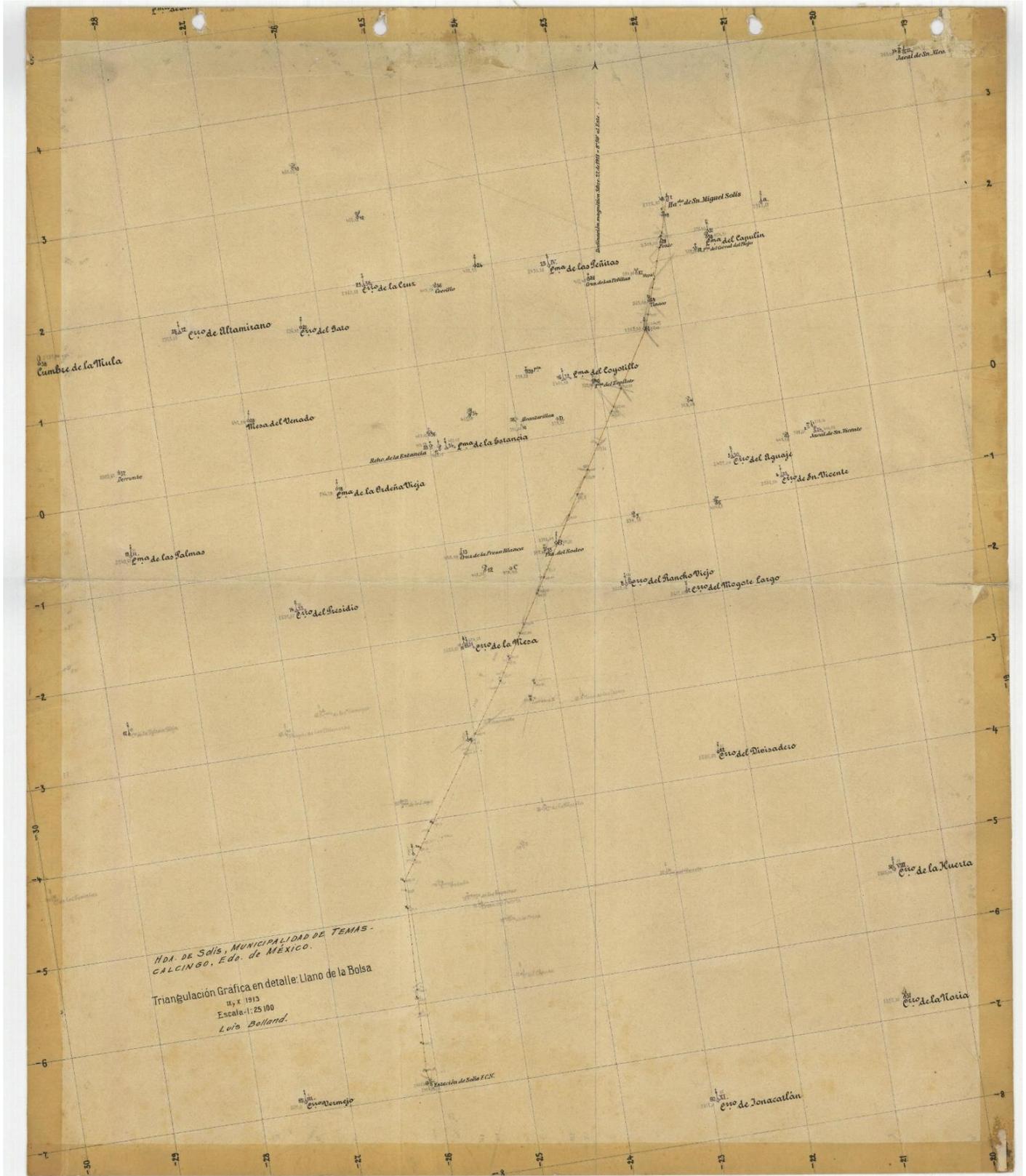


Figura 24. Hacienda de Solís, Municipalidad de Temascalcingo, Estado de México, 1913, elaborado por Luis Boland. 2320B-CGE-7251-A-1 Varilla CGMEX02

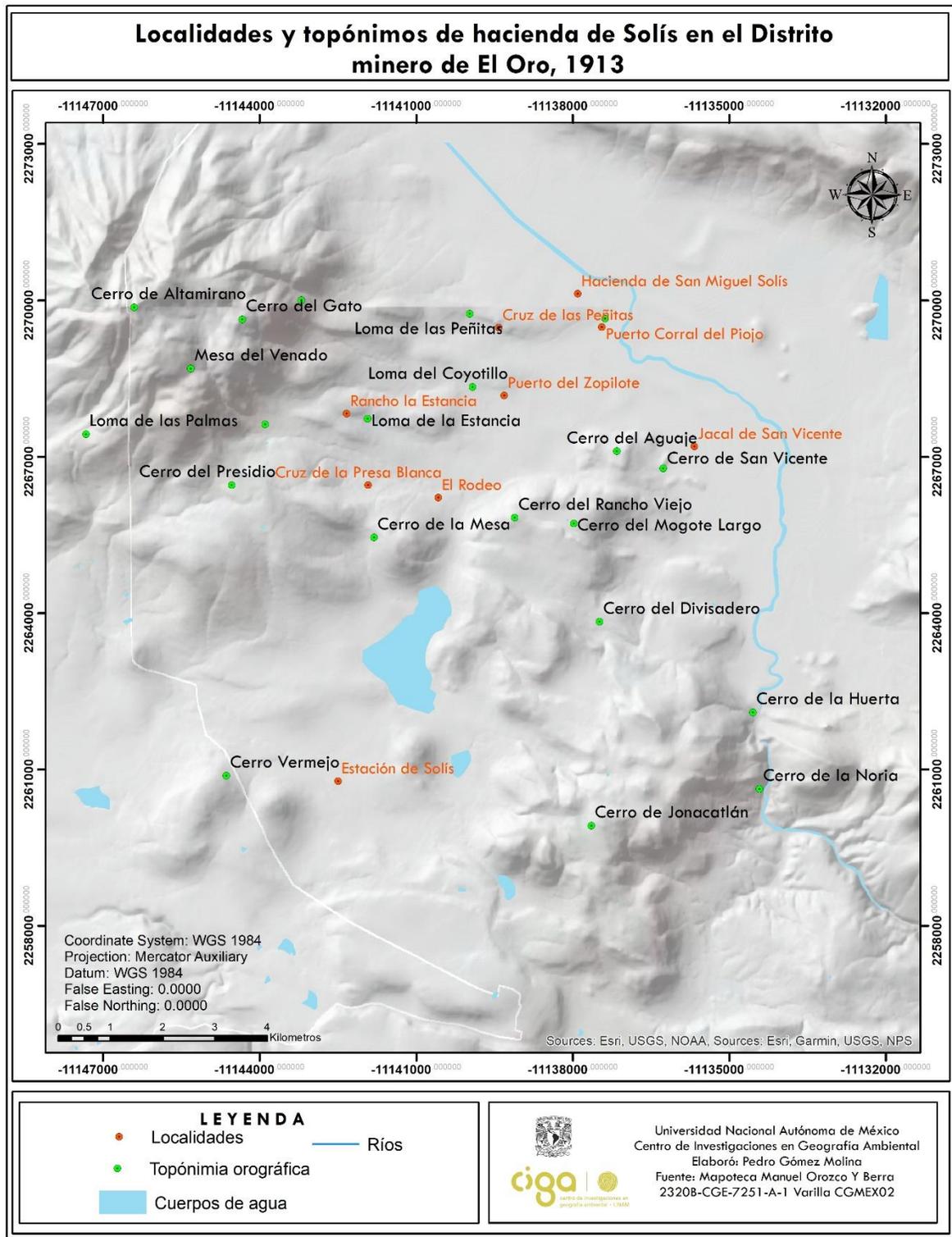


Figura 25. Localidades y topónimos de la Hacienda de San Miguel Solís, sitio donde se llevaban los beneficios de plata provenientes de el Oro, elaboración propia a partir de figura 24.

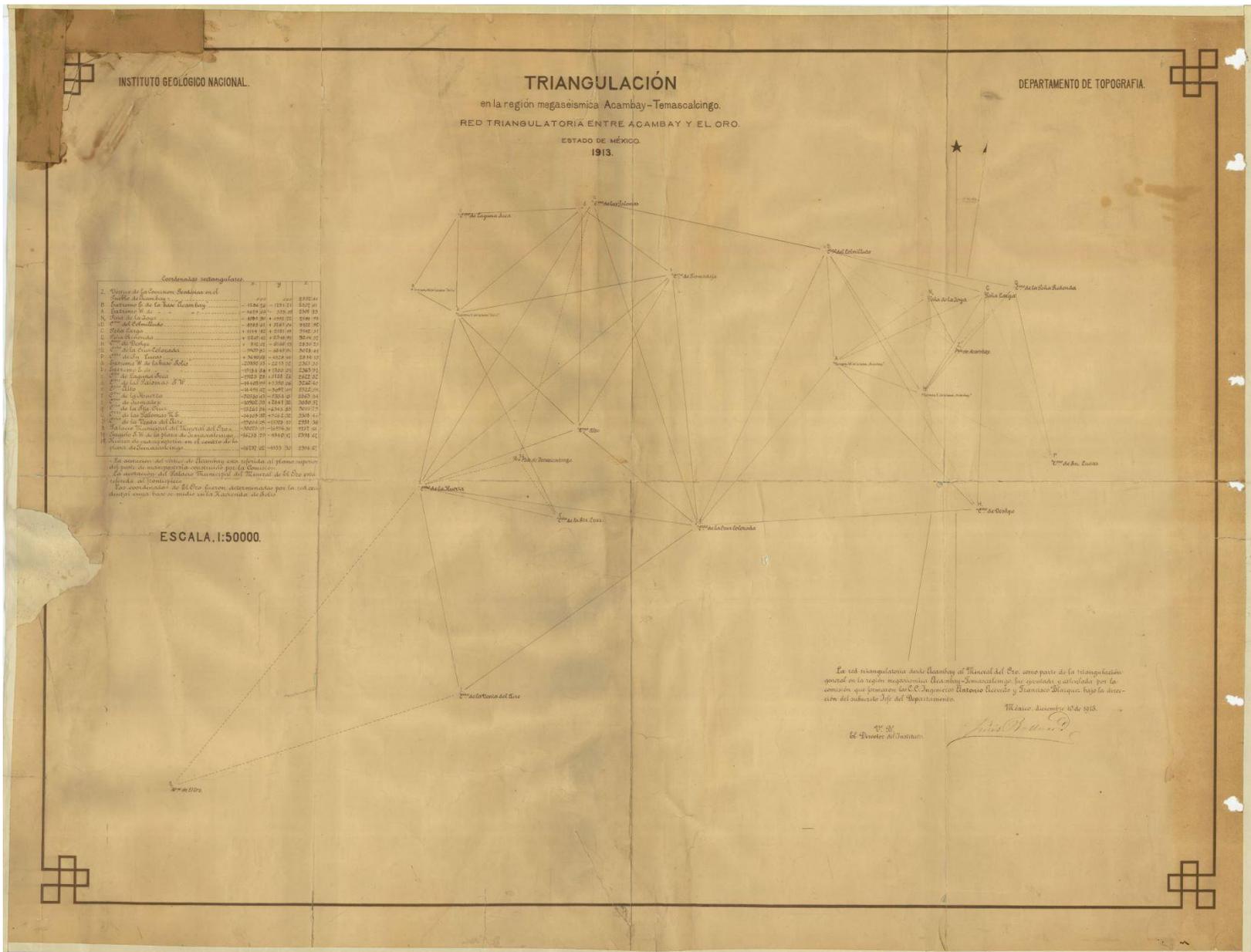


Figura 26. Triangulación en la región megasísmica Acambay-Temascalcingo. Red Triangulatoria entre Acambay y El Oro, Estado de México, 1913. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, CGF.MEX.M10.V1.0019.

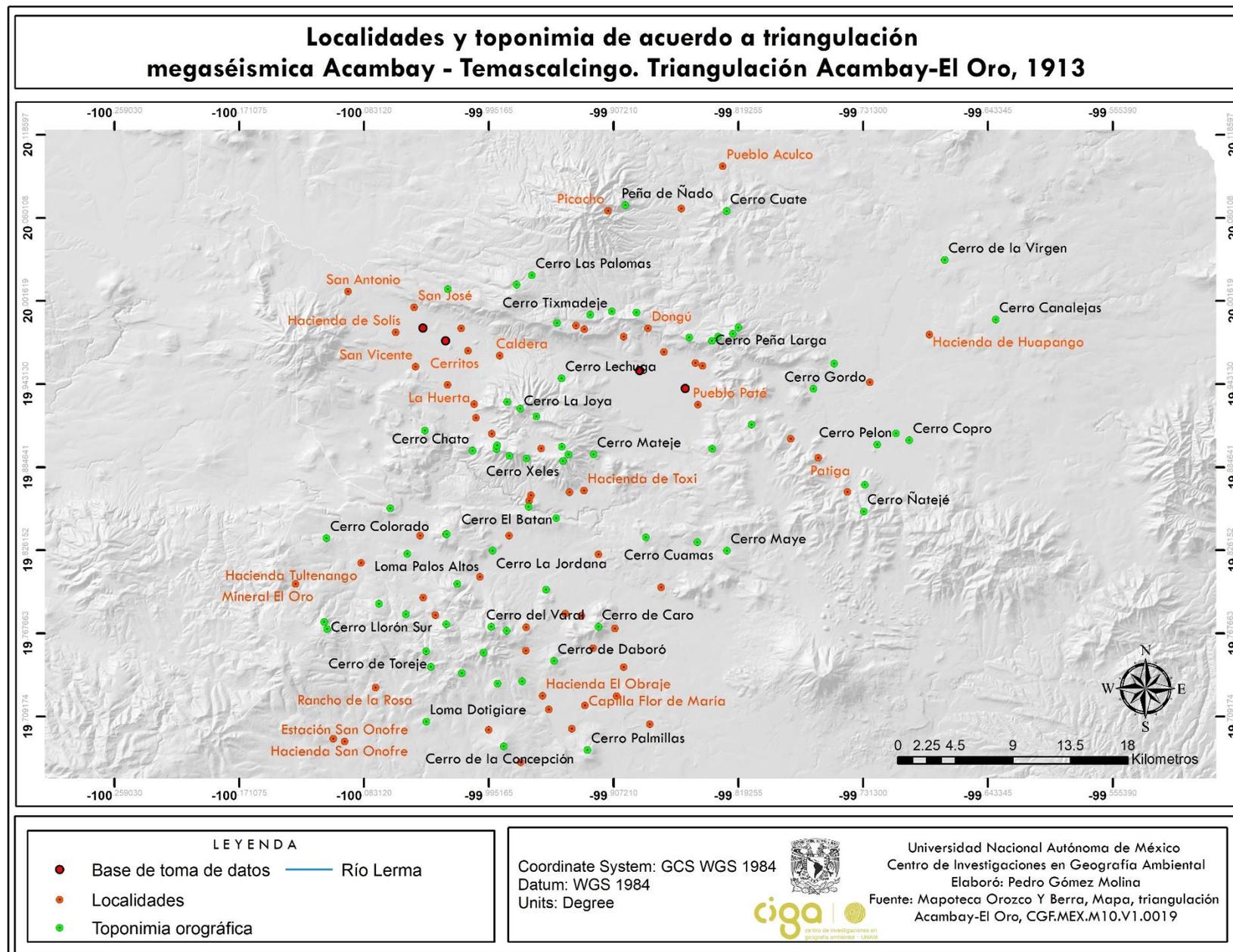


Figura 27. Toponimia y localidades derivado de la triangulación El Oro-Acambay. Elaboración propia a partir de figura 26.

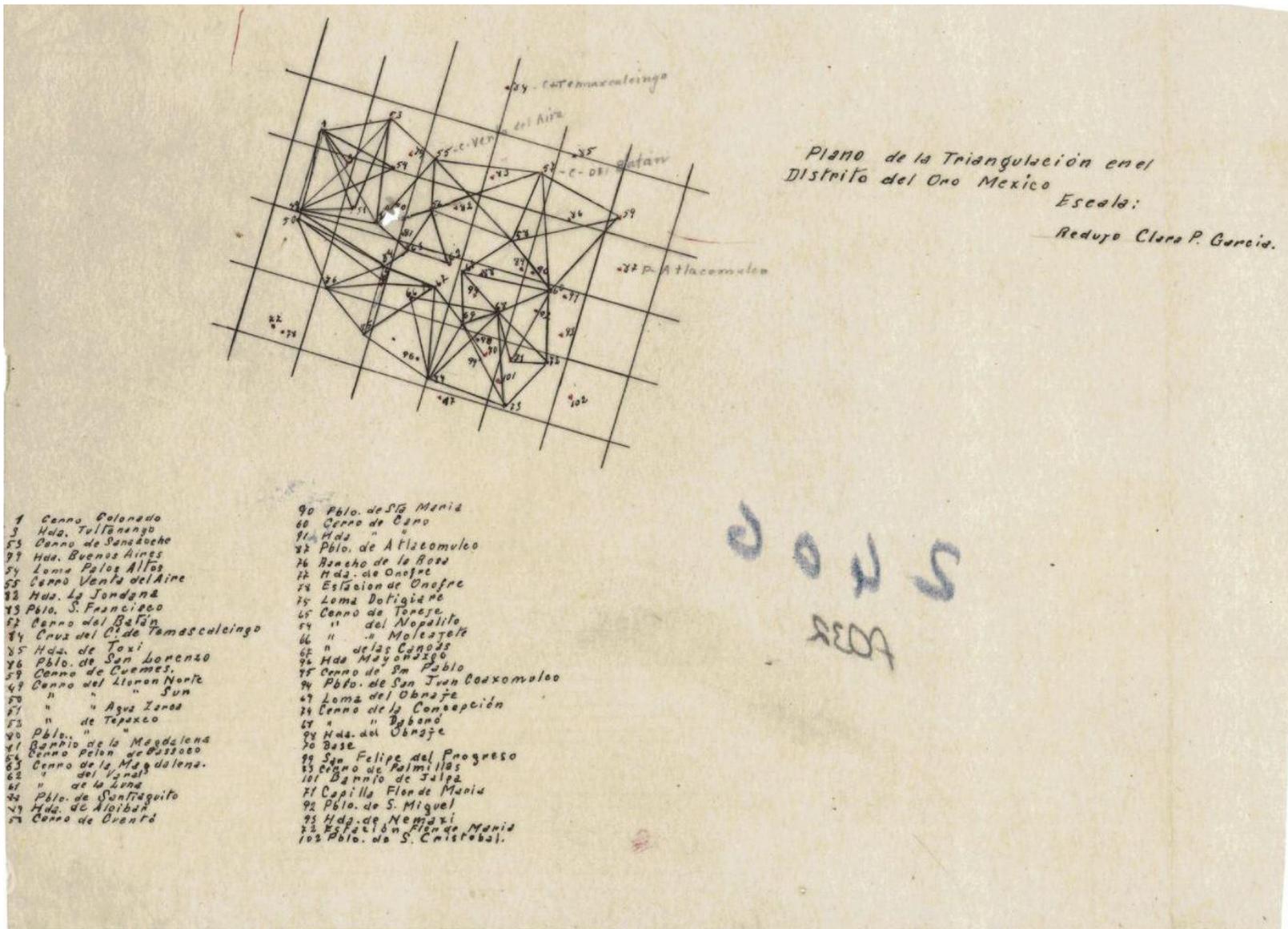


Figura 28. Plano de triangulación en el distrito de El Oro, México. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, CGF.MEX.M10.V3.0207.

PLANO
DE LA TRIANGULACION EN EL
DISTRITO DE EL ORO

MEXICO

ESCALA 1:50000.

1923.

Coordenadas de las estaciones referidas al Poste Geografico de Acambay Méx

1	Cerro de San Mateo	107310	10110000	28	Cerro de San Mateo	109570	1017970
2	Cerro de San Mateo	107310	10110000	29	Cerro de San Mateo	109570	1017970
3	Cerro de San Mateo	107310	10110000	30	Cerro de San Mateo	109570	1017970
4	Cerro de San Mateo	107310	10110000	31	Cerro de San Mateo	109570	1017970
5	Cerro de San Mateo	107310	10110000	32	Cerro de San Mateo	109570	1017970
6	Cerro de San Mateo	107310	10110000	33	Cerro de San Mateo	109570	1017970
7	Cerro de San Mateo	107310	10110000	34	Cerro de San Mateo	109570	1017970
8	Cerro de San Mateo	107310	10110000	35	Cerro de San Mateo	109570	1017970
9	Cerro de San Mateo	107310	10110000	36	Cerro de San Mateo	109570	1017970
10	Cerro de San Mateo	107310	10110000	37	Cerro de San Mateo	109570	1017970
11	Cerro de San Mateo	107310	10110000	38	Cerro de San Mateo	109570	1017970
12	Cerro de San Mateo	107310	10110000	39	Cerro de San Mateo	109570	1017970
13	Cerro de San Mateo	107310	10110000	40	Cerro de San Mateo	109570	1017970
14	Cerro de San Mateo	107310	10110000	41	Cerro de San Mateo	109570	1017970
15	Cerro de San Mateo	107310	10110000	42	Cerro de San Mateo	109570	1017970
16	Cerro de San Mateo	107310	10110000	43	Cerro de San Mateo	109570	1017970
17	Cerro de San Mateo	107310	10110000	44	Cerro de San Mateo	109570	1017970
18	Cerro de San Mateo	107310	10110000	45	Cerro de San Mateo	109570	1017970
19	Cerro de San Mateo	107310	10110000	46	Cerro de San Mateo	109570	1017970
20	Cerro de San Mateo	107310	10110000	47	Cerro de San Mateo	109570	1017970
21	Cerro de San Mateo	107310	10110000	48	Cerro de San Mateo	109570	1017970
22	Cerro de San Mateo	107310	10110000	49	Cerro de San Mateo	109570	1017970
23	Cerro de San Mateo	107310	10110000	50	Cerro de San Mateo	109570	1017970
24	Cerro de San Mateo	107310	10110000	51	Cerro de San Mateo	109570	1017970
25	Cerro de San Mateo	107310	10110000	52	Cerro de San Mateo	109570	1017970
26	Cerro de San Mateo	107310	10110000	53	Cerro de San Mateo	109570	1017970
27	Cerro de San Mateo	107310	10110000	54	Cerro de San Mateo	109570	1017970
28	Cerro de San Mateo	107310	10110000	55	Cerro de San Mateo	109570	1017970
29	Cerro de San Mateo	107310	10110000	56	Cerro de San Mateo	109570	1017970
30	Cerro de San Mateo	107310	10110000	57	Cerro de San Mateo	109570	1017970
31	Cerro de San Mateo	107310	10110000	58	Cerro de San Mateo	109570	1017970
32	Cerro de San Mateo	107310	10110000	59	Cerro de San Mateo	109570	1017970
33	Cerro de San Mateo	107310	10110000	60	Cerro de San Mateo	109570	1017970
34	Cerro de San Mateo	107310	10110000	61	Cerro de San Mateo	109570	1017970
35	Cerro de San Mateo	107310	10110000	62	Cerro de San Mateo	109570	1017970
36	Cerro de San Mateo	107310	10110000	63	Cerro de San Mateo	109570	1017970
37	Cerro de San Mateo	107310	10110000	64	Cerro de San Mateo	109570	1017970
38	Cerro de San Mateo	107310	10110000	65	Cerro de San Mateo	109570	1017970
39	Cerro de San Mateo	107310	10110000	66	Cerro de San Mateo	109570	1017970
40	Cerro de San Mateo	107310	10110000	67	Cerro de San Mateo	109570	1017970
41	Cerro de San Mateo	107310	10110000	68	Cerro de San Mateo	109570	1017970
42	Cerro de San Mateo	107310	10110000	69	Cerro de San Mateo	109570	1017970
43	Cerro de San Mateo	107310	10110000	70	Cerro de San Mateo	109570	1017970
44	Cerro de San Mateo	107310	10110000	71	Cerro de San Mateo	109570	1017970
45	Cerro de San Mateo	107310	10110000	72	Cerro de San Mateo	109570	1017970
46	Cerro de San Mateo	107310	10110000	73	Cerro de San Mateo	109570	1017970
47	Cerro de San Mateo	107310	10110000	74	Cerro de San Mateo	109570	1017970
48	Cerro de San Mateo	107310	10110000	75	Cerro de San Mateo	109570	1017970
49	Cerro de San Mateo	107310	10110000	76	Cerro de San Mateo	109570	1017970
50	Cerro de San Mateo	107310	10110000	77	Cerro de San Mateo	109570	1017970
51	Cerro de San Mateo	107310	10110000	78	Cerro de San Mateo	109570	1017970
52	Cerro de San Mateo	107310	10110000	79	Cerro de San Mateo	109570	1017970
53	Cerro de San Mateo	107310	10110000	80	Cerro de San Mateo	109570	1017970
54	Cerro de San Mateo	107310	10110000	81	Cerro de San Mateo	109570	1017970
55	Cerro de San Mateo	107310	10110000	82	Cerro de San Mateo	109570	1017970
56	Cerro de San Mateo	107310	10110000	83	Cerro de San Mateo	109570	1017970
57	Cerro de San Mateo	107310	10110000	84	Cerro de San Mateo	109570	1017970
58	Cerro de San Mateo	107310	10110000	85	Cerro de San Mateo	109570	1017970
59	Cerro de San Mateo	107310	10110000	86	Cerro de San Mateo	109570	1017970
60	Cerro de San Mateo	107310	10110000	87	Cerro de San Mateo	109570	1017970
61	Cerro de San Mateo	107310	10110000	88	Cerro de San Mateo	109570	1017970
62	Cerro de San Mateo	107310	10110000	89	Cerro de San Mateo	109570	1017970
63	Cerro de San Mateo	107310	10110000	90	Cerro de San Mateo	109570	1017970
64	Cerro de San Mateo	107310	10110000	91	Cerro de San Mateo	109570	1017970
65	Cerro de San Mateo	107310	10110000	92	Cerro de San Mateo	109570	1017970
66	Cerro de San Mateo	107310	10110000	93	Cerro de San Mateo	109570	1017970
67	Cerro de San Mateo	107310	10110000	94	Cerro de San Mateo	109570	1017970
68	Cerro de San Mateo	107310	10110000	95	Cerro de San Mateo	109570	1017970
69	Cerro de San Mateo	107310	10110000	96	Cerro de San Mateo	109570	1017970
70	Cerro de San Mateo	107310	10110000	97	Cerro de San Mateo	109570	1017970
71	Cerro de San Mateo	107310	10110000	98	Cerro de San Mateo	109570	1017970
72	Cerro de San Mateo	107310	10110000	99	Cerro de San Mateo	109570	1017970
73	Cerro de San Mateo	107310	10110000	100	Cerro de San Mateo	109570	1017970

Nota: Las coordenadas de las estaciones se tomaron en el sistema de la Estación Geodésica de Acambay, México, en el año de 1923.

Figura 29. Plano de la triangulación en el Distrito de El Oro, México, 1923. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, 2399-CGE-7251-A Varilla CGMEX03

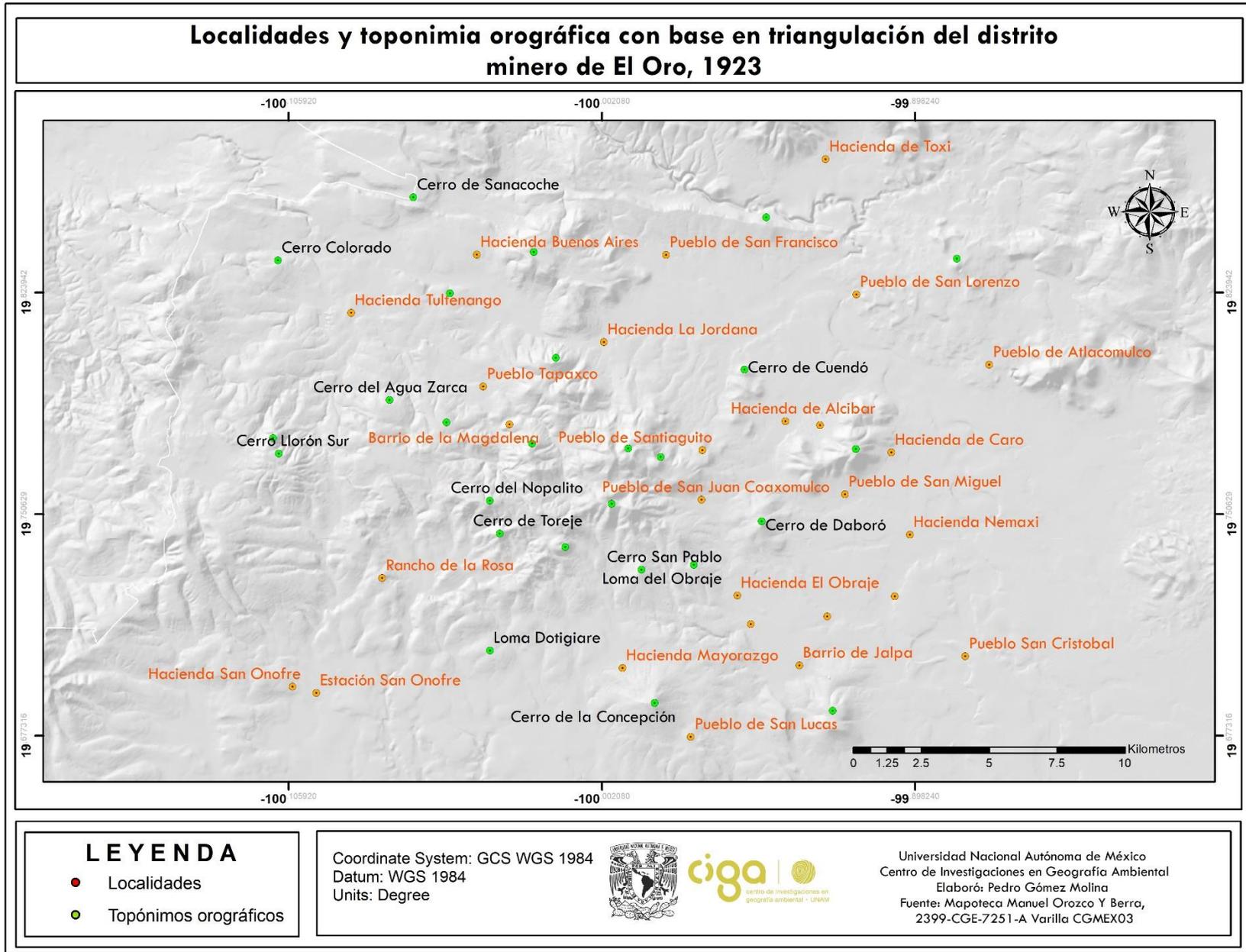


Figura 30. Topónimos y localidades de triangulación de El Oro. Elaboración propia a partir de figura 28 y 29.

El mapa de la figura 30 es el resultado del análisis de dos triangulaciones mineras elaboradas en 1923 a escala 1:50000 detallan la gran cantidad de poblados, nuevas haciendas, topónimos orográficos. Destacan los poblados de Atlacomulco y San Felipe del progreso, los cuales lograron su erección entre 1824 y 1826 respectivamente. Sin embargo, aparecieron en relación con el distrito minero cartográficamente hasta 1923. Cabe mencionar que San Felipe del Progreso era parte del primer camino a Maravatío proveniente de Ixtlahuaca, y que a su vez llegaba a Morelia.

Los mapas derivados de triangulaciones tienen mayor precisión espacial, por lo que su emplazamiento en la georreferenciación fue relativamente más sencillo. Diversas localidades representadas en los mapas fueron localizadas en capas de información contemporánea. Por ello, las bases de localidades nos sirvieron como fuente para evaluar la confiabilidad de mapas históricos anteriores. La precisión en la posición de las características en los mapas históricos y el nivel de detalle que se muestra pueden servir como un medio para evaluar crítica y cuantitativamente su confiabilidad para la reconstrucción histórica y para permitir la comparación con mapas contemporáneos.

La corrección que permitió esta base de datos de poblados y topónimos orográficos permiten evaluar la exactitud y confiabilidad del SIG-histórico. Si bien la interpretación aquí propuesta es un primer esbozo de las referencias geográficas respecto a los poblados, es potencialmente analizable a investigaciones que giran en torno a procesos detonantes de población, áreas de marginación, política pública, planificación, propiedad de la tierra, todo ello en perspectiva histórica.

Se produjo una forma de comparar unir y comprender un conjunto de datos, por lo que se homogeneizaron, considerando que son de diferentes fuentes y características. Pero nos sirvió para construir un poblamiento que resulta de procesos históricos.



Figura 31. Plano de dotación de ejido a Tlalpujahua, 1933. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco Y Berra, CGF.MICH.M11.V4.0328

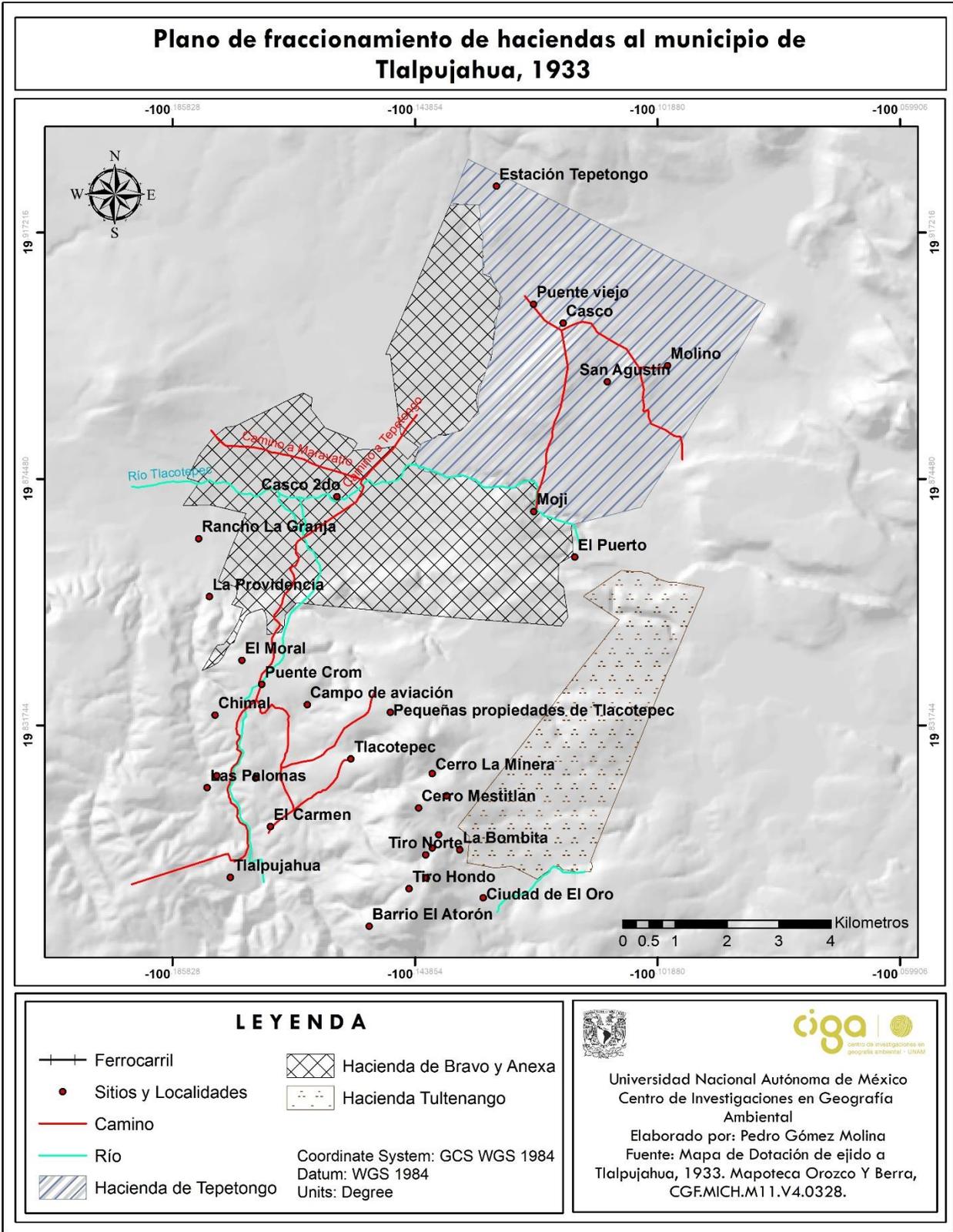


Figura 32. Parcelamiento de haciendas, ejidos y reconocimientos de caminos en la cartografía. Elaboración propia a partir de figura 31.

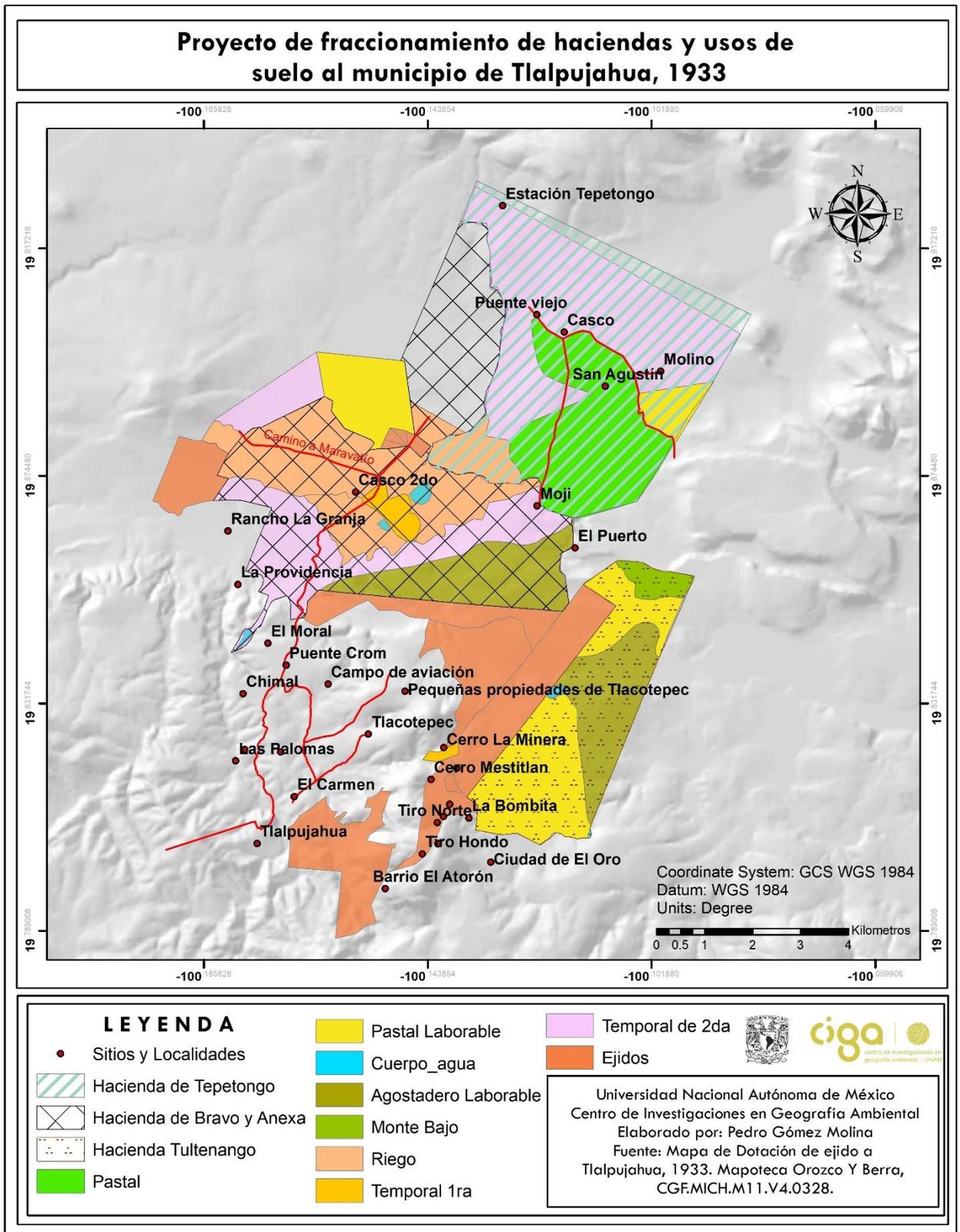


Figura 33. Usos de suelo y localidades respecto a las haciendas fraccionadas. Elaboración propia a partir de figura 31.

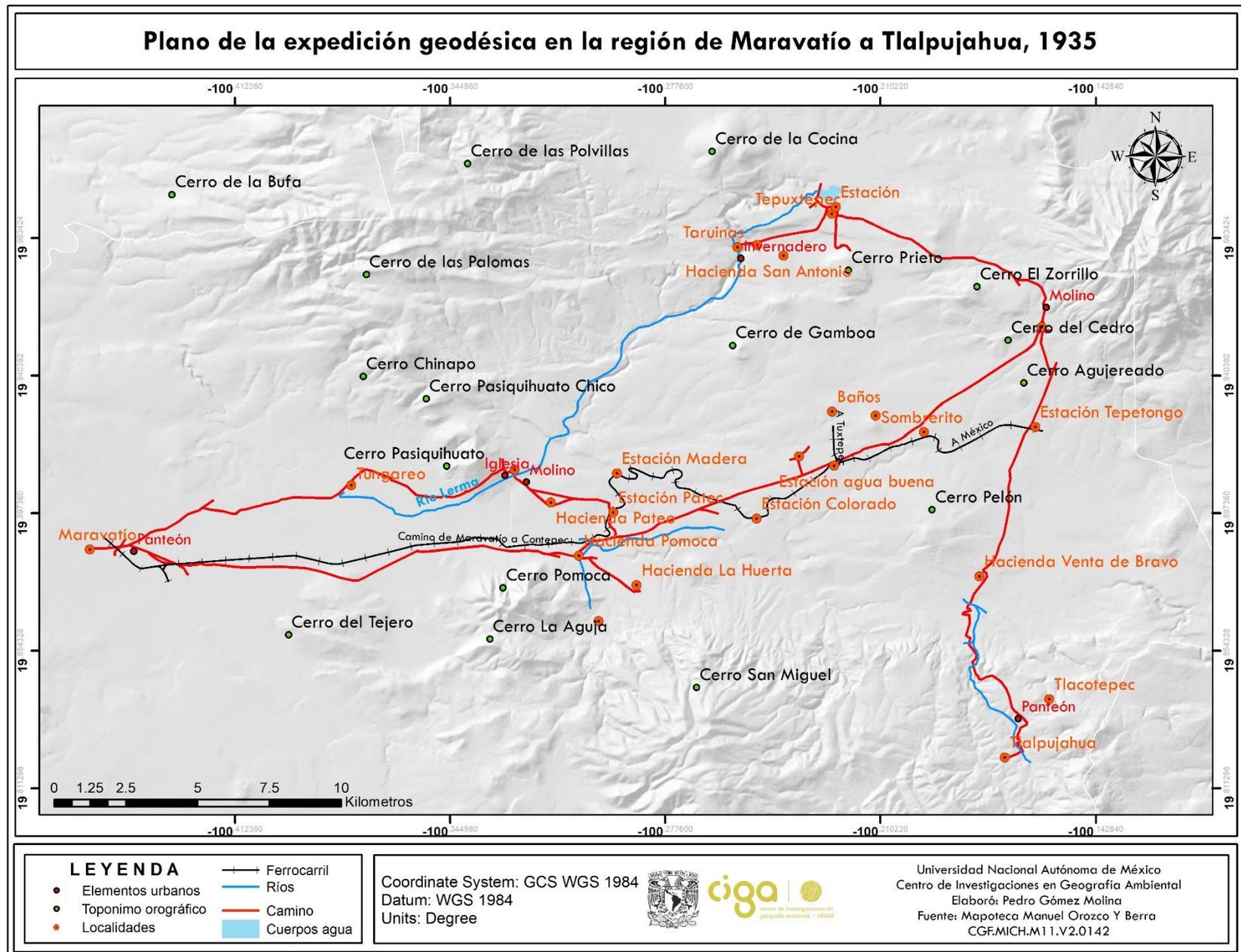


Figura 35. Caminos, vía férrea, localidades, topónimos y cuerpos de agua, de acuerdo con triangulación entre Maravatío y Tlalpujahua.

Finalmente, los mapas históricos 32 y 35 reflejan años posteriores a la investigación. Se procedió a incluir para vislumbrar los procesos y fenómenos históricos suscitados después del periodo de estudio. Primero, el mapa de la figura 36 ilustra el camino proveniente de Tlalpujahuá a Maravatío, con su división a Tlalpujahuá. Cabe destacar que se representa la línea de ferrocarril. Si bien, hay planos del proyecto de ferrocarril como el de la figura 3 de principios del siglo XX, este mapa de 1933 ya muestra la estación de ferrocarril Tepetongo y el tramo que atraviesa el pueblo de El Oro y el tiro norte, una de las minas más representativas de esta localidad.

Los mapas que escapan del corte temporal, se consideraron ya que aportan otro tipo de relaciones, más referentes geográficos respecto a las vías de comunicación, y reconocer qué pasó después de la temporalidad de estudio en términos generales. Se muestra como se siguieron fraccionando las haciendas, primero la delimitación de Tultenango, —aquí comienza el tramo férreo hacia El Oro—. Posteriormente la hacienda de Bravo y la hacienda de Tepetongo. Este mapa tiene como virtud ilustrar el proyecto de parcelamiento. La figura 33, detalla la formación de parcelas, y sus diferentes usos de suelo, en especial en las haciendas. Las formas de aprovechamiento planteadas son para la agricultura.

El tramo férreo se consolidó entre Tepetongo y Maravatío, por las dos estaciones que se muestran en el mapa, y proporciona un indicativo que sigue su curso para México. Detalla cada una de las estaciones que se edificaron en este tramo. También, es de resaltar los caminos, que fueron resultado del establecimiento del ferrocarril, la comunicación entre poblados ya establecidos y la necesidad de comunicar a otros tantos. Estos últimos mapas pueden ser potencialmente utilizables para investigaciones que analicen el cambio de uso de suelo y propiedad de la tierra, en la presente investigación nos permite observar cómo se conformaron caminos a partir de poblados mineros, la aparición de vías férreas, división de haciendas y usos de suelo. Además, la documentación puede que este incompleta, por lo que el análisis de los mapas nos da una “fotografía” de los paisajes observados.

Capítulo V. El SIG-histórico aplicado a esta investigación

Los datos que se muestran en los mapas datan de hasta casi tres siglos, por lo que hay error en el momento de georreferenciación. Por ello debe haber un manejo del error que nos aproxime a identificar los cambios geográficos de manera convincente (Gregory y Ell, 2007). En la tabla 4 se muestran los mapas que fueron georreferenciados, con información del ajuste que necesito, los puntos de control utilizados, y el error RMS y métrico otorgado por el SIG.

Tabla 4. Mapas utilizados en la georreferenciación, que incluye su transformación, el número de puntos de control y el error RMS. Fue importante para validación de los mapas y que el error se encuentre en el rango de aceptable para la fiabilidad del mapa.

Tabla de verificación y puntos de control por mapa			
Nombre del mapa	Transformación en georreferenciación	Puntos de control	Error RMS
Plano geológico del distrito minería de Tlalpujahua	1er orden polynomial	28	1.9685
Tlalpujahua, Michoacán, Ixtlahuaca y Jilotepec. Edo Méx.	Adjust	9	2.3336
Minas de Tlalpujahua, Michoacán	1er orden polynomial	9	1.69
Fuerte del Cerro del Gallo, Tlalpujahua, Michoacán	Adjust	8	1.39754
Plano de la hacienda de San Miguel Solís en el distrito de Ixtlahuaca, Estado de México	Adjust	7	2.09102
Levantamiento en los registros de El Oro y Jilotepec del Estado de México	2nd order polynomial	11	2.98
Triangulación de los distritos mineros de El Oro y Tlalpujahua	1er orden polynomial	6	1.369
Hacienda de Solís, Municipalidad de Temascalcingo, Estado de México	Adjust	7	3.3989
Triangulación en la región megaséismica Acambay-Temascalcingo. Red Triangulatoria entre Acambay y El Oro, Estado de México	1er orden polynomial	5	2.03
Plano de la triangulación en el Distrito de El Oro, México	Adjust	8	1.9784

Plano de dotación de ejido a Tlalpujahua	1er orden polynomial	9	1.2254
Poligonales levantadas por la expedición de geodésica de Lerma en la Región de Maravatio a Tlalpujahua, Michoacán	1er orden polynomial	6	1.3698

Al ver los mapas, los resultados más sobresalientes se encuentran en las capas de información obtenidas, ya que muestran el proceso de conformación territorial, por los poblados, apertura de caminos, nexos con pueblos importantes, y la importancia del manejo de tierras por las haciendas de beneficio. Los factores de los mapas están interrelacionados, e incluyen elementos que permiten reconocer el cambio geográfico y la conformación territorial.

En la tabla 5, con una adaptación del modelo de Mac Donald (2000) se evaluaron los atributos de cada mapa, por lo que se identifica la información obtenida, se integran las capas de información. Esta tabla se elaboró con base en los mapas georreferenciados. La finalidad de presentar esta tabla es precisar cómo obtener mayor provecho del análisis del SIG-histórico, ya que incluye factores de tiempo y ubicación.

Tabla 5. Comparativas entre atributos por mapa con metodología de MacDonald (2000).

Tabla comparativa de análisis por mapa					
Nombre del mapa	Atributos	Condición	Tendencias	Patrones	Observaciones
Figura 7	Topónimos, hidrografía, localidades, caminos, asentamientos humanos y geología.	Mapa que detalla el análisis científico para el aprovechamiento argentífero.	Se consolidó una región que aprovecha sus bosques, ya que los topónimos de la montaña se destacan en mayor medida, así como localidades cercanas.	A principios del siglo XIX se reconocen ya poblaciones y localidades que no aparecían un siglo antes.	La región fue motivo de estudio por la importancia en la producción minera.
Figura 8	Topónimos, Poblados, Haciendas, Linderos.	El deslinde permitió la conformación de pequeñas regiones entre las haciendas.	La minería se expandió entre diferentes haciendas, hubo límites administrativos definidos.	El mapa muestra a Tlalpujahua como centro de extracción, pero perteneciente a otra región con poblados importantes.	Las extensas haciendas permitían el control administrativo. Se empiezan a notar en la cartografía los poblados importantes.

Figura 9	Topónimos.	Mapa que muestra formas del relieve y sus diferentes usos de la minería.	Muestra a la minería y los procesos secundarios.	Patrones de acuerdo con a las actividades de las mineras.	La minería ocupa grandes extensiones de tierra y requiere de una infraestructura diversa.
Figura 10	Localidades, Plano arquitectónico con elementos de la construcción.	Mapa generado para la defensa territorial con una construcción estratégica para el control territorial.	Mapa que muestra la conformación territorial, el aprovechamiento y control que se tenía sobre diferentes poblaciones.	Mapa militar que muestra información valiosa sobre uso de suelo, conformación territorial y localidades relevantes.	El bosque fungía como protección, hubo procesos de guerra que generaron cambios geográficos y la construcción de elementos arquitectónicos para la guerra
Figura 17	Topónimos orográficos, Localidades, Ferrocarril, Caminos, Propiedad, Cuerpos de agua y Ríos.	Los caminos y localidades están ligados al fraccionamiento de haciendas.	Se generó un proceso de parcelamiento de tierras.	Se observa en el mapa como las localidades se asentaron cerca de ríos, y se empezó a gestar una conectividad importante para otros centros mineros del país	La región tenía una amplia relación con otras zonas con actividad económica importante como Guanajuato y Ciudad de México.
Figura 19	Localidades, Cuerpo de agua y Toponimia orográfica.	El distrito de El Oro como eje central de una amplia región.	Mayor número de localidades relacionadas con la región minera	Aún se conservan algunas haciendas que fueron previamente fraccionadas.	Crece el número de poblados, y la región se amplía de acuerdo con la extensión de las haciendas.
Figura 21	Topónimos orográficos.	La importancia de los cerros en el distrito minero.	Aparecieron nuevos topónimos que no habían sido registrados.	Mapa que no aparecen poblados.	Se tenían bien identificados las principales montañas, ya que es donde se encontraban las minas.
Figura 24	Localidades y topónimos orográficos.	Elementos que propiamente desprenden del análisis de la Hacienda de Solís y su reconocimiento de elementos aledaños.	Se identificaron topónimos.	La hacienda sigue un eje con las vías de comunicación, por lo que tiene conexión con toda la región.	Hubo un esfuerzo de mapeo importante de las montañas.
Figura 26	Localidades y topónimos orográficos.	Mapa que solo muestra los poblados relevantes pero destacan los topónimos orográficos.	Se identificaron nuevos topónimos.	Los poblados mapeados mantienen la tendencia como centros culturales, económicos y sociales hasta la época contemporánea.	Hubo un interés por identificar las distancias entre poblados y las principales montañas.
Figura 20	Localidades y topónimos orográficos.	Destaca la aparición de barrios, poblados, nuevas haciendas y ranchos.	Se identificaron nuevos topónimos.	Las localidades surgieron a partir del fraccionamiento de haciendas.	Hubo un interés por identificar las distancias entre poblados y las principales montañas.

Figura 31	Ferrocarril, localidades, camino, río, haciendas y usos de suelo.	Fraccionamiento de haciendas para la dotación de ejidos. Este proceso se dio después de la revolución y generó cambios territoriales relevantes.	Los cascos de hacienda se convirtieron en centros de localidades.	Las localidades surgieron a partir del fraccionamiento de haciendas.	Empiezan a fraccionarse las haciendas de beneficio usadas por la minería. Se propició un control en la forma de aprovechamiento del suelo.
Figura 34	Localidades, elementos urbanos, topónimo, ferrocarril, ríos, caminos, cuerpos de agua.	Mapa que privilegia las vías de comunicación y detalla las poblaciones aledañas a estas.	Maravatío y Tlalpujahua como centros regionales del occidente de Michoacán.	Muestra diversas vías de comunicación, y con conectividad para diferentes partes del país.	Las vías de comunicación representaron un papel fundamental en la conformación territorial a principios del siglo XX.

El primer desafío son las fuentes. La pregunta es cómo integrar datos históricos de diferentes fuentes y cómo llevar estos datos al SIG. En suma, los documentos y cartografía histórica contienen información no organizada para el ámbito científico –pues responden a otros fines– y cartográficamente imprecisa –en términos de las convenciones actuales–. Por ello, los datos llegan a ser ambiguos en el espacio y tiempo, de acuerdo con criterios científicos; el proceso de verificación es muy amplio, es decir, lo que se representa en el SIG-histórico necesariamente tiene que verificarse con información histórica y contemporánea; hacer comparativas con capas de datos actuales, verificación en campo o corrección propia del SIG en uso (Schindling y Harris, 2018).

Los nombres de lugares toponímicos pudieron haber cambiado, o bien, estar próximos a otros lugares que no corresponden a los que se registraron (Schindling y Harris, 2018). En esta investigación se encontró una gran cantidad de información toponímica. Se determinó georreferenciar aquellos lugares que aparecían en la cartografía ligada a la región minera, ya sea por las haciendas, vías de comunicación y finalidad del mapa. Esto se verificó con capas de toponimia actual. Posteriormente, aplicando una corrección polinómica los mapas aumentaron su precisión. Esto permitió ubicar topónimos que no fueron hallados en registros históricos o fuentes secundarias.

Las fuentes históricas deben inspeccionarse para detectar inexactitudes, exageración y discrepancia entre los datos. Por ende, los productos resultantes de la investigación permiten tener datos más precisos y con un menor grado de error. Cabe mencionar que gran parte de los mapas usados para en análisis del presente trabajo no tiene un sistema de

referencia espacial o sistema de coordenadas, esta es la finalidad de la georreferenciación (Zohar, 2019).

Las capas de información, nos pueden servir como base para georreferenciar otros mapas que tengan información toponímica similar –no solo de la presente investigación–. La investigación pretende que topónimos y ubicaciones sean más fáciles de detectar para futuros trabajos. Es fundamental la vinculación entre atributos históricos y las unidades espaciales que se plantean en una investigación.

La creación de una base de datos con las fuentes primarias colectadas permitió la descripción e interpretación de estas, que propició obtener más información. Mediante la deconstrucción de la cartografía histórica y lectura de documentos anexos se pudo obtener información valiosa, tal como: autor del mapa, finalidad, información sobre el territorio, escalas y coordenadas, explicación de elementos del mapa. Otra virtud de la base de datos, es que permite la capacidad para la búsqueda y vinculación con otras bases de datos, la limitante se encuentra en la manera de emparejar las bases.

Hay que considerar que los mapas históricos ilustran información espacial de particular interés para el análisis geográfico. La cartografía histórica puede representar, –en muchos casos– la única fuente de miradas a paisajes, escenas, territorio y espacio geográfico que ya no existen en cuanto a sus características primarias (Zohar, 2019).

Por otra parte, método de validación de error que se uso es RMS que hace referencia al error medio cuadrático, es decir, la desviación estándar de los puntos de control respecto al punto esperado. Además, se midió la distancia entre el valor esperando y donde se ubica el punto a ubicar. Aunque estos métodos nos dan mayor fiabilidad en la investigación, es necesario implementar otros métodos para futuras investigaciones.

Para evaluar las fuentes primarias –desde una perspectiva geohistórica– es preciso desarrollar un método de validación de datos, no solamente la georreferenciación. La base de datos aquí utilizada es relativamente pequeña y se pudo adaptar al SIG-histórico solo con complicaciones de ubicación, mal posicionamiento del mapa, error de georreferenciación por no encontrar referencias en el mapa y la imposibilidad de correcciones polinómicas. Cuando se utilizan bases de datos más grandes y con mayor número de variables, requieren otros métodos computacionales para almacenaje y tratamiento en el SIG-histórico (Thevenin, et al. 2016).

Se vuelve relevante la técnica de representación de datos y fenómenos históricos. Una de las características de la presente investigación es la exactitud que se logró en cuanto a ubicaciones, topónimos, vías de comunicación y referencias geográficas. El SIG-histórico tiene 3 componentes clave (Gregory, et al. 2001): un conjunto de datos, información temática sobre el objeto de estudio e información espacial. El SIG-histórico permite la conjunción de estos elementos. Además, permite el ingreso de datos cualitativos y cuantitativos.

Resulta clave comparar y establecer relaciones entre los fenómenos históricos y geográficos. Para la investigación nos limitamos a describir los mapas y ver los procesos de cambio en orden cronológico, sin embargo, mediante la consulta de más fuentes documentales, comparación con otras bases de datos, el acceso a mayor acervo histórico-cartográfico es posible descifrar mayores relaciones geográficas entre las cartografías analizadas. Estos análisis pueden evitar anacronismos espacio-temporales para investigaciones posteriores.

Las figuras 36 y 37, son mapas que representan los referentes geográficos encontrados en cada una de las cartografías en serie cronológica. Se decidió hacer una secuencia que permita demostrar algunos de los cambios geográficos que se encontraron en los mapas a partir de la interpretación. La escala de análisis es a nivel regional y permite ver como se expandió la región.

Localidades y vías de comunicación encontradas en la cartografía histórica por temporalidad en la región minera El Oro- Tlalpujahua

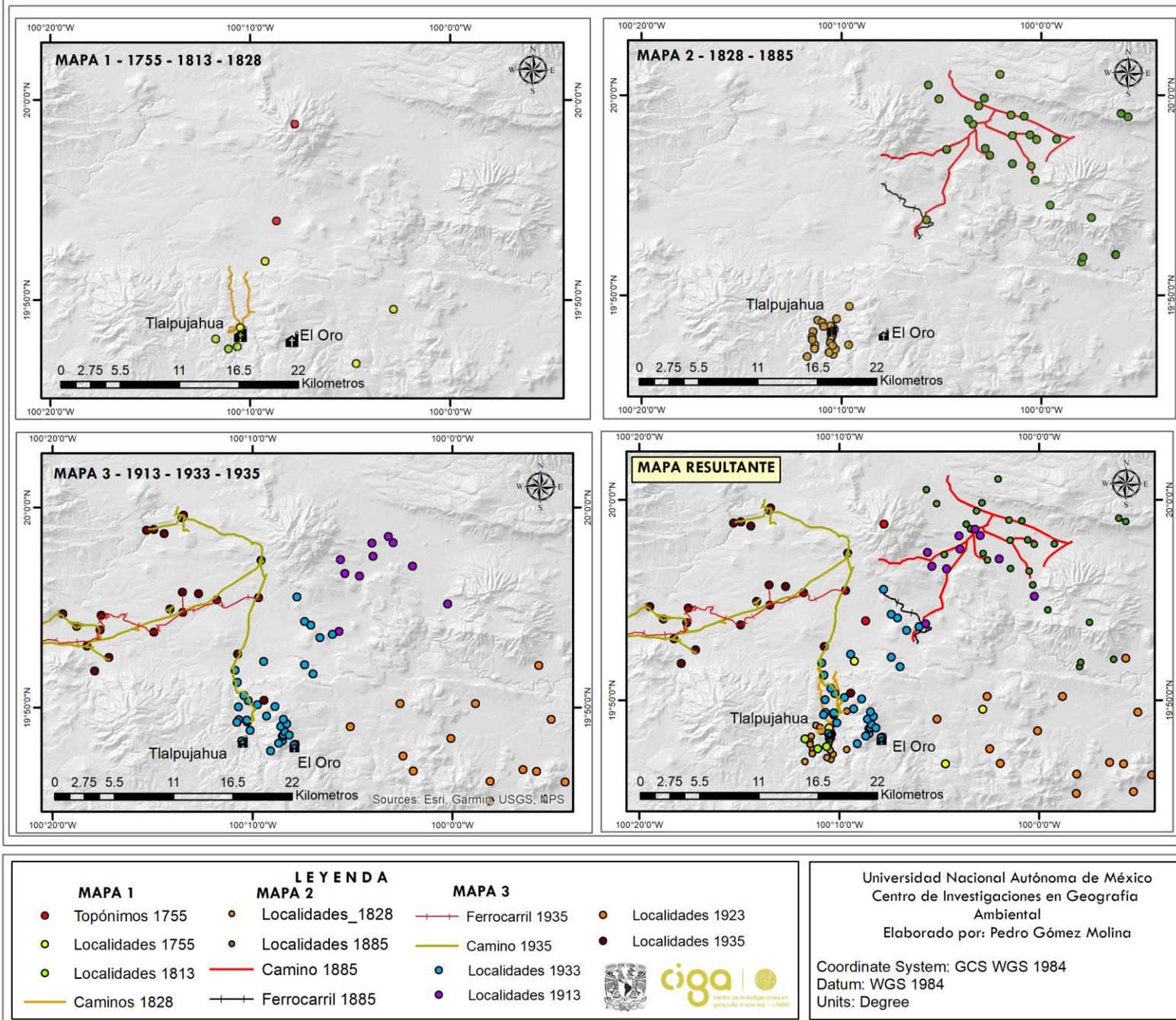


Figura 36. Mapa que detalla las referencias geográficas en cuanto a vías de comunicación y poblados encontradas en la cartografía histórica.

Toponimia orográfica encontrada en la cartografía histórica por temporalidad en la región minera El Oro- Tlalpujahua

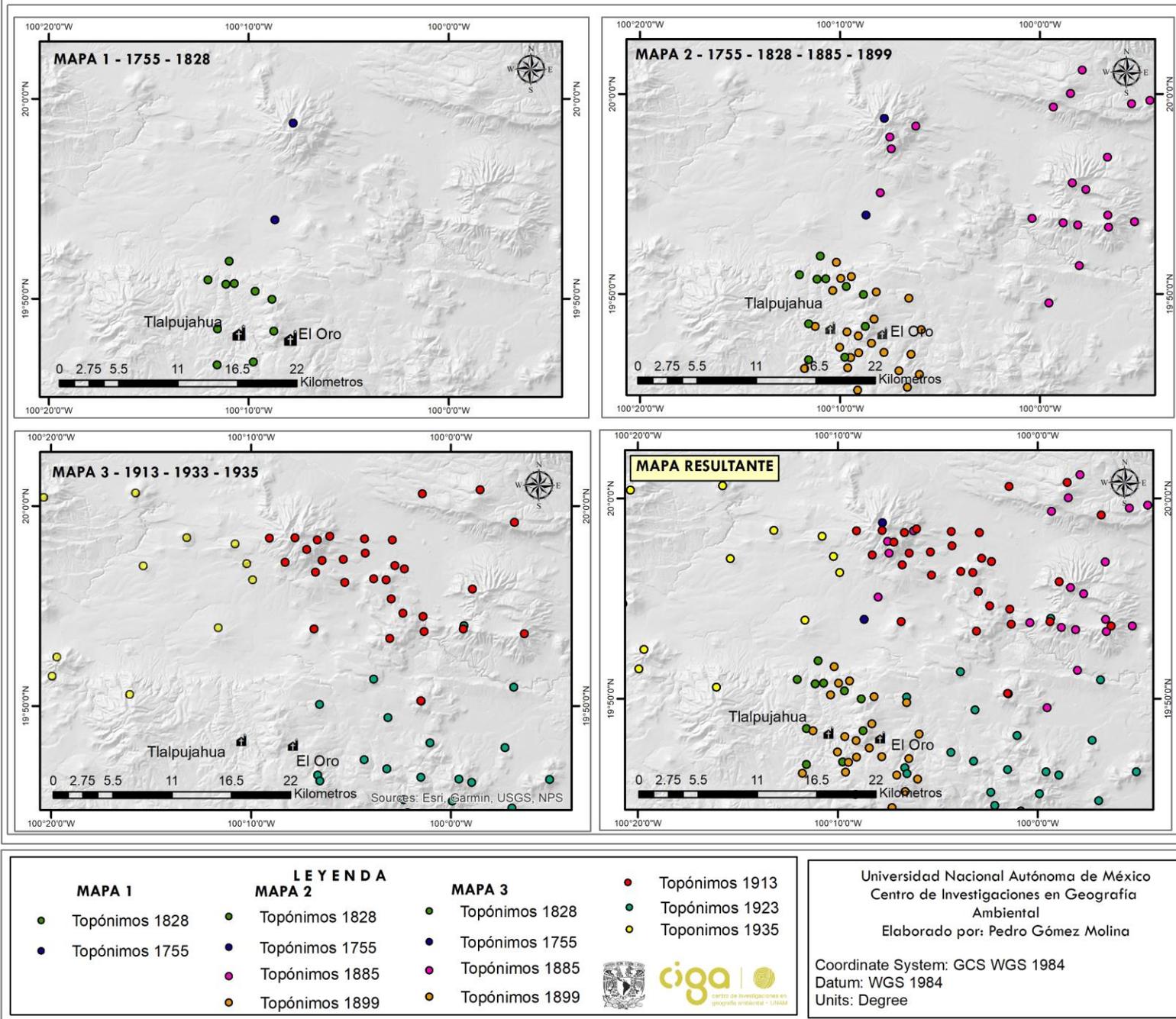


Figura 37. Mapa que detalla las referencias geográficas en cuanto a topónimos orográficos encontradas en la cartografía histórica.

Los mapas de la figura 36 y 37 surgen a partir de la información colectada de los mapas. Los referentes geográficos mostrados no necesariamente son primeras menciones; pero sí, puede ilustrar como se fue expandiendo la región en periodos de bonanza. La minería fue una actividad que determinó flujos demográficos. Además, la cartografía histórica representada no es especialista en la aparición de nuevos poblados, sin embargo, sí proporciona un indicativo de la transformación regional directamente relacionada con la región El Oro y Tlalpujahuá. Los poblados no indican una fecha de fundación, pero sí de representación en la cartografía histórica.

Toda la cartografía histórica interpretada tiene referencia con la región minera y la época de aprovechamiento, por lo que las referencias geográficas representadas muestran cambios a partir de la actividad metalúrgica. Hay una relación entre sectores de la región que se desarrollaron con mayor prominencia. Se encontraron los elementos que permitieron el auge minero, poblados, caminos, topónimos orográficos (cerros donde se llevaba la explotación minera), cuerpos de agua, ríos, y vías de comunicación.

Conclusión

La interpretación de la cartografía histórica mediante el SIG-histórico permitió describir la región histórica minera El Oro-Tlalpujahuá. Se conoció los procesos de poblamiento, abandono de minas, representación de vías de comunicación y cómo estas lograron una estructuración territorial, además de conectar con otras regiones, especialmente con vocación minera.

La región histórica minera de El Oro-Tlalpujahuá fungió como una importante zona de estructuración regional. Permitió la creación de haciendas, dinamizó la economía con el descubrimiento de vetas de oro y plata. Determinó la instauración de zonas productivas, trayendo consigo cambios territoriales ante la apertura de caminos, poblados, y redes comerciales. Los avances tecnológicos se pueden percibir aún en la actualidad, por la cantidad de cartografía y estadística que se elaboró, y la transformación territorial.

Además, la región se consolidó como un eje transversal en el flujo comercial y demográfico. En el análisis cartográfico logramos observar la gran conectividad que tenía con otras importantes ciudades y centros mineros como es el caso del Bajío en Guanajuato, el ferrocarril que llegaba a la costa del Pacífico y caminos hacia el centro de México.

Se reconoce que este estudio es una aproximación a lógicas y dinámicas territoriales, sin embargo, considero que es un avance necesario y pertinente para reconstrucciones, análisis paisajísticos y territoriales. Los resultados pueden permitir que otras bases de datos integren estas fuentes. Economizar el tiempo y recursos por el geoprocesamiento de las fuentes. Además, se encontró valiosa información sobre autores, sitios, topónimos y eventos históricos en relación espacial.

Se obtuvieron análisis espaciales a diferentes escalas. En la escala grande se obtuvieron relaciones espaciales respecto a topografía, orografía, geología, localidades, topónimos, ríos y vías de comunicación. Como fue el comportamiento del proceso de poblamiento, el cual tuvo una relación directa con la actividad minera. Fue una región de cambio constante, ya que conforme se estudiaron los mapas cronológicamente aparecieron nuevos topónimos y poblados. Esto se debió a procesos históricos como, descubrimiento y abandono de vetas que dio lugar a poblamiento y despoblamiento respectivamente.

Se logró representar mapas en escala 1:200000 que muestran procesos de poblamiento, apertura y vías de comunicación con otras regiones, topónimos y asentamientos

humanos. Se logró representar triangulaciones mineras, con lo que permitió identificar elementos orográficos donde se practicaba la minería.

El SIG-histórico permitió presentar cambios tecnológicos relevantes, por ejemplo, las vías férreas de principios del siglo XX explican el poblamiento, debido a estaciones, y tramos que propiciaron a que poblados se consolidaran. Conforme se avanzó cronológicamente en el análisis histórico, se muestra más precisión y escalas más pequeñas en la cartografía histórica. La región se fue expandiendo considerablemente; principalmente hacia el norte. Se crearon un gran número de haciendas desde finales del siglo XIX y principios del XX, esto se debió al fraccionamiento de grandes haciendas que se establecieron en un principio, como es el caso de la hacienda de Tepetongo y San Miguel Solís. Estas haciendas se fueron fraccionando.

Por otra parte, entre las virtudes del SIG-histórico en el desarrollo de la investigación, fue la identificación y almacenaje de entidades geográficas. Permitted la representación de datos históricos en un mapa, por lo que ahora estos recursos se encuentran a disposición para futuras investigaciones.

Finalmente, el SIG-histórico puede contribuir a la comprensión de historia regional, estructuración territorial, poblamiento, vías de comunicación en perspectiva espacial. Se representó el fenómeno histórico logrando caracterizar los acontecimientos y entidades geográficas.

La investigación reconoce lo valiosa que es la información geográfica contenida en la cartografía histórica. Mediante el uso del SIG, se obtuvieron datos e información de mapas que no tenían precisamente la finalidad de representar aspectos geográficos. La representación espacial a diferentes escalas obtuvo conclusiones respecto al crecimiento de poblados, delimitación de haciendas, reconocimiento de elementos geográficos como orografía e hidrografía.

Anexos

Tabla 6. Continuación base de datos. Documentos utilizados en el geoprocésamiento para SIG-histórico.

Información del mapa y georreferenciación										
Mapa_Cat_Particular	Procedencia	Catalogación procedencia	Año	Autor	Nombre del mapa	Escala métrica	Escala	Ubicación web	Sobre el autor	Finalidad del mapa
Mapa_O_1	Archivo General de la Nación	Minería, vol. 130, exp. 10 f. 44. MAPILU 02784F	1794	Manuel Agustín Mascaro	Real de Minas El Oro, Ixtlahuaca, Estado de México	800 varas castellanas	Local	S/I	Capitán de ingenieros	Propuesta para reordenar las calles de El Oro y construir una iglesia y casas reales con financiamiento de los mineros
Mapa_T_3	Archivo General de la Nación	Minería, vol. 20, exp. 10, fojas, 336v y 337. MAPILU 02746F	1773	S/I	Minas de Tlalpujahua, Michoacán	S/I	Local	S/I	S/I	Tlalpujahua, Michoacán. Litigio entre Juan Domingo Gonzalez de Cossio y Juan Joseph Lara por la mina "Nuestra Señora de Guadalupe" situada en el cerro de los Reyes en Real de Minas de Tlalpujahua
Mapa_T_4	Archivo General de la Nación	Tierras, volumen. 711, exp. 1, cuad. 2, f.42. MAPILU 0830F	1745	Don Cristobal de Roa y Don Jose de Aguilar	Indaparapeo , Pátzcuaro Y hacienda de los Naranjos. Tlalpujahua	S/I	Regional	S/I	Peritos	Michoacán. Conformación del sitio de Jaripitio y sus alrededores, ya que hay un pleito entre los naturales de Indaparapeo y Don José de la Roca
Mapa_R_1	Archivo General de la Nación	Correspondencia de virreyes, 1ra. Serie, vol. 50, exp. 6, f. 353. MAPILU 0087F	1774	Anónimo	Intendencia de México	S/I	Regional	S/I	S/I	Intendencia de México, aparece la ciudad de México y zonas aledañas
Mapa_R_2	Archivo General de la Nación	Correspondencia de virreyes, 1ra. Serie, vol. 50, exp. 6, f. 354. MAPILU 0088F	1774	Anónimo	Intendencia de Valladolid de Michoacán	S/I	Regional	S/I	S/I	Intendencia de Valladolid, Michoacán. Ciudad de Valladolid y Maravatío

Mapa_T_5	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 1876, exp. 7, f.9 MAPILU 01284F	1853	Anónimo	Santa María de la Loma, Tlalpujahua, Michoacán	S/I	Local	S/I	S/I	Tlalpujahua, Michoacán. Al centro Santa María rodeado por los cerros quebrado los montes de Ostitopac, al camino a Santiago, el cerro futle y arroyo de dicho pueblo. Hecho para demostrar la ubicación de los poblados y poder otorgar títulos de propiedad
Mapa_I_1	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 2389, exp. 1, cuad. 6, f. 46v, MAPILU 01432F	1720	Juan García Moron	Haciendas en el pueblo de Xiquipilco, Ixtlahuaca, Estado de México	S/I	Local	S/I	S/I	Ixtlahuaca, México, Pueblo de San Felipe con toma, arroyo y pueblo de la Natividad adyacentes al arroyo de San Bartolomé se ubican las tierras que disputan Don Blas de Aragón y Don Gregorio Joseph Cuevas vecinos de este municipio
Mapa_I_2	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 2389, exp. 1, cuad. 6, f. 46v, MAPILU 01433F	1720	Juan García Moron	Haciendas en el pueblo de Xiquipilco, Ixtlahuaca, Estado de México	S/I	Local	S/I	S/I	Ixtlahuaca, México, Pueblo de San Felipe con toma, arroyo y pueblo de la Natividad adyacentes al arroyo de San Bartolomé se ubican las tierras que disputan Don Blas de Aragón y Don Gregorio Joseph Cuevas vecinos de este municipio
Mapa_I_3	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 2216, exp. 2, cuad. 3, f.134, MAPILU 1377	1737	Pascual Gómez Maya	San Nicolás del Monte, Ixtlahuaca Estado de México y Hacienda de Angangueo, Mich	S/I	Regional	S/I	Perito	Metepec, México. Peñasco ceja de Peña, cerros (de Embeje, de Ayala, Jabali), que rodean la mina y bosque de Angangueo, un camino que viene de San Mateo, cruza la zona montañosa y el bosque. Especificaciones de la colindancia de las tierras y hacienda de Angangueo para el juicio de adjudicación de tierras.
Mapa_T_5	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 2216, exp. 1, cuad. 3, f. 106. MAPILU 01376F	1737	Silvestre de la Rosa y Elías de Eitia	Hacienda y tierras de Angangueo, Michoacán	S/I	Local	S/I	Peritos	Zitácuaro, Michoacán. Casas de la hacienda de Angangueo en el centro atravesando a estas el camino que va para México, varios cerros colindan con dicha referencia; mencionando solo algunos: Cerro del Capulín, San Juan y San Cristobal. Juicio por adjudicación de tierras de Don Domingo Saenz en contra de Don Miguel Jaras de Valdez presbitero

										y tutor de los hijos de Don Jeronimo Hurtado y Brigida Varas
Mapa_I_4	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 2218, exp. 1, cuad. 1, f. 142. MAPILU 1378	1758	Antonio Castaño Cordero	Rancho de Ortega, Ixtlahuaca, Estado de México.	S/I	Local	S/I	Agrimensor	Ixtlahuaca, México. Pueblo de Atotonilco y Laguna, donde salen dos caminos que vienen de la Villa de Ixtlahuaca, paralelo a estos caminos el Río Grande, al noreste la hacienda de Antonio Legorreta, en el centro una superficie con 89 puntos de referencia y una pequeña que tiene la letra A. Pleito de tierras entre Antonio Legorreta dueño de haciendas y Joseph Castro
Mapa_I_5	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 2218, exp. 1, cuad. 1, f. 142. MAPILU 1379	1758	Antonio Castaño Cordero	Hacienda San Mateo, Ixtlahuaca, Estado de México	S/I	Local	S/I	Agrimensor	Ixtlahuaca, México. Superficie de terreno de forma irregular donde se ubican a largo y ancho las caballerías de Domingo Díaz, al sureste el rancho de Ortega en donde inicia el camino que viene de Ixtlahuaca y que dirige a los baños de Atotonilco. Demanda de tierras de Joseph Castro en contra de Don Antonio Legorreta
Mapa_T_6	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 2168, exp. 2, f. 105	1807	Anónimo	Hacienda de Solís y sitio de Gasparcillo, Jilotepec, Estado de México	S/I	Regional	S/I	S/I	Jilotepec, México. Zona montañosa al norte donde desembocan 4 arroyos provenientes de Río Gran al Sur, paralelos estos otro arroyo llamado de las viudas que colinda con las Peñas de Gasparcillo y Loma Alta, rumbo al este se encuentra la hacienda de San Agustín la cual esta atravesandola el camino real que entronca la vereda de Mesquitlán y a las orillas del rancho de los Laras entre José Lázaro, José Cruz y José Ramón Chaparro en contra de Juan Francisco Gallo

Mapa_T_7	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 578, exp. 7, f. 53. MAPILU 00778F	1737	Anónimo	Santa María Ziriziquaro, Real de Minas de Talpujahuá, Michoacán	S/I	Local	S/I	S/I	Michoacán. Al poniente el poblado vecino del hospital, las casas reales, el pueblo de nativitas, San Lorenzo, el río Soto que cruza por el pueblo de San Juan y San Agustín, caminos y sierras adyacentes; así como los parajes de Pablo Ruiz y al oriente la Peña Talada que es objeto de disputa entre indios y Don Pedro Soria
Mapa_T_8	Archivo General de la Nación	Tierras, vol. 2781, exp. 10, f. 479. MAPILU 02151F	1753	Alexo Balbuena de Figueroa	Hacienda de San Juan de Dios Tepustepec, Talpujahuá, Mich.	S/I	Local	S/I	Signatario	Talpujahuá, Michoacán. Remate de los bienes del finado conde del Fresno de la Fuente, mismos que se embargaron a los hijos y herederos de Manuel de la Peña. Entre los bienes destacan: Haciendas de San Juan de Dios Tepustepec, molinos y batanes de Coroneo, jurisdicción del Real y Minas de Talpujahuá, obispado de Valladolid.
Mapa_T_11	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MICH.M1 1.V4.0328	1933	C. Ruiz	Plano de dotación de ejido a Talpujahuá	1:20000	Local	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-mich-m11-v4-0328/	Pertenece a la Comisión Nacional Agraria	Proyecto y plano de dotación de ejido a Talpujahuá dictado por la Comisión Nacional Agraria, correspondiente al ex distrito de Maravatio
Mapa_E_1	Mapoteca Orozco y Berra	COYB.MICH.M 45.V1.0029	1822	Juan José Martínez de Lejarza	Croquis de Michoacán	S/I	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/coyb-mich-m45-v1-0029/	Comandante militar de provincia	Una de las divisiones territoriales más precisas para el Estado de Michoacán. El mapa se encuentra en Análisis Estadístico de la Provincia de Michoacán, en 1822. En este escrito, el autor documenta que la Provincia e Intendencia de Michoacán, se conformaba de cuatro departamentos, 21 partidos y 90 ayuntamientos. Dichos ayuntamientos se dividían en Capital (sólo Valladolid lo era), cabecera (lo eran 20) y subalternos.
Mapa_E_2	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.ATLRM.M 31.V1.0001-10.26	1858	Antonio García Cubas	Estado de México	S/I	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-atlrm-31-v1-0001-10-26/	En 1856 fungió como miembro de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística	Descripción detallada de características geográficas, físicas, ambientales y socioeconómicas por Estado para la República Mexicana. Los mapas fueron publicados en el Atlas Geográfico,

								m31-v1-0001-10-26/		Estadístico e Histórico de la República Mexicana.
Mapa_E_3	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.ATLRM.M 31.V1.0001-11.26	1858	Antonio García Cubas	Estado de Michoacán	S/I	Regio nal	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-atlrm-m31-v1-0001-11-26/	En 1856 fungió como miembro de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística	Descripción detallada de características geográficas, físicas, ambientales y socioeconómicas por Estado para la República Mexicana. Los mapas fueron publicados en el Atlas Geográfico, Estadístico e Histórico de la República Mexicana.
Mapa_E_4	Mapoteca Orozco y Berra	COYB.MICH.M 45.V1.0034	1863	José Guadalupe e Romero	Carta geográfica del Obispado de Michoacán	30 leguas comunes de 26 1/2 al grado	Regio nal	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/coyb-mich-m45-v1-0034/	Fue miembro del cabildo eclesiástico y diputado a la legislatura de Guanajuato. En 1860 presentó, en la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, su estudio donde muestra el mapa.	Mapa que muestra una descripción de capitales, ciudades, población con parroquia, población auxiliar, turno, doctrina, común y las distribuciones por clase. Además haciendas, rancherías y caminos.
Mapa_E_5	Mapoteca Orozco y Berra	COYB.MICH.M 45.V1.0015	1863	S/I	Carta del Obispado de Michoacán	30 leguas comunes de 26 1/2 al grado	Regio nal	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/coyb-mich-m45-v1-0015/	S/I	Carta geográfica del Obispado de Michoacán en la época independiente para rectificar y reponer la del gobierno diocesano de un año anterior.
Mapa_E_6	Mapoteca Orozco y Berra	COYB.MICH.M 45.V1.0007	1865	José Guadalupe e Romero	Mapa geográfico del departamento de Michoacán	10 leguas	Regio nal	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/coyb-mich-m45-v1-0007/	Señor canónico doctoral de la iglesia metropolitana de Michoacán, miembro de la Sociedad Geográfica de Bélgica, y socio de número de la Mexicana de Geografía y Estadística	Mapa que muestra límites del Estado, principales ciudades, además de representar las montañas y cerros notables.

Cuadro_Sinóptico_1	Mapoteca Orozco y Berra	COYB.MICH.M46.V2.0090	1889	J. Medal	Cuadro sinóptico del Estado de Michoacán de Ocampo	S/I	S/I	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/coyb-mich-m46-v2-0090/	Miembro de las Sociedades de "Geografía y Estadística de la República Mexicana" y "Antonio Alzate "	Contenido de varios datos históricos, geográficos, estadísticos y administrativos para el Estado de Michoacán.
Mapa_N_1	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.RM.M27.V12.0830	Siglo XX	S/I	Carta Estadística minera de la República Mexicana	1:300000	Nacional	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-rm-m27-v12-0830/	S/I	Estadísticas y representación espacial de los metales registrados en las Casas de Moneda. Indica las propiedades mineras concedidas por el Ministerio de Fomento y la explicación del tipo de producción y metales extraídos.
Mapa_O_2	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V7.0612	Siglo XX	Jesús V. Chávez	Perímetro de las vertientes de la Cuenca de la Ciénega Mineral del Oro. Estudio, proyecto de presa	1:20000	Local	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-mex-m10-v7-0612/	S/I	Estudio y representación del proyecto de presa para el Mineral del Oro, con la superficies, altura del pluviómetro, medición de pérdida por evaporación y filtración, estimaciones de agua disponible.
Capítulo_Libro_1	Mapoteca Orozco y Berra	COYB.RM.M49.V3.0093-2.20	1845	Antonio del Castillo	Resumen de criaderos y minas de azogue	S/I	S/I	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/coyb-rm-m49-v3-0093-2-20/	Edición: Imprenta de la Sociedad Literaria. Ingeniero de Minas, perteneciente a la Junta de Fomento y Administración de Minas	Resumen de los trabajos que corresponden a los reconocimientos y minas de azogue que se practicaron en el año de 1844, explicando el estado de los criaderos de azogue.
Mapa_O_6	Mapoteca Orozco y Berra	2320B-CGE-7251-A-2 Varilla CGMEX02	1913	Luis Bolland	Hacienda de Solís, Municipalidad de Temascalcingo, Estado de México	1:25080	Local	http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/mapas/2320B-CGE-7251-A-2.jpg	Ingeniero en Minas	Triangulación gráfica en detalle: Llano de la Bolsa. Con poblados de Temascalcingo y el Oro, contempla a la Hacienda de Solís.

Mapa_O_8	Mapoteca Orozco y Berra	9633-CGE-7251-A Varilla CGMEX08	Siglo XX	S/I	Ferrocarril de El Oro Mining and Railway Co. LTD	S/I	Regional	http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/mapas/9633-CGE-7251-A.jpg	S/I	Perfil topográfico del paso de ferrocarril en el Distrito de El Oro
Mapa_O_9	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V3.0220	Siglo XX	L. Bravo	Triangulación de los distritos mineros de El Oro y Tlalpujahua	1:50000	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-mex-m10-v3-0220/	S/I	Triangulación básica de poblados y orografía del Distrito minero de El Oro y Tlalpujahua.
Mapas_Itinerario_1	Mapoteca Orozco y Berra	2447-CGE-7251-A-01	Siglo XX	S/I	Detalles de diferentes regiones en el Distrito de El Oro	S/I	Local	http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/	S/I	Serie de 9 mapas de un itinerario que muestra regiones del distrito de El Oro con poblados, hidrografía y orografía
Mapa_O_12	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V2.0073-1.2	Siglo XX	S/I	Descripción Mina El Oro	1:5000	Local	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-mex-m10-v2-0073-1-2/	S/I	Ubicación de mina, dirección y colindancias.
Mapa_O_13	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MEX.M10.V2.0073-2.2	Siglo XX	S/I	Descripción Mina El Oro II	1:5000	Local	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-mex-m10-v2-0073-2-2/	S/I	Ubicación de mina, dirección y colindancias.
Mapa_T_13	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MICH.M11.V1.0069	1922	L. L., J. A. y V. E.	Modificación a la línea de transmisión de 85,000 volts de El Oro a Angangueo entre los	1:10000	Local	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-mich-m11-v1-0069/	Secretarios ingenieros electricistas	Presentación de línea de ubicación de corriente eléctrica, abarca Tlalpujahua y El Oro, cuenta con coordenadas geográficas, nombre de propietarios y clasificación y nombre del terreno.

					kilometros 0 y 21+56					
Mapa_E_7	Mapoteca Orozco y Berra	CGF.MICH.M1 1.V4.0251	1863	S/I	Plano del Estado de Michoacán	S/I	Regional	https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-mich-m11-v4-0251/	S/I	Plano general de localidades, caminos e hidrografía para el Estado de Michoacán.

Referencias

- Álvarez, S. (1999). “Colonización agrícola y colonización minera, la región de Chihuahua durante la primera mitad del siglo XVIII”, *Relaciones*, 79(20), pp. 29-82.
- Aparicio, A., y Poncela, A. (2019). “Tlalpujahua, Michoacán. De asentamiento minero a turístico.” *URBS. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 9(2), pp. 83-95.
- Arellano, A. (1999). *Arquitectura y urbanismo de la ciudad de San Luis Potosí en el siglo XVII*, San Luis Potosí, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Assadourian, C. (1982). *El Sistema De La Economía Colonial, mercado interno, regiones y espacio económico*, Lima, IEP Ediciones.
- Bailey, T., y Schick, J. (2009). “Historical GIS: enabling the collision of history and geography”, *Social Science Computer Review*, 27(3), pp. 291-296.
- Baiocchi, V., Lelo, K., Milone, M. V., y Mormile, M. (2013). “Accuracy of different georeferencing strategies on historical maps of Rome”, *Geographia technica*, 30(1), pp. 10-16.
- Bakewell, P. (1976). *Minería y sociedad en el México colonial: Zacatecas 1546-1700*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Bakewell, P. (1981). “La periodización de la producción minera en el norte de la Nueva España durante la época colonial”, *Estudios de historia novohispana*, 10(10), pp. 31-45.
- Bakewell, P. (1989). *Mineros de la Montaña Roja. El trabajo de los indios en Potosí 1545 – 1650*, Madrid, Alianza Editorial.
- Bakewell, P. (1990). “El Estado y la minería en Hispanoamérica colonial”, en: Arias, P. (coord.) *Industria y Estado en la vida de México*, Zamora, El Colegio de Michoacán, pp. 43-54.
- Bakewell, P. (1991). “La periodización de la producción minera en el norte de la Nueva España durante la época colonial”, *Estudios de historia novohispana*, 10(10), pp. 32-43.
- Barbosa, A. (1981). *Estructura económica de la Nueva España 1519 – 1810*, México, Siglo Veintiuno.

- Blanco, M., y Romero, M. (2000). “Los límites institucionales del crecimiento económico. Avances y retrocesos de la política borbónica en el siglo XVIII novohispano”, *Investigación económica*, 60(231), pp. 139-179.
- Bolio, J. y Bolio, H. (2013). “Modalidades de tenencia de la tierra en la Nueva España, siglos XVI y XVII”, *Revista Mexicana de Historia del Derecho*, 1(27), pp. 29-40.
- Brading, D. (1975). *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Brigante, Y., y Radicioni, F. (2014). Georeferencing of historical maps: gis technology for urban analysis. *Geographia technica*, 9(1), pp. 10-19.
- Burkart, J. (1828). “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahuá y de su constitución geológica con un mapa anexo”. México, Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía.
- Cano, P. (2019). “La producción de plata y la escasez de moneda en el norte de Nueva España en el siglo XVIII”, *Revista Numismática HÉCATE*, 1(6), pp. 190-203.
- Carmagnani, M. (1989). “El liberalismo, los impuestos internos y el Estado federal mexicano, 1857-1911”, *Historia Mexicana*, 3(38), pp. 471-496.
- Carrera, M. (2011). *Traveling from New Spain to Mexico: Mapping practices of nineteenth-century Mexico*, Massachusetts, Duke University Press.
- Castro, C. (2000). “El estado español en el siglo XVIII: su configuración durante los primeros años del reinado de Felipe V”, *Historia y política*, 1(4), pp. 137-169.
- Comisión Nacional del Agua (2010). “*Normales climatológicas por estado*”, consulta web, <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>, consultado, 13/04/2020
- Commons, A. (1989). “La minería en Nueva España en el siglo XVIII”, *Investigaciones geográficas*, 1(19), pp. 89-103.
- Contreras, C. (1996). “Las ordenanzas de minería de 1783. La polémica entre Gamboa y el Tribunal de Minería”, *Revista Historias*, 1(36), pp. 39-53.
- Corona, P., Maldonado, R., Ramos, Y. R., Robles, J., Lozano, R., y Martínez, M. (2017). “Geoquímica y mineralogía de los jales del distrito minero Tlalpujahuá-El Oro, México, y sus implicaciones de impacto ambiental”, *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 34(3), pp. 250-273.

- 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.
- Cramaussel, C. (2006) (ed.) “Introducción”, en, Cramaussel, C. (2006) *Rutas de la Nueva España*, Zamora, El Colegio de Michoacán, pp 17-23.
- DeBats, D., y Gregory, I. (2011). “Introduction to historical GIS and the study of urban history”, *Social Science History*, 35(4), pp. 455-463.
- D’Esposito, F., y Jacobs, A. (2015). “Auge y ocaso de la primera sociedad minera de América. Santo Domingo 1503-1520”, *Nouveaux mondes nouveaux-Novo Mundo Mundos Novos-New world New worlds*, 1(4), pp. 1-19.
- Dobado, R., y Marrero, G. (2011). “The role of the Spanish imperial state in the mining-led growth of Bourbon Mexico's economy”, *The Economic History Review*, 64(3), pp. 855-884.
- Ellian, P., y Gregory, I. (2001). “Adding a new dimension to historical research with GIS”, *History and Computing*, 13(1), pp. 1-6.
- Enfield, G y O’Hara (1999) “Degradation, Drought, and Dissent: An Environmental History of Colonial Michoacán, West Central Mexico”, *Annals of the Association of American Geographers*, 89(3), pp. 402-419.
- Estevez, A. (2017). *Evolución de la propiedad de los pueblos de indios de la zona de Ixtlahuaca-Atzacomulco. Conflictos por la tierra durante el siglo XVIII* (tesis de maestría en estudios históricos), México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Flores, T. (2004). “*Geología minera de la región noreste del Estado de Michoacán (ex distritos de Maravatio y Zitácuaro)*”, México, UMSNH, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, ayuntamientos de la región oriente del Estado de Michoacán.
- Fournier, P. (2018) “Indigenous Charcoal Production and Spanish Metal Mining Enterprises: Historical Archaeology of Extractive Activities and Ecological Degradation in Central and Northern Mexico”, en: Torres y Menezes (coords.) *Historical Archeology and enviromental*, Brasil, Springer, pp. 87-108.
- García, E. (1998) “*Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998), Mapas de Climas (Clasificación de Koppen, modificado por*

- García)", Escala 1:1 000 000. México, consulta web: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/F047_Cartografia.pdf. Consultado: 16/04/2020
- García, B. (2008). "*Las regiones de México. Breviario geográfico e histórico*", México, El colegio de México.
- Garner, R. (1988). "Long-term silver mining trends in Spanish America: A comparative analysis of Peru and Mexico", *The American Historical Review*, 93(4), pp. 898-935.
- Garriga, C. (2004). "Orden jurídico y poder político en el Antiguo Régimen", *Revista de historia internacional*, 4(16), pp. 1-21.
- Garza, V. (2012). "Medidas y caminos en la época colonial: expediciones, visitas y viajes al norte de la Nueva España", *Fronteras de la historia* 17(2), pp. 191-219.
- Gavira, M. (2006). "Población y producción de plata en el real de minas de Tlalpujahua a mediados del siglo XVIII", *Estudios de Historia Novohispana*, 34(34), pp. 17-45.
- Gavira, M., y Lemus, E. (2018). "El descubrimiento de las minas de Angangueo (Michoacán) y la fundación de la Diputación Minera en 1802", *Americanía: Revista de Estudios Latinoamericanos*, 1(8), pp. 36-64.
- Gerhard, P. (1993). *A guide to the historical geography of New Spain*, Oklahoma, University of Oklahoma Press
- Gil, R. (2012). "Tecnología minera en los siglos XVI-XIX: una perspectiva comparada", en: Bodemer, K. (coord.) *Cultura, sociedad y democracia en América Latina. Aportes para un debate interdisciplinario*, Madrid, Iberoamericana, pp. 305-326.
- Gobierno del Estado de Michoacán. (1985). *Catálogo de monumentos y sitios de Michoacán, Tlalpujahua*, Morelia, Universidad Michocana de San Nicolás Hidalgo.
- Gómez, E. (2014). "Las ciudades de los minerales: reconociendo el legado urbanístico del Norte de México (1885-1921)", en, *VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá, junio 2014*, Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya, pp. 1-16.
- Gorbea, J. (1968). La arquitectura militar en la Nueva España. *Estudios de Historia Novohispana*, 2(2), pp. 1-29.

- Gregory, I., Kemp, K., y Mostern, R. (2001). "Geographical Information and historical research: current progress and future directions", *History and Computing*, 13(1), pp. 7-21.
- Gregory, I. Y Ell, P. (2007). "*Historical GIS: technologies, methodologies, and scholarship*", Inglaterra: Cambridge University Press, pp. 203.
- Gregory, I. (2002). "Time-variant GIS databases of changing historical administrative boundaries: A European comparison", *Transactions in GIS*, 6(2), pp. 161-178.
- Gregory, I., (2005). "*A place in history: A guide to using GIS in historical research*", Oxford, Oxbow.
- Gregory, I. y Healey, R. (2007). "Historical GIS: structuring, mapping and analysing geographies of the past", *Progress in Human Geography*, 31(5), pp. 638-653.
- Guerrero, S. (2016). "The history of silver refining in New Spain, 16c to 18c: back to the basics", *History and technology*, 32(1), pp. 2-32.
- Guzmán, C. (2017). "Investigación histórica, los SIG y las nuevas posibilidades epistemológicas y metodológicas", en, Urquijo, P. Vieyra, A. y Bocco, G. (coord.) Geografía e historia ambiental, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 193-214.
- Harley, J. B. (1989). "Historical geography and the cartographic illusion", *Journal of Historical Geography*, 15(1), 80-91.
- Hausberger, B. (1993). "La minería novohispana vista por los libros de carga y data de la Real Hacienda", *Estudios de historia novohispana*, 1(15), pp. 35-66.
- Healey, R., y Stamp, T. (2000). "Historical GIS as a foundation for the analysis of regional economic growth: Theoretical, methodological, and practical issues". *Social Science History*, 24(3), pp. 575-612.
- Hillerkuss, T. (2013). "Las minas de la Nueva España en los mapas del Siglo XVI. ¿Un secreto del Estado?", *Apuntes*, 26(1), pp. 10-25.
- Hunter, R., y Sluyter, A. (2011). "How incipient colonies create territory: The textual surveys of New Spain, 1520s–1620s", *Journal of Historical Geography*, 37(3), pp. 288-299.
- Hunter, R. (2012). "Land use change in New Spain: A three-dimensional historical GIS analysis", *The Professional Geographer*, 66(2), pp. 260-273.

- INAFED (2016). *Enciclopedia de municipios de México, Tlalpujahua*. Consulta web: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16093a.html>. Fecha de consulta: 01/09/2020
- INEGI. (2009) “Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. El Oro de Hidalgo, Michoacán de Ocampo”, consulta web: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15064.pdf. Consultado: 02/04/2020
- INEGI. (2009). “Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tlalpujahua, Michoacán de Ocampo”, consulta web: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16093.pdf. Consultado: 06/04/2020
- Jáuregui, L. (1997). “Una aproximación a los costos y beneficios del cambio institucional en el México borbónico 1765-1795”, *Investigación Económica*, 57(222), pp. 145-160.
- Jáuregui, L. (1999). *La Real Hacienda de Nueva España, su administración en la época de los intendentes 1786-1821*, México, UNAM, Facultad de Economía.
- Lafevor, M. (2012). “Building a Colonial Resource Monopoly: The Expansion of Sulphur Mining in New Spain, 1600–1820”, *Geographical Review*, 102(2), pp. 202-224.
- Lang, F. (1969). “La búsqueda de azogue en el México Colonial”, *Historia Mexicana*, 18(4), pp. 473-484.
- Lara, J. (2010). *Guanajuato, el paisaje antes de la guerra de Independencia*, Guanajuato, Ediciones la rana
- Lavrin, A. (1966). “The Role of the Nunneries in the Economy of New Spain in the Eighteenth Century”. *The Hispanic American Historical Review*, 46(4), pp. 371-393.
- Levin, N., Kark, R., Y Galilee, E. (2010). “Maps and the settlement of southern Palestine, 1799–1948: an historical/GIS analysis”, *Journal of Historical Geography*, 36(1), pp. 1-18.
- Lois, M. (2015). “El mapa, los mapas: Propuestas metodológicas para abordar la pluralidad y la inestabilidad de la imagen cartográfica”, *Geograficando*, 11(1), pp. 1-23.

- MacDonald, B. y Black, F. (2000). "Using GIS for spatial and temporal analyses in print culture studies: Some opportunities and challenges", *Cambridge University Press Social Science History*, 24(3), pp. 505-536.
- Marichal, C. (2010). "La economía de la época borbónica al México Independiente, 1760 – 1850", en, Kuntz, S. (comp.) *Historia económica general de México de la colonia a nuestros días*, México, Colegio de México, pp 173-209.
- Meléndez, A. (2013). "*Real de Minas de El Oro, la ciudad deseada en el plano de Manuel Agustín Mascaró 1786-1803*", México, Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de México, pp. 232.
- Mendoza, H., Urquijo, P., y Bocco, G. (2007). "México y el cambio geográfico", en, Mayer, (coord.), *México en tres momentos: 1810 – 1910 – 2010. Hacia la conmemoración del bicentenario de la Independencia y del Centenario de la Revolución Mexicana. Retos y perspectivas*, México, UNAM, Instituto de investigaciones históricas, pp. 135-152.
- Mendoza, H. (2013). "La historia de la cartografía de México: tradiciones, cambios y nuevos caminos", en. Mendoza, H. (coord.) *Estudios de la geografía humana en México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 171-188
- Moncada, J. (2018). "La cartografía de los ingenieros militares. Instrumento para el conocimiento del territorio", *Revista de geografía Norte Grande*, 1(69), pp. 9-31.
- Moya, P. (2017). "Dibujos de la primera arquitectura de Nueva España: algunos mapas, planos y proyectos de arquitectura del siglo XVI", *Revista de EGA*, 22(29), pp. 118 -127.
- Muñoz, J. (1986). "La minería en México, bosquejo histórico", *Quinto centenario*, 1(11), pp. 145-156.
- Orozco, M. y Miranda, G. (2012) "El patrimonio cultural de las haciendas del Municipio de Aculco de Espinoza: posibilidades para un desarrollo agroturístico", *AgEcon Search*, (1), pp. 1-12.
- Quiroz, E. (2006). "La moneda menuda en la circulación monetaria de la ciudad de Mééxico. Siglo XVIII", *Mexican Studies/Estudios Mexicanos*, 22(2), pp. 219-249.

- Reyes, D., Salgado-Chávez, P., y Padilla, O. (2017). “Georreferenciación de mapas históricos de Sudamérica para el desarrollo de una galería de mapas web”, *Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica*, (1), pp. 1-7.
- Roberts, L., Thevenin, T., Hallam, J., Beveridge, A., Mostern, R., Southall, H., y Meeks, E. (2014). *Toward spatial humanities: Historical GIS and spatial history*, Indiana, Indiana University Press.
- Rojas, I. (2008). “El estudio histórico de la cartografía”, *Takwá*, Revista de historia, 1(13), pp. 11-32.
- Romano, R. (2004). *Mecanismos y elementos del sistema económico colonial americano, siglos XVI-XVIII*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Russo, A. (2005). *El realismo circular: tierras, espacios y paisajes de la cartografía indígena novohispana siglos XVI y XVII*, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Saavedra, E., y Sánchez, M. (2008). “Minería y espacio en el distrito minero Pachuca-Real del Monte en el siglo XIX”. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 1(65), pp. 82-101.
- Salazar, G. (1998). *La formación de haciendas en el siglo XVII en San Luis Potosí* (Tesis de Doctorado en Arquitectura), México, UNAM, Facultad de Arquitectura.
- Sánchez, M. (1990). *Análisis de la organización territorial de la actividad minera en México* (tesis de Doctorado en Geografía), México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, México.
- Sariego, J. (1992). “Minería y territorio en México: tres modelos históricos de implantación socioespacial”, *Estudios demográficos y urbanos*, 9(2), pp. 327-337.
- Schindling, J. y Harris, T. (2018). “Deepening Historical GIS: An Integrated Database Solution for Linking People, Place and Events through Unstructured Text”, *International Journal of Humanities and Arts Computing*, 12(2), pp. 120-137.
- Schmitt-Egner, P. (2002). The concept of 'region': Theoretical and methodological notes on its reconstruction, *Journal of European integration*, 24(3), pp. 179-200.
- SEDESOL, (2011). “*Atlas de riesgos naturales del municipio de El Oro, 2011*”, México, Secretaría de Desarrollo Social.

- Servicio Geológico Mexicano, (2000). “*Carta minera geológica de El Oro de Hidalgo, escala 1:50000. Estado de México y Estado de Michoacán*”, consulta web: http://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geologia/1565_E14-A16_GM.pdf. Consultado: 13/04/2020.
- Sluyter, A. (1999). “The making of the myth in postcolonial development: material-conceptual landscape transformation in sixteenth-century Veracruz”, *Annals of the Association of American Geographers*, 89(3), pp. 377-401.
- Suter, M. (2016). “Early 19th century geologic studies of the Zimapán region, central Mexico”. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68(2), pp. 215-230.
- Studnicki, D., Schecter, D. (2010). “The environmental dynamics of a colonial fuel-rush: silver mining and deforestation in the New Spain, 1522 to 1810”, *Environmental history*, 15(1), pp. 9-119.
- Tamayo, J. y de Elhuyar, F. (1943). “La minería de Nueva España en 1794”, *El trimestre económico*, 10(38), pp. 287-319.
- Trabulse, E. (1981). “Aspectos de la tecnología minera en Nueva España a finales del siglo XVIII”, *Historia Mexicana*, 3(30), pp. 311-357.
- Traslosheros, J. (2006). “Orden judicial y herencia medieval en la Nueva España”, *Historia Mexicana*, 4(55), pp. 1105-1138.
- Thevenin, T., Mimeur, C., Schwartz, R., y Sapet, L. (2016). “Measuring one century of railway accessibility and population change in France. A historical GIS approach.” *Journal of Transport Geography*, 1(56), pp. 62-76.
- Treviño, M. (2012). “Los caminos de la plata”, *Actas / historias*, 3(1), pp. 24-35.
- Uribe, A. (1995). “La pequeña industria minera en el desarrollo regional de México. Las Dos Estrellas en El Oro y Tlalpujahuá, 1898 - 1959”, en: Calvo y Méndez (Dir.), *Micro y Pequeña Empresa en México*, México, Misceláneas, pp. 249-273.
- Uribe, S. (2001). “Economía y mercado en la minería tradicional mexicana, 1873-1929”, *Revista de Indias*, 61(222), pp. 267-290.
- Uribe, J. (2005). “Los minerales de el oro y Tlalpujahuá en el concierto internacional de los siglos XIX Y XX”, *Economía y Sociedad*, 10(15), pp. 169-184.
- Uribe, J. (2006). *Historia de la minería en Michoacán*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

- Uribe, J. (2009). *Historia económica y social de la Compañía y Cooperativa Minera Las Dos Estrellas, en El Oro y Tlalpujahua, 1898-1959*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo.
- Valverde, A. (2008). “San Nicolás de la Torre, Querétaro: de estancia a hacienda. Siglos XVI y XVII”, *Cuicuilco*, 15(44), pp. 163-179.
- Varela, M. (2008), “La cartografía histórica”, *Revista de estudios colombinos*, 1(4), pp. 21-30.
- Velasco, C. (1987). “Política borbónica y minería en Nueva España, 1766-1810”, *Historias. Revista de la Dirección de Estudios Históricos del INAH*, 1(30). pp. 89-113.
- Viales, R. (2010). “La región como construcción social, espacial, política, histórica y subjetiva. Hacia un modelo conceptual/relacional de historia regional en América Latina”, *Geopolítica(s) Revista de estudios sobre espacio y poder*, 1(1), 157-172.
- Villalba, M. (2013). “El trabajo en las minas de Guanajuato durante la segunda mitad del siglo XVIII”, *Estudios de historia novohispana*, 1(48), pp. 35-83.
- Zohar, M. (2019). “Follow the road: historical GIS for evaluating the development of routes in the Negev region during the twentieth century.” *Cartography and Geographic Information Science*, 46(6), pp. 532-546.