



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE GEOGRAFÍA

LICENCIATURA EN GEOGRAFÍA

LA ACTIVIDAD MINERA EN LA LOCALIDAD LA LOMA
CUEXCONTILÁN, MUNICIPIO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO,
1983-2022.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO Y LICENCIADA EN GEOGRAFÍA

PRESENTAN:
JOSÉ EDUARDO HERNÁNDEZ-VALDÉS
ERIKA DE JESÚS-CRUZ

ASESOR:
MTRO. EFRAÍN PEÑA VILLADA

ASESOR EXTERNO:
DR. JOSE ISABEL JUAN PÉREZ

REVISORES:
MTRA. INOCENCIA CADENA RIVERA
DR. SERGIO FRANCO MAASS

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

MAYO, 2023.

Índice

Índice.....	3
Índice de tablas.....	6
Índice de figuras.....	7
Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción	12
Planteamiento del problema.....	13
Objetivos	14
Justificación	15
Capítulo I. Antecedentes.....	18
1.1 Investigaciones asociadas.....	18
1.1.1 Contexto internacional	18
1.1.2 Contexto nacional.....	22
Capítulo II. Metodología.....	26
2.1. Métodos, técnicas y herramientas	26
2.2. Recopilación del material cartográfico	29
Capítulo III. Marco teórico	34
3.1. Teorías y fundamentos teóricos.....	34
3.2. Fundamento de la minería.....	38
3.3. Orígenes	39
3.4. México en la minería.....	40
3.5. Importancia del sector minero.....	41
3.6. Minería en el Estado de México.....	41
3.7. Materiales pétreos y la concentración de minas	42
3.8. Contexto de la minería en La Loma Cuexcontitlán.....	43
Capítulo IV. Caracterización geográfica del área de estudio.....	44
4.1 Localización.....	44

4.2	Clima.....	46
4.3	Hidrografía.....	48
4.4	Geología.....	49
4.5	Geomorfología.....	53
4.6	Edafología.....	54
4.7	Uso de suelo y vegetación.....	56
4.8	Dimensión social.....	57
4.8.1	Grupos étnicos.....	58
4.8.2	Tradiciones y festividades.....	59
4.9	Dimensión económica.....	59
4.9.1	Infraestructura.....	60
4.9.2	Servicios y Vivienda.....	60
4.9.3	Desechos.....	61
Capítulo V. Resultados.....		62
5.2.	Ritmo de extensión minera en un período de 40 años de la localidad.....	62
5.2.1	Tendencia minera 1983.....	62
5.2.2	Tendencia minera 1993.....	64
5.2.3	Tendencia minera 1999.....	67
5.2.4	Tendencia minera 2017.....	70
5.2.5	Tendencia minera 2022.....	73
5.2.6	Minas con extracción de recursos pétreos en 2022.....	76
5.2.7	Mina regularizada en Jicaltepec, San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México.....	78
5.3	Procesos de extracción, transformación y comercialización de los recursos pétreos.....	79
5.3.1	Extracción de recursos pétreos.....	81
5.3.1.1	Zonas de extracción.....	81
5.3.1.2	Perforación de la roca.....	81
5.3.1.3	Asignación de la pólvora.....	82
5.3.1.4	Refugio y voladura.....	84
5.3.1.5	Carga.....	84
5.3.1.6	Equipo de protección personal (EPP).....	85
5.3.2	Transformación de recursos pétreos.....	85

5.3.2.1 Selección de la roca.....	85
5.3.2.2 Productos artesanales	86
5.3.2.3 Lugar de elaboración.....	87
5.3.2.4 Características de los productos de molienda	88
5.3.2.5 Proceso de fracturación de la roca en bloques	89
5.3.2.6 Proceso de preforma del molcajete y metate.....	90
5.3.2.7 Proceso de excavar y redondear en los molcajetes.....	93
5.3.2.8 Proceso de preforma del tejolote y metlapil.....	93
5.3.2.9 Proceso de labrar en productos de molienda.....	95
5.3.2.10 Proceso de eliminar bordes	95
5.3.2.11 Proceso de fracturación de la roca en bloques y ornamentos.....	96
5.3.2.12 Labrado de la roca en esculturas o figuras	97
5.3.2.13 Usos de los residuos de las rocas	98
5.3.3 Comercialización de recursos pétreos	99
5.3.3.1 Comercio de productos pétreos industriales.....	100
5.3.3.2 Comercialización de productos pétreos artesanales	104
5.3.3.3 Otros tipos de comercialización de productos pétreos	107
5.4 Impactos percibidos por los actores sociales de la actividad minera.....	108
5.4.1 Identificación y evaluación de impactos mediante la Matriz de Leopold	110
5.4.3 Impacto ambiental.....	115
5.4.3.1 Calidad del aire y gases en la atmosfera	116
5.4.3.2 Contaminación auditiva	116
5.4.3.3 Afectaciones al suelo.....	117
5.4.3.4 Permeabilidad e inoculación del agua	117
5.4.4 Impacto socioeconómico.....	118
5.4.4.1 Economía, infraestructura y empleo en el ámbito cultural.....	119
5.4.4.2 Infraestructura y otros usos	119
5.4.4.3 Salud y seguridad	121
Capítulo VI. Discusión y conclusión	125
Referencias Bibliográficas	131

Índice de tablas

Tabla 1 Características del material cartográfico en la dimensión natural	30
Tabla 2 Características del material cartográfico del ritmo de extensión minera.....	31
Tabla 3 Procesos sociales de la actividad minera	36
Tabla 4 Descripción de ramas geográficas	37
Tabla 5 Elementos del clima.....	47
Tabla 6 Superficie de suelos	54
Tabla 7 Especificaciones de las claves cartográficas del uso de suelo y vegetación.....	56
Tabla 8 Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan (1983).....	63
Tabla 9 Superficie y perímetro de minas. La Loma (1983).....	64
Tabla 10 Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan	65
Tabla 11 Superficie y perímetro de minas. La Loma (1993).....	66
Tabla 12 Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan (1993).....	68
Tabla 13 Superficie y perímetro de minas. La Loma (1999).....	69
Tabla 14 Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan (2017).....	71
Tabla 15 Superficie y perímetro de minas. La Loma (2017).....	72
Tabla 16 Superficie y perímetro de minas. La Loma (2022).....	74
Tabla 17 Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan (2022).....	74
Tabla 18 Superficies mineras. La Loma y San Pablo Autopan (1983 a 2022).....	75
Tabla 19 Crecimiento de superficies mineras	76
Tabla 20 Características de las minas de extracción de 2022.....	77
Tabla 21 Cargas de bloques pétreos.....	85
Tabla 22 Localidades del flujo comercial industrial.....	102
Tabla 23 Localidades con comercio de productos pétreos artesanales.....	106

Tabla 24 Calificaciones de los elementos de magnitud e importancia matriz de Leopold.....	110
Tabla 25 Elementos y factores (ambientales y socioeconómicos).....	112
Tabla 26 Resultados de la matriz Leopold del estudio de caso	114
Tabla 27 Categorización de resultados de la matriz	115

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama metodológico del estudio de caso	27
Figura 2 Etapas y procesos de la fotointerpretación del estudio de caso.....	32
Figura 3 Ramas y subramas de la geografía general del estudio de caso	35
Figura 4 Localización de La Loma Cuexcontitlán.....	45
Figura 5 Ubicación de La Loma Cuexcontitlán.....	46
Figura 6 Regiones hidrográficas del Estado de México	48
Figura 7 Bordo San Blas de Jicaltepec Autopan.....	49
Figura 8 Ubicación de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) nivel nacional.....	50
Figura 9 Condiciones geológicas La Loma Cuexcontitlán.....	51
Figura 10 Condiciones geológicas de la zona centro de Toluca, Estado de México	52
Figura 11 Condiciones geomorfológicas La Loma Cuexcontitlán	53
Figura 12 Condiciones edafológicas La Loma Cuexcontitlán.....	55
Figura 13 Uso de suelo y vegetación La Loma Cuexcontitlán	57
Figura 14 Población La Loma Cuexcontitlán.	58
Figura 15 Capilla La Loma Cuexcontitlán.....	59
Figura 16 Tendencia minera La Loma Cuexcontitlán 1983	63
Figura 17 Tendencia minera La Loma Cuexcontitlán 1993	65
Figura 18 Comparación de minas La Loma Cuexcontitlán 1983 y 1993	67

Figura 19 Tendencia minera La Loma Cuexcontitlán 1999	68
Figura 20 Comparación de minas La Loma Cuexcontitlán 1993 y 1999	70
Figura 21 Tendencia minera La Loma Cuexcontitlán 2017	71
Figura 22 Desarrollo de vegetación y depósito de material en minas La Loma.....	72
Figura 23 Tendencia minera La Loma Cuexcontitlán 2022	73
Figura 24 Gráfico de la tendencia minera La Loma Cuexcontitlán de 1983 a 2022	76
Figura 25 Minas con extracción en 2022 La Loma Cuexcontitlán.....	78
Figura 26 Mina regularizada La Loma de San Blas, Jicaltepec Autopan.....	79
Figura 27 Roca basáltica La Loma Cuexcontitlán.....	80
Figura 28 Perforación de la roca La Loma Cuexcontitlán.....	82
Figura 29 Asignación de la pólvora La Loma Cuexcontitlán.....	83
Figura 30 Accesorios para asignar la pólvora La Loma Cuexcontitlán.....	83
Figura 31 Criterios para determinar el uso final de la roca La Loma Cuexcontitlán.....	86
Figura 32 Talleres artesanales La Loma Cuexcontitlán.....	87
Figura 33 Productos de molienda La Loma Cuexcontitlán	89
Figura 34 Fractura artesanal de la roca La Loma Cuexcontitlán	90
Figura 35 Medidas convencionales del molcajete y metate La Loma Cuexcontitlán.....	91
Figura 36 Medida convencional y forma del molcajete La Loma Cuexcontitlán.....	92
Figura 37 Preforma del molcajete y metate La Loma Cuexcontitlán	92
Figura 38 Proceso de excavar y redondear en el molcajete La Loma Cuexcontitlán	93
Figura 39 Bloque y forma del tejolote La Loma Cuexcontitlán	94
Figura 40 Conformación del metlapil La Loma Cuexcontitlán.....	94
Figura 41 Labrado de los productos La Loma Cuexcontitlán.....	95
Figura 42 Fracturación de la roca de uso industrial La Loma Cuexcontitlán.....	96

Figura 43 Esculturas artesanales La Loma Cuexcontitlán.....	97
Figura 44 Ripios de roca basáltica La Loma Cuexcontitlán.....	98
Figura 45 Uso de los residuos del labrado de la roca basáltica La Loma Cuexcontitlán	99
Figura 46 Flujo comercial industrial del material pétreo La Loma Cuexcontitlán.....	101
Figura 47 Canales de mercado industrial La Loma Cuexcontitlán.....	102
Figura 48 Flujo industrial y unidades económicas de la construcción	103
Figura 49 Canales de mercado artesanales La Loma Cuexcontitlán	104
Figura 50 Flujo comercial de productos artesanales La Loma Cuexcontitlán.....	105
Figura 51 Matriz Leopold La Loma Cuexcontitlán	113
Figura 52 Daños en infraestructura vial La Loma Cuexcontitlán.....	120
Figura 53 Mina “La Loma de San Blas” Jicaltepec Autopan	123
Figura 54 Pared Este de la mina No. 6 (2022) La Loma Cuexcontitlán.....	123
Figura 55 Derrumbe de talud y grieta de la mina No. 5 (2022) La Loma Cuexcontitlán.....	124

Resumen

Entre enero de 2022 y febrero 2023 se realizó la investigación “Estudio geográfico de la actividad minera en la localidad La Loma Cuexcontitlán, Municipio de Toluca, Estado de México”, localidad perteneciente a la Delegación de San Andrés Cuexcontitlán. El objetivo fue analizar la tendencia espacial de la actividad minera a lo largo de 40 años y caracterizar los procesos de extracción, transformación y comercialización del recurso pétreo, esto en función del destino de uso: 1) Industrial (construcción civil y ornamental), y 2) Artesanal (labrado de productos de molienda y elaboración de diversas piezas), teniendo como sustento teórico los principios de la Geografía Ambiental y Geografía Regional, así como otras disciplinas geográficas, el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el procesamiento de imágenes aéreas y satelitales que permitieron la visualización espacial del manejo del material parental. Estos fundamentos fueron complementados con métodos cuantitativos y cualitativos, es decir, una investigación mixta con el uso de cuestionarios y entrevistas a personas relacionados con la actividad minera y la población local, elaboración de mapas de flujo y actividades de trabajo en campo que permitieron registrar, corroborar e indagar las actividades, también se realizó el estudio de percepción de impacto ambiental para identificar, predecir, interpretar y comunicar en su dimensión ambiental, social y económica el efecto positivo o negativo.

Los resultados obtenidos en la investigación permitieron concluir que la actividad minera en la localidad de la Loma Cuexcontitlán durante los últimos 40 años muestra una tendencia positiva en la extracción de recursos pétreos, con cambios espaciales en el relieve. Los procesos de extracción y transformación se llevan a cabo mediante técnicas culturales por parte de mineros y artesanos, mientras que la comercialización de los productos se realiza a través de tres canales de mercado, siendo el canal corto el más frecuente, los productos artesanales tienen un mercado regional centro-sur de la república mexicana y la comercialización de los productos industriales fluyen al noroeste del Estado de México. Se perciben impactos positivos en el desarrollo económico local, sin embargo, también se identifican impactos negativos en el medio ambiente, la población aledaña, puesto que presentan problemas en la infraestructura de sus viviendas, además de recibir de forma directa la contaminación volátil y auditiva.

Palabras clave: tendencia espacial, extracción, transformación, comercialización, impacto ambiental.

Abstract

Between January 2022 and February 2023, the investigation "Geographical study of mining activity in the town of La Loma Cuexcontitlán, Municipality of Toluca, State of Mexico" was carried out, a town belonging to the Delegation of San Andrés Cuexcontitlán. The objective was to analyze the spatial trend of mining activity over 40 years and to characterize the processes of extraction, transformation and commercialization of the stone resource, depending on the destination of use: 1) Industrial (civil and ornamental construction), and 2) Artisanal (carving of grinding products and preparation of various pieces), having as theoretical support the principles of Environmental Geography and Regional Geography, as well as other geographical disciplines, the use of Geographic Information Systems (GIS) tools and the processing of aerial and satellite images that allowed the spatial visualization of the management of the parent material. These foundations were complemented with quantitative and qualitative methods, that is, a mixed investigation with the use of questionnaires and interviews with people related to the mining activity and the local population, elaboration of flow maps and field work activities that allowed recording, corroborating and investigate the activities. The environmental impact perception study was also carried out to identify, predict, interpret and communicate the positive or negative effect in its environmental, social and economic dimension.

The results obtained in the research allowed to conclude that the mining activity in the locality of La Loma Cuexcontitlan during the last 40 years shows a positive trend in the extraction of stone resources, with spatial changes in the relief. The extraction and processing processes are carried out through cultural techniques by miners and artisans, whereas the marketing of products is carried out through three market channels, the short channel being the most frequent, artisanal products have a central-southern regional market of the Mexican Republic and the marketing of industrial products flows to the northwest of the State of Mexico. Positive impacts on local economic development are perceived, however, negative impacts are also identified on the environment, the surrounding population, since they present problems in the infrastructure of their homes, in addition to receiving directly volatile and auditory pollution.

Keywords: spatial trend, extraction, transformation, commercialization, environmental impact.

Introducción

Los recursos naturales se han aprovechado de manera favorable; Juan (2006) define que un recurso es cualquier elemento biótico o abiótico que se obtiene del ambiente para satisfacer las necesidades y deseos, a juicio de Miller (1994) dice que “llegan a ser recursos sólo cuando usamos nuestro ingenio para hacerlos disponibles a precios accesibles”. El aprovechamiento de los recursos pétreos a través de la minería desempeña una actividad productiva al extraer minerales depositados en el suelo y subsuelo, tiene importancia en el sector económico, ambiental y social, puesto que, el desarrollo regional del aprovechamiento de los recursos pétreos coadyuva al desarrollo de trabajo e ingreso en familias mexicanas, sin embargo, la actividad debe desarrollarse con un marco legal específico para el tipo de material a extraer.

Sánchez-Crispin y Sánchez-Salazar, (s.f.) mencionan que existen pocos trabajos que aborden la minería mexicana desde una perspectiva de análisis territorial y son, aún, más escasos los que ocupan el tipo de minería no metálica y esta última es frecuentemente utilizada como sinónimo del mineral industrial, resalta que, no es correcta la equivalencia del término, dado que los minerales no-metálicos comprenden desde la explotación (arena y grava) y de materiales para la construcción con naturaleza ubicada en la superficie terrestre, hasta el aprovechamiento de diamantes industriales con rara ocurrencia.

La minería representa el inicio de todas las cadenas productivas industriales y está presente no sólo en toda la actividad económica, sino en nuestra vida diaria (Cámara Minera de México (CAMIMEX), 2020), además de ser una actividad de mayor tradición en el país (zona centro y norte de México) que constituye una actividad regional.

La localidad La Loma Cuexcontitlán y localidades próximas muestran rasgos de actividad extractiva no metálica de rocas basálticas a cielo abierto para la elaboración de productos artesanales de molienda, así como el labrado¹ de roca para conformar diversas figuras (religiosas, ornamentales, diseños), completando la actividad con materiales para construcciones civiles (cimentación de estructuras, labrado de roca de uso ornamental, nivelación de terreno, etc.) dichos lugares de extracción son denominados “cantera”. Por otro lado, Jennings (2012) resalta que las

¹ Algunos autores identifican labrado como “tallado”, por lo que, se considera un sinónimo de éste en la investigación.

minas pequeñas abarcan canteras de materiales industriales y de construcción con operaciones dirigidas a mercados locales ubicadas principalmente en áreas rurales, a menudo este tipo de minas están controladas por una normativa legal, sin embargo, al igual que en pequeñas plantas de fabricación, la falta de inspección y de control riguroso favorecen la existencia de operaciones ilegales.

Con base en lo anterior y con la finalidad de orientar la actividad minera al cumplimiento de los aspectos administrativos y jurídicos en materia ambiental que regulen su huella ecológica en la localidad, además de divulgar las labores artesanales para su preservación y reconocimiento, entonces, se realizó el análisis en el cual se resalta lo siguiente:

- Las acciones que desencadenan la presencia de las minas;
- Labores desempeñadas en los procesos extracción, transformación y comercialización;
- Crecimiento e importancia de la actividad;
- Percepción de impacto ambiental y socioeconómico.

En esta investigación se realizaron mapas comparativos que permitieron el análisis e interpretación del crecimiento gradual de las superficies de extracción a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo cual permitió hacer comparaciones en los años 1983, 1993, 1999, 2017 y 2022, encontrando como resultado las características de seis sitios activos con extracción de material pétreo en la localidad. Con relación a la percepción de la población, se hizo trabajo de campo en diferentes épocas del año 2022 y de esta manera conocer las opiniones de las personas involucradas en la actividad minera, misma que se complementó con el método de Leopold y la técnica de juicio de expertos, obteniendo un análisis descriptivo de los impactos positivos y negativos (ambientales, sociales y económicos).

Planteamiento del problema

Los rasgos extractivos de los recursos del suelo se remontan varios siglos atrás en la localidad La Loma Cuexcontitlán, puesto que ejidatarios han aprovechado los recursos pétreos a través de la extracción de bloques para la comercialización en edificaciones civiles y uso artesanal (labrado de productos de molienda y figuras), por lo que, a lo largo del tiempo transcurrido en La Loma Cuexcontitlán no existe una caracterización de la actividad minera no metálica de los recursos basálticos y de la actividad artesanal que ha permanecido inédita, tampoco han sido

estudiados los procesos de extracción, transformación y comercialización, ni los impactos provocados a los componentes del medio ambiente, a la sociedad y la economía local.

Las preguntas que guiarón el desarrollo de la investigación fueron cuatro: 1ª. ¿Cuál es el ritmo de expansión en superficie del manejo de los recursos pétreos en un período de 40 años?, 2ª. ¿Cuáles son las características de las minas con extracción de recursos pétreos en 2022?, 3ª. ¿Cómo son los procesos de extracción, transformación y comercialización de la roca basáltica y de los productos artesanales? y 4ª. ¿Qué percepción tiene la población local respecto a los impactos de la actividad minera?.

Como respuesta a los cuestionamientos anteriores se estableció la siguiente hipótesis:

En la localidad de La Loma Cuexcontitlán, municipio de Toluca, México, las actividades y procesos relacionados con la extracción, transformación y comercialización de los materiales pétreos, han mostrado una expansión lenta y complicada, y por consiguiente, los procesos han generado diversos impactos ambientales, sociales y económicos, situación relacionada con la organización social comunitaria, perteneciente a un grupo originario de México (Otomí) y mínima aplicación de herramientas, equipo y maquinaria que faciliten el manejo de recursos pétreos.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la tendencia espacial de la actividad minera en el periodo comprendido de 1983 a 2022 además de los procesos de extracción, transformación y comercialización en la localidad La Loma Cuexcontitlán, Municipio de Toluca, México y determinar la percepción de los impactos ambientales, sociales y económicos.

Objetivos específicos

- Analizar el ritmo de extensión minera en un período de 40 años de la localidad.
- Identificar los procesos de extracción, transformación y comercialización de los recursos pétreos y productos artesanales.
- Identificar los impactos percibidos por los actores sociales de la actividad minera.

Justificación

El desarrollo de la investigación tiene varias justificaciones, siendo más relevantes las vinculadas con el contexto geográfico, ambiental, social, económico y académico, por supuesto, existen otras, sin embargo, de acuerdo con el objetivo de esta tesis, solamente se expone algunas:

Una justificación geográfica está relacionada con la aplicación de los principios de la geografía, para el estudio de una actividad económica en el contexto de un espacio geográfico en donde se hace el manejo de recursos pétreos con la finalidad de satisfacer las necesidades básicas de las familias. Es un estudio de tipo geográfico en el cual se aplicaron fundamentos de las disciplinas geográficas, complementándose con la aplicación de métodos y técnicas en trabajo de campo. El desarrollo de la caracterización minera de los recursos basálticos permitió la observación de carencias y fortalezas de la actividad artesanal en la localidad. En el contexto geográfico es un ejemplo de investigaciones con fundamentos teóricos-metodológicos de principios geográficos y de cómo la sociedad hace uso de los recursos naturales disponibles en su entorno inmediato.

Desde una dimensión ambiental, esta investigación se justifica con base en la importancia de haber identificado y analizado los impactos ambientales que generan las actividades y procesos que se vinculan con la minería no metálica. La actividad minera ha sido objeto de diversos impactos, problemas y riesgos ambientales, así como de tensiones con comunidades locales. A pesar de todos los componentes y actores asociados con la minería, los gobiernos en México han carecido de estrategias integradas de política industrial y ambiental para el sector minero, la extracción a cielo abierto, destaca problemas inherentes de alteración del paisaje y de perfiles hidrológicos, sedimentación, generación de volúmenes de residuos, remoción de suelos y capas vegetales, impacto a la biodiversidad, modificación del relieve, impacto visual, alteración de la dinámica de los procesos de ladera, peligros geotécnicos (afectación a los niveles freáticos) y alteraciones de propiedades físicas y químicas del suelo, además del problema de los riesgos sobre suelos, aguas subterráneas y cuencas hidrográficas (Quadri, 2019).

El ambiente es el entorno vital del ser humano y de seres vivos en general, además de ser fuente de recursos que abastece todo lo que necesita para su desarrollo, sólo una parte de los recursos naturales es renovable, por lo tanto, todas las actividades deben ser realizadas de manera regulada para evitar que un desarrollo desmedido en la explotación de los recursos conlleve a una

situación de daño irreversible. Desde la perspectiva biológica el medio ambiente es un recurso valioso, limitado y esencial para el bienestar humano que requiere de cuidados para su preservación y sostenibilidad a largo plazo. La actividad minera puede tener un impacto significativo, por lo que es importante evaluar y entender sus implicaciones ambientales para la toma de medidas adecuadas, así mismo proteger los recursos naturales y el ambiente.

En el contexto económico, una justificación importante se relaciona con el análisis espacial en un lapso de 40 años, que hace referencia al comportamiento de la zona de explotación de los recursos pétreos y se identifican desajustes espaciales que proporcionan herramientas para un desarrollo local u ordenación territorial de la actividad. De forma similar ocurre en la identificación de zonas de distribución de la comercialización de los productos industriales y artesanales, en la cual, puede ser objeto de estudio para evitar perturbaciones en la infraestructura vial o bien la congestión vehicular, sin dejar de lado la salud pública. La actividad minera es importante porque genera empleo y contribuye al crecimiento económico. La investigación permite comprender cómo la actividad minera influye en la economía local y, en consecuencia, tomar medidas que maximicen los patrimonios, de misma forma la orientación de un marco legal correspondiente, que mejore las condiciones de los mineros, artesanos y familias locales para fomentar una economía sostenible.

Una justificación social se relaciona con la caracterización minera en sus dimensiones de extracción y transformación, la cual favoreció conocer la situación cultural de la población rural en los procesos, técnicas y métodos, que han adquirido en la producción de recursos artesanales e industriales. La actividad minera tiene impactos positivos y negativos al bienestar social, ciertamente, al ser afectado su entorno es importante comprender como afecta la vida social de la población local, motivo para establecer comunicación que permita identificar, predecir, e interpretar en su dimensión social y económica los impactos de la actividad minera en la localidad. La realización de entrevistas y cuestionarios a los actores sociales relacionados con la actividad minera y población local proporcionó información valiosa, sobre cómo esta actividad influye a la vida cotidiana de la sociedad, lo que es fundamental para tomar medidas que mejoren la calidad de vida de la población local.

En el deber de un geógrafo, se justifica académicamente la utilización de los principios geográficos en la investigación, al ser fundamentales para el análisis de antecedentes, hechos o fenómenos ocurridos en la superficie de la tierra, que coadyuvan a la actividad minera cuyos

fundamentos teóricos respalden los resultados obtenidos. En asociación con fundamentos legales puede permitir el alcance de las actividades desde una perspectiva adecuada para su aplicación y de esta manera evitar problemas en el entorno donde se desarrolla la actividad minera.

La virtud de la investigación da posibilidad de crear conciencia en las personas involucradas en esta actividad, tomando así precauciones, cuidados por parte de los trabajadores y la regularización de los predios evitando perturbaciones en el ámbito ambiental, social y económico, además abre posibilidades a investigaciones futuras, igualmente el desarrollo de proyectos que favorezcan al desarrollo de la comunidad minera y artesanal en dicha localidad, así como en regiones del municipio de Toluca.

Capítulo I. Antecedentes

1.1 Investigaciones asociadas

El aprovechamiento de los recursos naturales ha sido indispensable, para el desarrollo de las comunidades al ser fuentes de ingreso económico y cultural, a continuación se presentan datos favorables con el estado del arte de los procesos de extracción, transformación y comercialización de materiales pétreos.

Concha (2017) menciona que “durante siglos ese hurgar y arañar de la tierra en pos de arcillas, pedernales, piedras relucientes, o trozos sueltos de cobre nativo, evolucionó hacia la excavación del subsuelo en búsqueda de materias primas minerales” (p.82), además afirma que:

Los minerales se han convertido en la base fundamental de la industria e insumo del desarrollo de otras actividades económicas como los sectores de transporte, construcción, electrónica, automotriz, aeronáutica, marítima, química, energética, medicina, militar, uso doméstico y en la innovación tecnológica y financiera. (p. 82)

1.1.1 Contexto internacional

Ciccioli (2017) en la investigación titulada “Caracterización geológica y ambiental del área de El dorado, Provincia de Misiones (Argentina). Aptitud de los materiales geológicos para uso cerámico y otros alternativos” describe las principales características de la geología local y regional de Argentina, a través de un levantamiento de muestras en distintos frentes de exposición de minas de cantera, utilizando criterios para la descripción morfológica con antecedentes de cartas geológicas 1:50,000 de la provincia. Así mismo, realiza estudios y análisis de laboratorio descritas macroscópicamente identificando las características mineralógicas y texturas, en las que se reconocieron rocas de tipo basaltos theoleíticos y andesitas basálticas con finalidad como uso de áridos, industriales y ornamentales. El uso como árido se obtiene a través de voladuras y se procesan en plantas de trituración, utilizados como:

agregados para la elaboración de hormigones y mezclas asfálticas; así como también para, empedrados, drenajes, bases y sub-bases en la construcción vial; como balasto y sub-balasto en las vías del ferrocarril; para la protección ribereña y de taludes; entre otros. Las aptitudes para cada aplicación se evalúan según los procedimientos y los límites fijados

principalmente en las Normas IRAM, Reglamentos CIRSOC y los establecidos por la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y Ferrocarriles Argentinos (FA) (p. 53-54).

Ciccioli (2017) clasifica otros usos industriales en el campo cerámico ya que el basalto tiene aptitudes como fundentes, es decir, son componentes que bajan el punto de fusión, por ejemplo, los feldespatos, especialmente los alcalinos que forman fases vítreas a temperaturas relativamente bajas, los basaltos son considerados aptos para la elaboración de vidriados y esmaltes como materia prima en la industria vitrocerámica. Mientras que el uso ornamental es definido por las características intrínsecas de las rocas (propiedades mecánicas, químicas, etc.); por las posibilidades de explotación (forma y dimensiones de los bloques) y por la valoración estética (color, textura, tamaño de grano, entre otras).

Con respecto al impacto ambiental identifica las principales modificaciones sobre el suelo, agua, atmósfera, flora, fauna, relieve y ámbito sociocultural asociadas a la actividad minera, resalta que, estas dependen de la etapa del proyecto y operaciones. De ser una actividad extractiva las características físicas tienen un carácter irreversible y están dadas por el espacio de explotación e incluso la infraestructura asociada. Las principales alteraciones en el suelo es la destrucción de perfiles edáficos y de la vegetación, mientras que, en la atmósfera produce alteraciones sobre el aire (ruidos y polvos) significativos en términos de contaminación, esto con relación a la localización de la cantera.

El propósito del antecedente es nutrir al objetivo de caracterizar la actividad minera en la localidad de La Loma Cuexcontitlán, ya que, ésta mantiene características litológicas basálticas de acuerdo con sus propiedades generales, uso industrial en actividades ornamentales y cimentación en construcciones civiles, a su vez, la vinculación de la normativa para reducir actividades que impacten al medio. Los aportes generales empiezan en la caracterización de la mina de características pétreas basálticas, así como el proceso de extracción, transformación e impacto de dichas actividades.

Taboada, et al. (2005) realizan el estudio titulado “Aprovechamiento integral de una cantera de granito ornamental”, con el propósito de crear una metodología para poder aprovechar los recursos naturales de la roca y que el desperdicio de estas sea menor, para el caso de la cantera Mateo en Cotobade, España. La metodología utilizada es a partir de datos de discontinuidades en

los frentes de la roca mediante las indicaciones de la ISRM Suggested Methods, la representación en planos y finalmente la integración del espacio de recuperación para cada material.

Identifica tres familias de discontinuidades principales asociadas a los tres planos de debilidad buscados en la obtención de bloques en minería ornamental. Estos tres planos, ortogonales entre sí, se nombran como “andar”, “norte” y “trinque” y son planos en los que la roca está “más abierta”, es decir, puede cortarse con mayor facilidad (p. 2).

El plano “más abierto” es “andar” y a través de él se realiza el despegue de la roca, mientras que el “norte” esta menos abierta y el “trinque” es la más cerrada, esto de acuerdo a la microfracturación de la roca tomando en cuenta los planos de debilidad para su mejor aprovechamiento. El ámbito de las explotaciones de granito ornamental se suele llamar semi-bloque a toda aquella pieza de material de la que se puedan obtener piezas grandes o tableros.

En la cantera se tratan de obtener pequeños elementos prismáticos que se pueden vender para mampostería (típicamente utilizada en pequeños muros de contención) o pueden ser tallados (labrados) por canteros para producir pequeños bloques casi perfectamente ortogonales y que se conocen tradicionalmente como perpiaños (p. 14).

La investigación aporta en el aprovechamiento de los recursos pétreos de una forma sostenible y sustentable, así como la manufactura del material pétreo en bloques descrita con precisión por las microfracturas del material parental para el uso ornamental y artesanal.

Leyva y Leyva (2019) investiga la “Minería artesanal y desarrollo sostenible en Cuba”, dentro del concepto de pequeñas producciones mineras, ya que, en la legislación cubana lo asemeja con microminería, que como lo define De la Cruz citado por Leyva y Leyva (2019) como “la extracción de un recurso mineral que por las cantidades que de él se extraen o la poca importancia económica de ella, no admite o amerita un grado de estudio geólogo-tecnológico detallado” (p.4), este desarrollo sostenible esta basado con los objetivos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, en junio de 1992, en este contexto se hace imprescindible la identificación, utilización de los recursos naturales y potencialidades endógenas de una comunidad, barrio o ciudad.

Las herramientas utilizadas en la minería artesanal son serrotes y barretas, obteniendo el mineral (arcillas) en forma de bloques, estos minerales no metálicos o también llamados rocas y

minerales industriales constituyen recursos estratégicos para las localidades, debido a sus aplicaciones en la industria de la construcción, uno de ellos es la disminución de los costos de transporte, es decir, las fuentes de consumo deben situarse cercas del abastecimiento. Este tipo de minería no trae consigo grandes afectaciones al entorno y tiene mayor facilidad para compensar los impactos. La investigación proporciona un panorama de la extracción de minerales pétreos a una escala local considerada como una minería artesanal y el uso de herramientas que propicia a una extracción sostenible adecuada para entender procesos sociales de la caracterización geográfica.

Principi (2018) en el estudio “Análisis de interacción espacial a través de cartografía de flujos: partidos de la cuenca del río Luján en Buenos Aires, Argentina” calculó el flujo potencial de la población, apoyada de metodos cuantitativos, que permite estimar el nivel de interacción espacial, que existe en su área de estudio en función del peso de población y distancias reales entre localidades, como resultado muestra diferencias regionales en contraste a la cuenca superior de Luján, estos vinculos no tienen una relación directa con la cercanía o lejanía entre localidades, mas bien se conectan a través de caminos, rutas o autopistas de la región. La metodología utilizada en la investigación favorece para a la identificación de la distribución del flujo comercial, por lo tanto, permite regionalizar las áreas con mayor venta de productos industriales, y otra característica peculiar es la utilización de los principios geográficos como la localización espacial.

Por otro lado, en la revista Environmental Science & Technology el autor Muehlenbachs (2018) publicó los impactos ambientales de minas a cielo abierto en todo el mundo. El artículo titulado “Los impactos locales de la minería en el empleo: un análisis econométrico de los multiplicadores del empleo al norte de Canadá” encontró que dicha actividad puede tener impactos significativos en la calidad del agua, la biodiversidad y la salud humana entre los que implica la eliminación de grandes cantidades de suelo y roca, la consecuencia en la calidad del agua es alteración de los sistemas de drenaje natural en la ejecución de operaciones mineras, puesto que, a menudo requieren grandes cantidades de energía y agua, en cuanto a las emisiones de polvo y gases pueden tener efectos adversos en la salud humana y la calidad del aire local.

Un informe sobre impactos generados en la minería aurífera (Ministerio del Ambiente del Perú, 2019) examinó los efectos ambientales de las minas artesanales en la región de Madre de Dios. Los investigadores encontraron que las operaciones mineras artesanales a menudo implican

la deforestación de grandes áreas de bosques tropicales, lo que provoca impactos negativos en la biodiversidad y el aire. Las actividades mineras artesanales utilizan mercurio para extraer oro, por lo que, contaminan los cuerpos de agua cercanos, afectan la salud humana, animales y vegetales.

Los antecedentes anteriores proporcionan información para entender los procesos, métodos y áreas, sin regulación adecuada, lo que puede aumentar las estrategias de mitigación de impactos en el ambiente y la salud humana. Es relevante concientizar sobre las acciones que afectan el ambiente, además, es imprescindible adquirir y aumentar los conocimientos para realizar los procesos de extracción y evitar condiciones contraproducentes en estas actividades.

1.1.2 Contexto nacional

Diversos investigadores del campo de la ecología, política, la economía, la geografía o la antropología, entre otras (Téllez y Azamar, 2021) han realizado estudios en el contexto mexicano, resaltando a la minería como objeto de estudio importante. Rodríguez-Yc (2018) expresa que “Las piedras de molienda en México tienen nombre propio dependiendo del grupo indígena de que se trate. Existen más de 60 lenguas nacionales y 365 variantes dialectales” (p.57) además de ser uno de los autores con investigaciones enfocadas a los productos de molienda en México. En 2013 presenta su investigación “La molienda en Mesoamérica, formas, funciones, usos y manufactura de los instrumentos. Un estudio Etnoarqueológico en México”, utiliza una metodología que divide en dos partes (campo y gabinete), la primera hace alusión a la etnográfica, es decir, cómo se aborda el tema de la molienda en distintos casos (Distrito Federal, Campeche, Chiapas, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, San Luis Potosí, Tlaxcala y Veracruz) utiliza las entrevistas como instrumento de recopilación de datos en relación directa con la molienda y artesanos (presencial y videograbada), además utiliza la técnica de observación directa, fuentes históricas, fotografías, dibujo, cartografía, etc. en el cual fortalece el acervo del conocimiento de la molienda, es decir, una imagen cercana al territorio de Mesoamérica. El estudio aborda las características (tamaño, longitud, forma, etc.) de los molcajetes, tejolotes, metates y metlapiles, uso e incluso la manufactura y herramientas de cada artefacto en los distintos Estados partiendo de la fuente y técnicas de extracción, transportación, el uso de los residuos procedentes de la manufactura y características de los talleres artesanales.

Rodríguez-Yc en 2018 publica el artículo “Piedras de molienda de Mesoamérica”, en este caracteriza las piedras utilizadas en diversas actividades de molienda, en el cual, identifica

cuatro categorías: a) piedra utilizada, b) molcajete/tejolote, c) metate/metlapil y d) paleta de pintura/mano lo rescatable de su investigación se enfoca en los incisos b y c, menciona que estos artefactos poseen una parte pasiva, es decir, el que soporta el producto (vegetal o mineral) y una parte activa que muele, por ejemplo el molcajete y tejolote. El molcajete/tejolote y metate/metlapil son manufacturados (fuerza de trabajo el hombre).

El molcajete con forma circular asociada con tres soportes y el tejolote en forma de conos truncados y cilíndricos de material pétreo, pero también hay elaborados de arcilla que ambos son propicios para preparar comidas, salsas o en la trituración de condimentos. Rodríguez-Yc (2018) considera las siguientes funciones de estos artefactos:

- a) triturar/machacar/ moler básicamente sustancias minerales para la obtención de pinturas,
- b) machacar/moler granos y especias en la elaboración de comidas o en la maceración de plantas medicinales y c) moler productos vegetales en la preparación de salsas para el acompañamiento de la comida (p. 55).

El metate/metlapil son elaborados del mismo tipo de roca, éstos transforman la principal gramínea (maíz) del territorio mesoamericano en masa. Las dimensiones de los artefactos varían dependiendo de la región o del tiempo. La forma del metate es rectangular u ovalada con tres soportes o patas, diseñado para ser utilizado con un metlapil, que puede ser corto, mediano o largo.

Estrella et al. (2008), en su libro Diagnóstico Social Comunitario (2008) analizan los problemas en torno a la producción de artesanías de piedra de cantera en San Nicolás de Los Ranchos, Puebla, utilizando para ello una metodología empírico-cualitativa, técnica de observación directa y métodos participativos (entrevistas semiestructuradas) aplicado a 40 artesanos, se recolecta información con la técnica de bola, es decir, se realizan entrevistas en las cuales, el primer entrevistado da referencia de otro. Las principales artesanías son las de molienda (molcajete, tejolote, metate, metlapil) y esculturas, el riesgo que identifican en la transformación de la roca son los machucones y piedrillas en los ojos, en el cual, se comenta que el equipo de protección (lentes, guantes, tapabocas, entre otros) se le es incómodo para el manejo de las herramientas, se percibe que el tallado de piedra es una actividad tradicional, ya que, consideran que desde muchos años atrás se viene realizando la actividad, ayudando así a satisfacer necesidades. Se percibe que a futuro esta actividad desaparecerá, pues “los jóvenes dejan la actividad para incorporarse a otras más redituables y otros prefieren migrar a Estados Unidos, o

bien prefieren estudiar alguna profesión” (p.369). Los investigadores concluyen que en la producción de las artesanías inciden varios problemas, por ejemplo, la carencia de tecnología y las condiciones inadecuadas de trabajo, además, los productos son sustituidos por aparatos electrodomésticos.

Ochoa et al. (2017) en el estudio “Sistemas Inteligentes para la elaboración de Mapas Tendenciales de Uso de Suelo” describen que los SIG ayudan a modelar los posibles comportamientos espaciales, mediante un modelo matemático para un conjunto de celdas que adquieren distintos valores, es decir, a través de la imagen satelital cada tamaño de pixel adquiere un valor dependiendo de la cobertura representada. Este estudio se hizo para tres años 1993, 2008 y 2020, permite entender el comportamiento espacial, así como la contribución al estudio de distintos fenómenos, como el caso del ritmo de expansión en la localidad de La Loma.

El uso de los SIG en estudios de comercialización en redes destaca el análisis de redes empresariales y puertas giratorias en México: Cartografía de una clase dominante público-privada por Aragón y Cárdenas (2020), la investigación utiliza los SIG para mapear las redes de las empresas élites empresariales y políticas en México para comprender la organización social y capacidad de influencia de éstas, igualmente, se examina el análisis prosopográfico de biografías y trayectorias, los resultados revelan la cohesión de empresas. El desarrollo de mapas de red concibe al desarrollo de la influencia de los recursos petrolíferos en la región norte de Toluca, así como parte del Estado y sobre todo en el bagaje de los productos de molienda a nivel nacional.

La evaluación de los impactos ambientales de las minas artesanales en México realizado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INEECC) en 2015, evalúa los impactos ambientales de las minas artesanales en varias regiones de México (Oaxaca, Guerrero y Chiapas). Dictaminaron que la actividad minera artesanal perjudica al ambiente con la deforestación, erosión y contaminación del suelo y agua. Las tareas artesanales se realizan en áreas sin medidas de seguridad adecuadas, lo que puede aumentar el riesgo de accidentes laborales.

Al identificar estos aspectos se proponen una serie de recomendaciones para reducir los impactos ambientales de la actividad minera artesanal, como la implementación de prácticas sostenibles, la mejora de la regulación y la supervisión de la actividad minera. Diversos estudios sobre la evaluación del impacto ambiental de la actividad minera se enfocan en minas grandes y de escala industrial. En el caso de La Loma, la investigación se centra en las minas artesanales,

que son más pequeñas y están menos reguladas. Esta investigación aporta información valiosa sobre un sector de la actividad minera, que a menudo se pasa por alto en los estudios de impacto ambiental. Las sugerencias pueden ser útiles para los responsables de la toma de decisiones que buscan abordar los impactos ambientales de la actividad minera en México y en otras partes del mundo. Los antecedentes a nivel internacional y nacional sugieren que la actividad minera puede tener impactos significativos en el ambiente y la salud humana, por lo que, se deben tomar medidas de mitigación y garantizar que la actividad minera se lleve a cabo de manera sostenible.

Capítulo II. Metodología

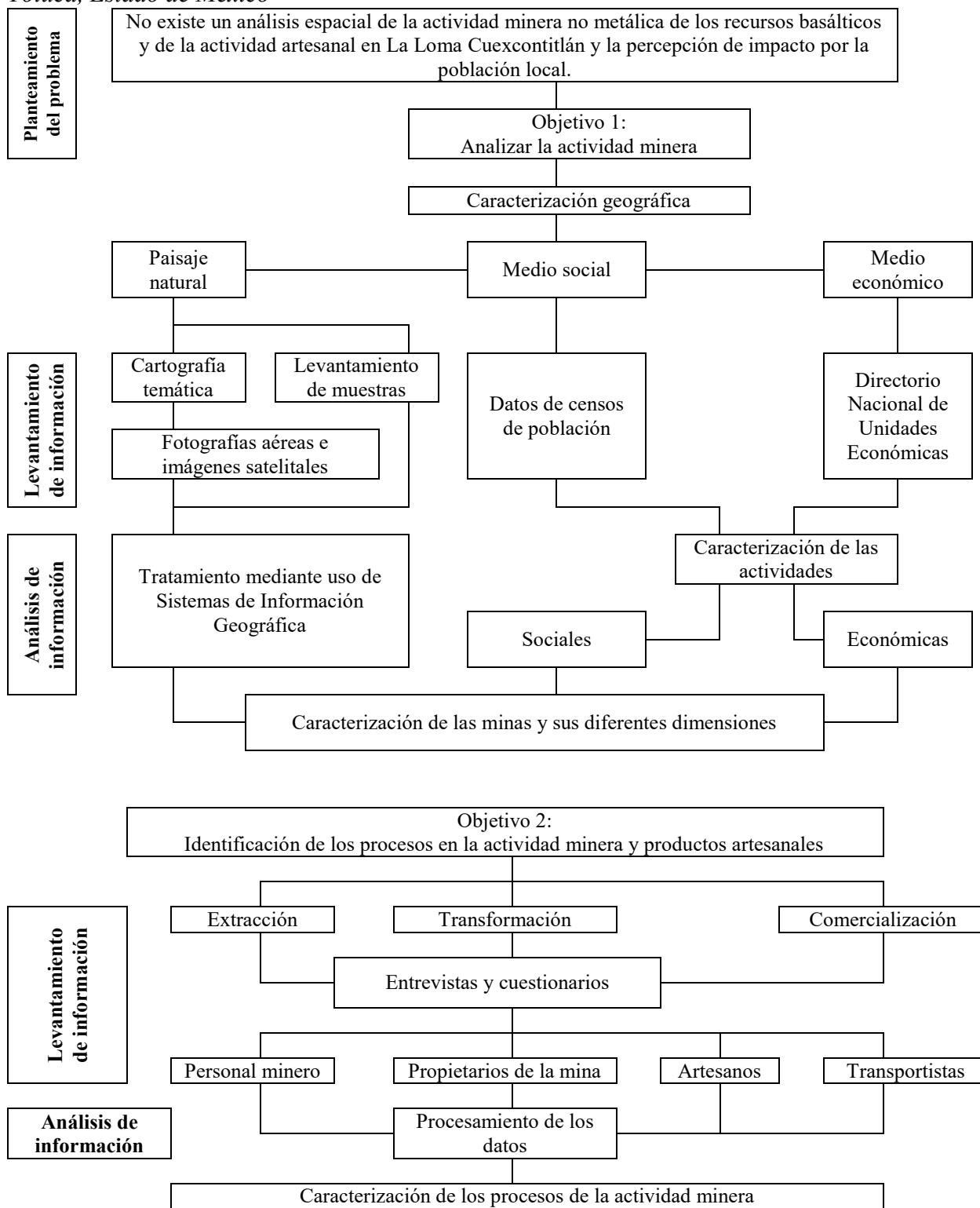
2.1. Métodos, técnicas y herramientas

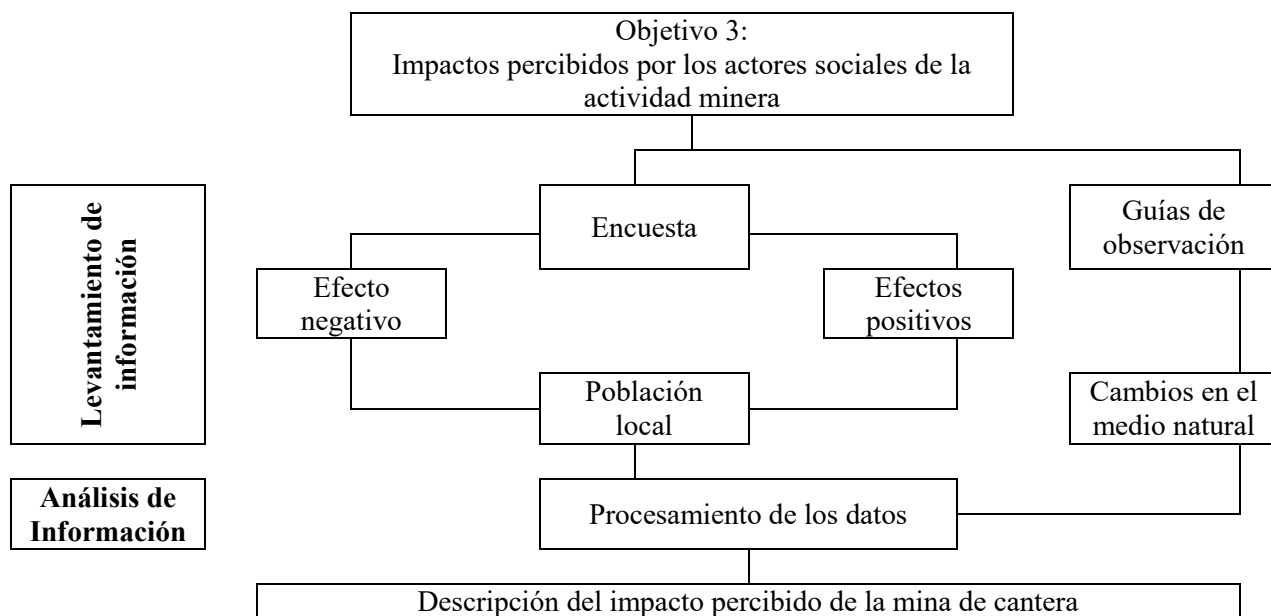
La investigación fue de tipo exploratoria y permitió conocer e identificar las variables del medio natural y socioeconómico, que caracterizan la actividad minera en la localidad La Loma Cuexcontitlán. Se hace hincapié en las técnicas de acopio de datos desde una perspectiva mixta (cuantitativa-cualitativa), por lo que, la actividad se realizó en dos fases: a) investigación en gabinete y b) trabajo de campo. La investigación cualitativa permitió interpretar los datos de forma amplia, precisa y veraz de la caracterización tradicional minera y la perspectiva de impacto. Los resultados de estas fases se complementan entre sí, dado que la información obtenida en campo fue esencial para conocer de manera directa los sitios de extracción pétreo, el proceso de extracción, transformación y comercialización. Cada objetivo de la investigación contiene información de asociación teórica-metodológica, la cual se representa en la Figura 1.

En cuanto a la estructura y formato, se siguieron las directrices de American Psychological Association (APA) en su séptima versión, sin embargo, fue necesario hacer algunas adecuaciones en texto, tablas e imágenes para una mejor visualización y comprensión del material presentado.

Figura 1

Diagrama metodológico del estudio de caso en la localidad La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México





Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés y De Jesús-Cruz (2022).

Para el desarrollo de la presente investigación se emplearon diversos métodos, técnicas y herramientas, que en interacción y conjunto favorecieron al cumplimiento de los objetivos:

El método geográfico fue relevante principalmente en la utilización de los principios metodológicos, que como plantea Higuera (2003) son: casualidad, localización, extensión, relación, temporalidad, generalización y la escala, fueron necesarios para realizar la caracterización en las dimensiones; ambiental, social y económica, así como el análisis espacial y subsistemas que conforman la actividad minera.

El método etnográfico fue importante en la recogida de datos proporcionados por informantes clave, combinado con la observación directa y grabaciones en el campo minero, así como fuentes históricas y etnohistóricas de los procesos mineros. Peralta (2009) considera que, se trata de un método de investigación social que permite interactuar con una comunidad determinada, para conocer y registrar datos relacionados a su organización, cultura, costumbres, alimentación, vivienda, creencias religiosas y saberes o elementos.

El método cartográfico comprendió la utilización de mapas para las características físicas y como modelo espaciotemporal de la actividad minera en los últimos 40 años, los cuales permitieron la descripción y análisis, del mismo modo el reconocimiento del fenómeno. Lizmova (2007) destaca que este método permite estudiar a los fenómenos mediante el análisis comparativo

de mapas de diversas temáticas en diferentes épocas. Con ayuda de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se estudió el cambio minero, esto mediante el procesamiento de imágenes de tipo ráster, alcanzando el comportamiento de los sitios de extracción de recursos pétreos. Un método complementario fue la fotointerpretación que utiliza la deducción e inducción, esta última induce el procedimiento lógico, por el cual se formulan conclusiones generales de las zonas de extracción tomando en cuenta las observaciones semejantes y particulares.

2.2. Recopilación del material cartográfico

La caracterización inició con la descripción de la localidad, apoyándose de cartografía del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM) y del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) para ubicar los límites territoriales. La descripción de las actividades realizadas en la dimensión natural, social y económica. Para la obtención de información del paisaje natural, se recopiló cartografía temática de INEGI, Servicio Geológico Mexicano (SGM) e información del Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México (IFOMEGEM), complementada con información documental de publicaciones científicas y documentos oficiales. En la Tabla 1 se muestran las características del material para el desarrollo de la información cartográfica, en algunos casos se realizó la georreferenciación de cartas temáticas (geología, edafología y cobertura de uso de suelo), como plantea Dávila y Camacho (2012) “es un proceso que permite determinar la posición espacial de un elemento en un sistema de coordenadas diferente al que se encuentra” (p. 1), es decir, a través de las coordenadas definidas en la carta o puntos de control se asigna posición espacial y se identificaron nueve coordenadas (X, Y) para obtener un mejor ajuste espacial.

Tabla 1

Características del material cartográfico en la dimensión natural estudio de caso en la localidad La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Dimensión Natural	Material cartográfico	Formato	Escala o resolución	Fuente
Localización	Límites por Delegación y localidades.	Digital (shp)	Sin dato	(INEGI, 2019) (IGECEM, 2018)
Clima	Prescindible	Sitio web	Sin dato	(IEECC, 2016)
Hidrografía	Figura de Regiones hidrológico-Administrativas	Imagen	1:20 000	(SEMARNAT, 2010)
Geología	Carta geológica-minera (Toluca, E14A38)	Digital (pdf)	1:50 000	(INEGI, 1975)
Geomorfología	Geomorfología cónica.	Digital (shp)	1: 250 000	(IEEM, 2019)
Litología	Mapa de López-Montoya	Imagen	1: 1 500	(López Montoya, 2019)
Edafología	Carta edafológica (Toluca, E14A38)	Digital (pdf)	1:50 000	(INEGI, 1976)
Cobertura vegetal y uso de suelo	Carta uso de suelo y vegetación (Toluca, E14A38)	Digital (pdf)	1:50 000	(INEGI, 1975)

Nota. El formato shp se utiliza para almacenar la ubicación geométrica e información de atributos de entidades geográficas (ESRI, 2021). Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

La georreferenciación se realizó en el software libre de QGIS versión 3.16.0, utilizando un sistema de referencia de coordenadas UTM zona 14 N correspondiente al Estado de México. Se utilizó un algoritmo Polinomial 1, con base en QGIS (2022) éste es “útil para georreferenciar cartogramas de datos, que pueden haber sido graficados (o recopilados) con diferentes tamaños de píxeles terrestres en diferentes direcciones” y dado que, la cartografía temática ya ha sido manipulada se determinó utilizar el algoritmo mencionado, obteniendo como resultado información de tipo shapefile, y por consiguiente, los polígonos con la cobertura de cada clase natural, además este proceso fue utilizado en el manejo de fotografías aéreas.

Los elementos específicos de la Tabla 2 muestran las características del material cartográfico utilizado para el estudio del ritmo de extensión de la actividad minera, considerando para ello la ubicación de las minas activas e inactivas de La Loma Cuexcontitlán en un periodo de 40 años, en este caso, se consideraron algunos criterios de fotointerpretación y trabajo de campo.

Tabla 2

Características del material cartográfico del ritmo de extensión minera en la localidad de La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

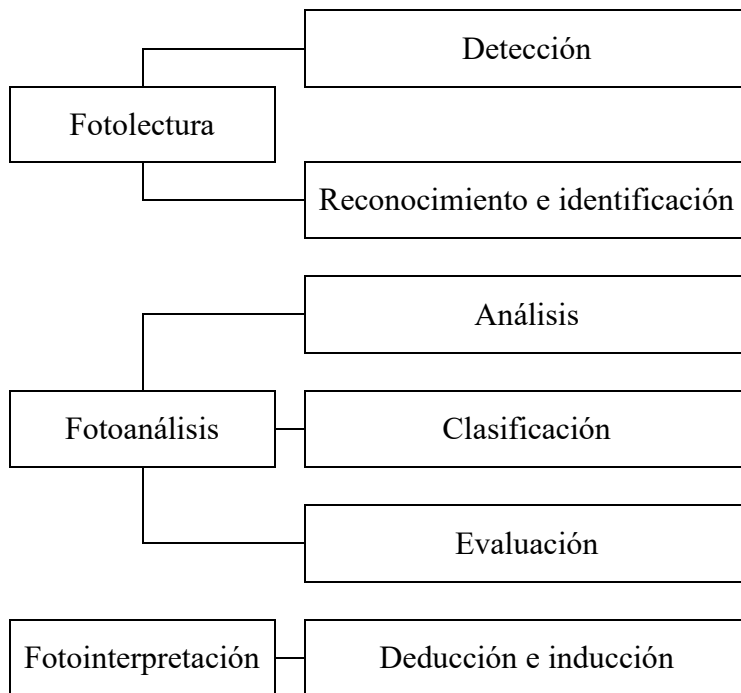
Material cartográfico	Formato	Escala o resolución	Fuente
Fotografías aéreas (E14A38A y E14A38D)	Digital (PDF)	1:20,000	(INEGI, 1983)
Ortofoto (E14A38A y E14A38D)	Digital (BIL)	1:20,000 Píxel: 2 metros	(INEGI, 1993)
Ortofoto (E14A38A y E14A38D)	Digital (BIL)	1:20,000 Píxel: 2 metros	(INEGI, 1999)
Imagen satelital	Visualizador digital	1:10,000	(GOOGLE EARTH, 2017)
Imagen satelital	Digital (TIF)	1:2,500	(DigitalGlobe Web Map Service, 2022)

Nota. El formato Banda intercaladas por línea (BIL) codifica datos de imágenes ráster multibanda en el dominio geoespacial (Toribio, 2020). Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

En la delimitación de los sitios de extracción para los años 1983, 1993, 1999, 2017 y 2022 se utilizó la interpretación visual, considerando los criterios de forma, dimensión, tonalidad, textura, sombras, color, así como, la ubicación de las minas en trabajo de campo. Vargas (1992) expresa que la fotointerpretación es el acto de examinar fotografías aéreas o imágenes con el propósito de identificar objetos y juzgar su significado, además argumenta que la fotografía aérea obedece a características relacionadas con el color y brillo de los objetos. En esta investigación se aplicaron los mismos principios para el uso de imágenes de satélite e interpretación de fotografías aéreas, teniendo en cuenta que, opera longitudes de onda del espectro visible, es decir, perceptible al ojo humano que permite identificar el color y tonalidades de los objetos. Las etapas y procesos utilizados en la interpretación se muestran en la Figura 2.

Figura 2

Etapas y procesos de la fotointerpretación del estudio de caso en la localidad La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante datos de Vargas (1992) por Hernández-Valdés (2022).

La fotolectura determina la presencia o ausencia de un objeto o rasgo, por consiguiente, el reconocimiento del objeto es a través de un nivel de conocimiento alto para finalmente determinar con seguridad y detalle los lugares con extracción de recursos. El fotoanálisis se relaciona con la fotolectura evaluando y clasificando el arreglo espacial que muestran los polígonos delimitados. La fotointerpretación induce al procedimiento lógico para determinar las zonas de extracción tomando en cuenta observaciones semejantes y particulares.

Se realizó levantamiento de muestras de campo para caracterizar los tipos de rocas en general, esto con apoyo de guías de observación que fortalecieron la información bibliográfica. Para la caracterización del medio social y económico se utilizaron datos del Censo de Población y Vivienda del 2020 de los principales resultados por localidad (ITER) de INEGI, así como el Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENU) e información bibliográfica.

La identificación de los procesos sociales en la actividad minera y productos artesanales fueron ubicados en tres fases: extracción, transformación y comercialización. La información fue

obtenida a través de entrevistas aplicadas a personas que intervienen en el proceso minero (personal, propietarios, artesanos, transportistas, comerciantes y población local), esto por medio de un cuestionario semiestructurado que comprendió preguntas abiertas y cerradas, dado que este tipo permite ahondar en datos que no se tenían presentes al momento de la entrevista. El instrumento comprendió las dimensiones sociales y la perspectiva de impacto de la actividad, complementándose con información de fotografías, videograbaciones y grabaciones para obtener resultados confiables y una descripción precisa. En total fueron aplicados 40 cuestionarios a los actores sociales asociados con la actividad minera. La recopilación de información inició desde la aproximación a la localidad, realizando cuatro recorridos en distintas épocas del año.

La evaluación de la percepción de impacto en su dimensión ambiental, social y económica, se utilizó el método de juicio de expertos para la valoración de los impactos de la localidad La Loma Cuexcontitlán y se conformó por especialistas en geografía, ecología, geoinformática, geología, análisis espacial, antropología social, estudios históricos y recursos naturales. El juicio de expertos Escobar-Pérez (2008) lo define como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, son reconocidos como expertos cualificados y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones.

Capítulo III. Marco teórico

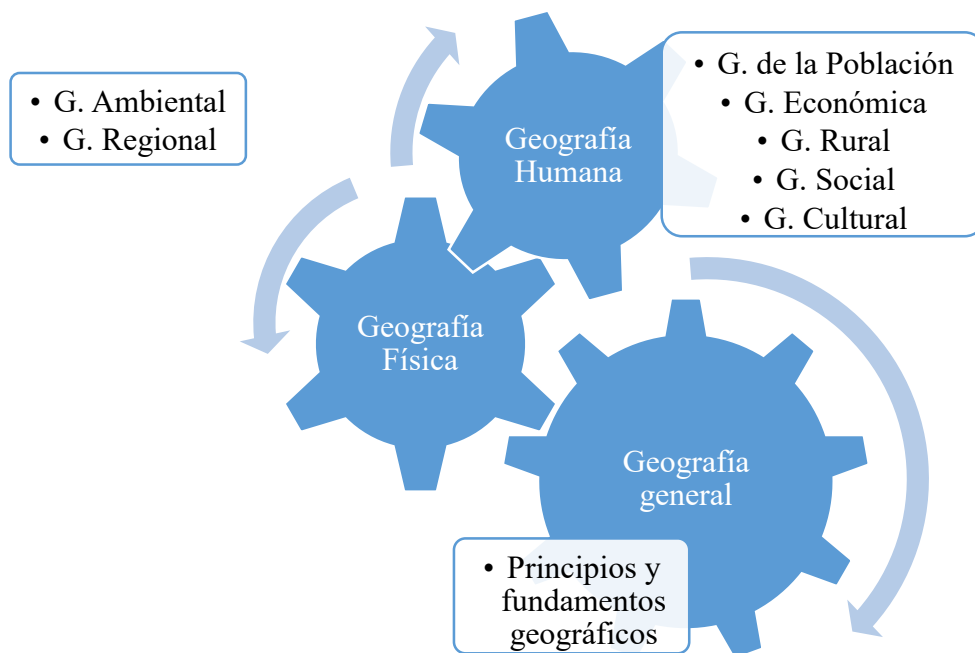
3.1. Teorías y fundamentos teóricos

Las consideraciones teóricas que sustentan la investigación se complementan entre sí, dado que favoreció una mayor comprensión de las relaciones espaciales de la actividad minera. La investigación corresponde al campo disciplinar de la geografía. Edin (2013) refiere que el campo de accionar de un geógrafo traciende en la investigación de gabinete y a la vez de nuevos temas y problemas espaciales (sociales, culturales, económicos, tecnológicos y políticos) que obligan a un compromiso directo con el fenómeno, así como el trabajo inter e intradisciplinario.

A lo largo del tiempo se ha concedido a una geografía general que comprende sus ramas astronómicas, matemática, física y humana. En la Figura 3 se muestran las principales ramas de la geografía física y humana que fueron útiles en la investigación y que permitieron comprender una realidad compleja en la que se entrecruzan aspectos de la geografía física con cuestiones de naturaleza socioeconómica. El reto consiste en vincular las ciencias naturales y humanas, a partir de un objeto de estudio complejo, además Edin (2013) resalta una geografía espacial antecedente de la geografía regional, que adecua el conocimiento de países y pueblos. Ramírez (2007) concibe a la geografía regional como “la construcción de la región, el lugar o el espacio, a partir de la producción de un territorio inserto en la construcción o producción social del tiempo, del espacio y del lugar”. Hace alusión a las diferenciaciones propias del espacio geográfico, las cuales están delimitadas en función de su estructura o dinámica (flujos), tomando en cuenta criterios económicos, políticos, sociales, culturales, históricos y físico-natural.

Figura 3

Ramas y subramas de la geografía general del estudio de caso en la localidad La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante datos de Edin (2013) por Hernández-Valdés (2022).

La Geografía Física y Humana se relacionan entre sí, sin embargo, cada una muestra la valoración del elemento dominante en el análisis. Por otra parte, la Geografía Ambiental y Regional no conforman necesariamente ramas de la geografía pues sus enfoques pueden incluir o integrar a varias de ellas o a todas.

El análisis de la Geografía Ambiental es la relación que existe entre el humano y su entorno natural que, conforme a Aguilar y Contreras (2014) también es referida como “medio”, “medio natural” o “entorno natural”, además de abarca ámbitos de estudio espacial y territorial del ambiente con sus componentes (biofísicos, sociales, culturales, etc.). Esta disciplina fundamentó el desarrollo de la investigación, en los procesos sociales o agentes (Tabla 3) y en la modificación o alteración de las condiciones ambientales. Bocco y Urquijo (2013) plantea que, “el ambiente no es sólo lo que “rodea”, sino también un producto de aquello que es rodeado” (p. 83), también destaca que la geografía ambiental se usa como un sustituto de la Geografía Física y en otros casos intenta establecer un puente entre las dos ramas de la Geografía (Física y Humana).

Tabla 3

Procesos sociales de la actividad minera en la localidad de La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Geografía Regional			
Dimensiones	Extracción	Procesos sociales Transformación	Distribución
Paisaje Natural	Caracterización mineralógica.	Características propias del material para uso final.	Ubicación de minas activas e inactivas.
	Entorno natural de las minas activas.	Caracterización de los procesos y herramientas para su extracción.	Técnicas de impacto ambiental
	Impactos de la minería.		
Medio Social	Caracterización social de la población	Descripción de los efectos en la población vinculada a la mina. Organización social.	Localización de la población vinculada a la mina. Generación de residuos.
	Perspectiva cultural de población regional.	Influencia de la sociocultural en el manejo de la roca.	Localización de la población vulnerable. Generación de residuos.
	Impacto social		Perspectiva social.
Medio Económico	Caracterización económica de la población vinculada a la mina.	Producción de productos pétreos (uso industrial y ornamental).	Comercialización de productos pétreos y artesanales.
	Caracterización de la población artesana.	Técnicas de producción de productos artesanales.	
	Impacto económico.	Medios de comercialización.	Incidencia en la económica local.

Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo (De Jesús-Cruz y Hernández-Valdés, 2022)

En este contexto, la Geografía Regional y la Geografía Ambiental analizan el medio y la sociedad, abarcan ramas de la Geografía general, debido a que se interrelacionan unas con otras para el desarrollo de una porción del territorio contemplando la sustentabilidad de los recursos. En la Tabla 4 se presentan las ramas de la geografía que sustentaron el desarrollo de la investigación.

Tabla 4

Descripción de ramas geográficas del estudio de caso en la localidad La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Rama o especialidad	Descripción
Geografía económica	Actividades agropecuarias, industriales, minera y transporte.
Geografía de la percepción	Recoge la experiencia personal de sus ciudadanos a través de sus sensaciones, emociones y preferencias*
Geografía de la población	Población, evolución y estructura.
Geografía social	Consecuencias de acontecimientos sociales.
Geografía rural	Estudio las poblaciones rurales y cómo influye en ellas los factores ambientales.
Geografía cultural	Todo lo no vinculado a la geografía física...

Nota. Elaboración propia mediante datos de Hernández (2019) y *Morales (2012).

Se enfatizaron cuatro tradiciones con múltiples corrientes geográficas, empezando por una tradición regional que implica la descripción y narración de las peculiaridades de otras áreas que pueden ser similares o diferentes, y su delimitación espacial, además de tener características paisajísticas, es decir, evolución terrestre a lo largo del tiempo de paisajes sin intervención humana (naturales) y con intervención (culturales); tradición ambiental, relación humano-ambiente en el cual se toman en cuenta los principios geográficos clásicos, 1) Determinismo geográfico, De la C. (1941), analiza la influencia del medio físico en las actividades humanas, pues establece que las condiciones geográficas, geológicas-geomorfológicas, climáticas y de vegetación influye en las actividades humanas; 2) Posibilismo geográfico, Díaz (2018), plantea que el ser humano transforma el medio que puede obtener o no beneficios, en otras palabras, crea posibilidades de modificar el entorno físico para su máximo aprovechamiento; 3) Ecologismo, considera a la Geografía como una ciencia ecológica, que adopta el término ecosistema, resalta la teoría de los sistemas, tradición espacial que busca una ordenación territorial, y humanista con un compromiso de justicia y de equidad en la sociedad (Bocco y Urquijo, 2013).

La Teoría General de Sistemas (TGS) es el conjunto de ideas, principios y conocimientos, que permiten analizar la forma en que los componentes de cada sección del mundo real están configurados y la manera en la cual cada una de estas se relaciona con otras estructuras (sistemas), significa que cada uno de los elementos que conforma un sistema es estudiado, en función y relación en estructuras más simples (subsistemas) que tienen entre sí (Capitanelli, 1981; Flórez y Thomas, 1993; Rubio, 1996). Las características de un sistema son: a) propósito u objetivo, donde las unidades o elementos, así como las relaciones, definen una distribución que trata de alcanzar un objetivo y, b) globalismo o totalidad, todo sistema tiene naturaleza orgánica, por lo que un cambio en una de las unidades muy probablemente produzca cambios en todas las unidades (Álvarez-Campana, 2008).

Los principales fundamentos de la Teoría General de Sistemas son: Los sistemas existen dentro de un sistema, cada sistema recibe y descarga algo en otros sistemas (proceso de intercambio con su ambiente) y la función de un sistema dependen de su estructura (sistemas biológicos y mecánicos).

Para Bertalanffy (1976) argumenta los principales fines de la TGS; 1) Existe una tendencia general hacia una integración en las ciencias naturales y sociales, 2) la integración parece centrarse en la teoría de los sistemas, 3) la teoría puede ser un medio importante para apuntar hacia la teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia, 4) acercamiento a una unidad de la ciencia, 5) conduce a una necesidad de integración científica.

Con la TGS se estudió y analizó a la localidad de La Loma y la minería a cielo abierto como un sistema, ya que, incluye las dimensiones ambientales, sociales y económicas. Se compone de elementos que tienen interacción con componentes físicos y humanos. Permitió la interacción de las variables, principalmente en la percepción de impactos ambientales, puesto que, se analiza cada elemento y sus interacciones.

3.2. Fundamento de la minería

Según datos del Mineral Commodity Summaries (USGS) citado por CAMIMEX (2021) México ocupa un lugar destacado en la producción de varios minerales no metálicos a nivel mundial, con ello la caracterización de la actividad en escala local es influyente para términos regionales. Concha (2017) menciona que la producción de minerales de los países como China, Australia, Estados Unidos, Rusia, Canadá, Turquía, India, Japón, Corea, Indonesia, Perú, Bolivia,

Chile, México y Brasil representan más del 70% de la producción mundial. Es importante resaltar el contexto internacional que desempeña la actividad minera en relación con México.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014, como se citó en Gaytán y Benita) la minería se entiende como:

Actividad productiva en la que se extraen, explotan y/o benefician los minerales depositados en el suelo y en el subsuelo. De acuerdo con sus características físicas y químicas, los minerales se clasifican en metálicos, no metálicos y energéticos (p.111).

También se aborda la importancia de la minería desde los primeros asentamientos en el México antiguo hasta la envergadura a nivel internacional y sus alcances en una localidad (La Loma Cuexcontitlán) enfocada a la extracción de materiales pétreos.

Como lo hace notar Sariago (1994):

La historia de México revela tres modelos de organización territorial de la minería. Los reales de minas fueron los núcleos urbanos coloniales de la integración económica y política, así como del mestizaje cultural. En el siglo XIX, las empresas extranjeras utilizaron un modelo de implantación basado en la gestión urbana de los enclaves mineros, y en su relativa autonomía, del entorno económico y social. La pequeña minería ha logrado sobrevivir en comunidades aisladas, gracias a su simbiosis con la agricultura campesina, sin llegar a producir asentamientos estables (p.327).

3.3. Orígenes

El origen de la minería en México comúnmente se le atribuye a la llegada de los españoles en el periodo de la conquista española evadiendo la aportación indígena en el proceso formativo de la industria, sin embargo, existen indicios de los conocimientos prehispánicos minero-metalúrgicos reseñados por Muñoz (1986) en su artículo “La minería en México. Bosquejo histórico”; entre sus documentos citados destaca el Códice mendocino y la matrícula de tributos del emperador Moctezuma donde señala las 18 regiones tributarias de productos minerales donde largas listas de vocablos relacionadas a las actividades y productos de los pueblos que conformaban desde el mundo azteca hasta los nahoas.

Estudios científicos en los 80's han encontrado los trabajos mineros realizados por indígenas empleando el método de torrefacción, técnica que consiste en calentar la pared rocosa y

fracturarla por medio del enfriamiento súbito con agua. México fue pionero en emplear esta técnica, misma que fue adoptada en el resto del mundo durante el siglo siguiente después de la colonia hasta la introducción de la pólvora. Sin embargo, no se acepta la existencia de trabajos mineros entre los indígenas americanos al ignorar la existencia del hierro, por ende, se niega la actividad minera al emplear instrumentos de piedra, ocaso y cobre endurecido aun conociendo las monumentales esculturas talladas que ahora conocemos (Muñoz, 1986), el código concluye en su investigación “los indígenas” descripciones de los procedimientos metalúrgicos y de orfebrería empleados antes de la llegada de los españoles.

3.4. México en la minería.

La historia minera en México remonta en los metales preciosos, comenzando las operaciones mineras desde la época colonial, tras la historia sigue destacándose como uno de los mayores productores mundiales según Almaden Minerals Ltd. (2010) encontrándose entre los 10 países principales de la producción de 17 diferentes minerales, dado que su industria minera contribuye significativamente al crecimiento de la economía mundial siendo indispensable en el crecimiento urbano. Conforme a los datos de la Secretaría de Economía (2022) citando el informe anual S&P Global Market Intelligence, México se colocó como el segundo destino con el presupuesto de explotación más alto de América Latina, manteniéndose como el principal continente con una inversión del 25% del total mundial; mientras que, en los resultados de la encuesta del Instituto Fraser, México se encuentra en el sitio 42 a nivel mundial del índice de atracción de inversión.

De acuerdo con el Anuario Estadístico de la Minería Mexicana del Servicio Geológico Mexicano (2020), las economías de Asia Oriental y el Pacífico comenzaron a repuntar tras la grave crisis económica de 2020 consecuente del COVID-19, México no se quedó atrás. Además, argumenta que:

“La pandemia de COVID-19 ha dado lugar a una grave recesión mundial que es única en muchos sentidos, ya que fue muy repentina y profunda en comparación con crisis mundiales anteriores, siendo la tercera caída más pronunciada en más de 100 años, solamente superada por los decrementos de 3.6 % en 1929 y de 8.1 % en 1946” (p. 14)

Las exportaciones de México en 2020 ascendieron a 10, 015 millones de dólares, cifra que significó un incremento de 6.3% con relación al año anterior. Las importaciones descendieron a 4

mil 543.7 millones de dólares en el mismo año, cifra que significó un decremento de 3.1% con relación al año anterior. Resultado del comportamiento complejo de los diversos minerales que componen esta industria minera, reflejó un incremento significativo en minerales no metálicos, entre ellos andesita, arcillas, arena, bentonita, calcita, caliza, pizarra, riolita, tepetate y agregados pétreos (Servicio Geológico Mexicano, 2020)

3.5. Importancia del sector minero

La contracción de las economías tras la pandemia no excluyó a México, sufriendo durante el 2020 la mayor contracción en décadas siendo de 8.5% de la tasa anual, lo que, provocó el desplome de las industrias en el país ante los cierres forzados por las medidas implementadas en la pandemia (Servicio Geológico Mexicano, 2020).

“En 2019, el sector minero invirtió en acciones para el desarrollo social y la protección ambiental, un monto de 5,327 millones de pesos (3,700 específicamente para la protección ambiental), superior y adicional a lo aportado para el Fondo Minero que fue de 3,496 millones de pesos” (CAMIMEX, 2020). Partiendo de este punto la industria de la minería y su cadena productiva, siendo la segunda industria más importante de México, cuya representación es 8.3% del Producto Interno Bruto (PIB) industrial y contribuye con el 2.3% del Producto Interno Bruto nacional, siendo importante para el desarrollo económico de México y fundamental para la activación económica de las familias; además de ser el primer eslabón de todas las demás cadenas productivas, genera desarrollo económico para el país (INEGI, 2018).

3.6. Minería en el Estado de México

El Estado de México cuenta con una importante potencia atribuida a su riqueza mineral al pertenecer a la porción central de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), cuya manifestación abarca completamente el Estado. Sin embargo, es de las zonas menos explotadas con al menos el 6.3% a nivel regional correspondiendo sólo 30% de territorio explotado a nivel nacional (CAMIMEX, 2020). La FVTM concentra la mayor cantidad de población e infraestructura de México (Gómez-Tuena et al., 2005), lo cual ha generado la solicitud y otorgamiento de 247 concesiones mineras federales cubriendo un total de 204 mil 862 hectáreas (INFOME GEM, 2017); durante 2019 se registraron 212 minas dedicadas a la extracción, procesamiento, transportación y comercialización, resalta su concentración en la zona centro, en donde se ubica casi la mitad de las minas con un 49% seguido de la zona norte-noroeste con el 40%, mientras que el resto se ubica en

el suroeste (Rueda-Mijangos y Mercado-Salgado, 2020); de las cuales más del 95% de las minas se dedican a la extracción de sustancias minerales no metálicas; que, según los datos del Servicio Geológico Mexicano, está entre los primeros lugares en la producción de arena y grava, de igual forma destaca en la producción de caliza, cantera, tezontle y otros materiales aplicados a la industria de la construcción, satisfaciendo la demanda del Estado y del Distrito Federal (Ciudad de México). Actualmente no se tienen datos precisos de las minas activas en el territorio del Estado de México (INFOMEGEM, 2022).

Aunque existen diferentes fuentes de información en el ámbito minero, el Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (INEGI), el Sistema Integral de Minería Mexicana entre otras, aun “existen importantes problemas de transparencia sobre la gestión pública y de las actividades mineras” (Pérez, 2016), aun con el derecho nacional como internacional, las y los ciudadanos tienen derecho a acceder a la información generada por entes y servidores públicos, además de ser respaldada por el INAI (Instituto Nacional de Acceso a la Información, 2019).

3.7. Materiales pétreos y la concentración de minas

Estudios realizados por el INFOMEGEM (2017) atribuyen importancia al Estado de México, por sus recursos minerales como oro, plata, plomo, zinc y cobre, así como de minerales no metálicos tales como arena, grava, cantera, roca caliza, arcillas, tezontle, etc., sobresaliendo los materiales pétreos de origen volcánico.

La Coordinación General de Minería coordinará acciones con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal manteniendo como prioridad gubernamental impulsar la actividad productiva de los recursos minerales no metálicos, principalmente cuyo aprovechamiento actualmente genera desarrollo económico y bienestar en las regiones rurales y zonas marginadas de la entidad (Secretaría de Gobernación, 2014).

Para el año de 2017, en el Estado de México se conservó una planta laboral de 3,723 empleos directos en su rama no metálica, manteniendo la actividad económica y los empleos indirectos relacionados con la actividad (Servicio Geológico Mexicano, 2020). Actualmente, el IFOMEGEM, sólo ha registrado 2 minas en el municipio de Toluca, La Ex hacienda de Nova (número 19) y Loma de San Blas (número 18) con explotación de cantera, grava y arena.

3.8. Contexto de la minería en La Loma Cuexcontitlán

Los ejidatarios han aprovechado los recursos del suelo, principalmente la cantera, para su comercialización y su transformación en bloques para la construcción, además de objetos artesanales. A esta actividad se le conoce localmente con el término “picar piedra”.

“La producción de objetos artesanales en piedra se remonta varios siglos atrás” como alude (Ramos, 2018), pero en la actualidad debido a lo fatigante del proceso y a los exiguos dividendos económicos que produce ha ido disminuyendo. Sin embargo, la explotación de la mina de cantera continúa siendo una actividad económica importante para los habitantes de la localidad. El crecimiento urbano acelerado provoca el incremento en la demanda de materiales de construcción. Las minas de cantera de La Loma Cuexcontitlán se caracterizan por ser a cielo abierto, que de acuerdo con Flores (2011) se menciona que el proceso de extracción de éstas “se realiza excavando, con medios mecánicos o explosivos, los terrenos que recubren la formación geológica que forma el yacimiento” (p.1)

Según el Servicio Geológico Mexicano (2019) el volumen de producción en toneladas del Estado de México de producto no metálico (cantera) se posiciona en el quinto lugar (periodo 2015-2018), ocupando el primer lugar la arena, segundo lugar la grava, tercer lugar el tezontle y cuarto la caliza. A nivel nacional, el Estado de México ocupa el primer lugar de volumen de producción por toneladas en productos de cantera y tepojal (periodo 2014 – 2018).

En el municipio de Toluca, Estado de México, y de acuerdo con sus estructuras geomorfológicas, existe una gran extracción de minerales para la construcción. En la zona norte del municipio se encuentra una mina de cantera conocida con el nombre de “La Loma de San Blas” en 1975, ubicada precisamente en La Loma Cuexcontitlán (carta geológica del Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México, 2017).

Capítulo IV. Caracterización geográfica del área de estudio

Este capítulo aborda la caracterización geográfica describiendo tres factores fundamentales para su elaboración como la parte física, social y económica; en la primera parte de la caracterización se describen los elementos del clima, hidrografía, geología, litología, edafología, cobertura vegetal; en la segunda se realiza la descripción de la población de la localidad; y en la tercera, se exponen las condiciones económicas.

4.1 Localización

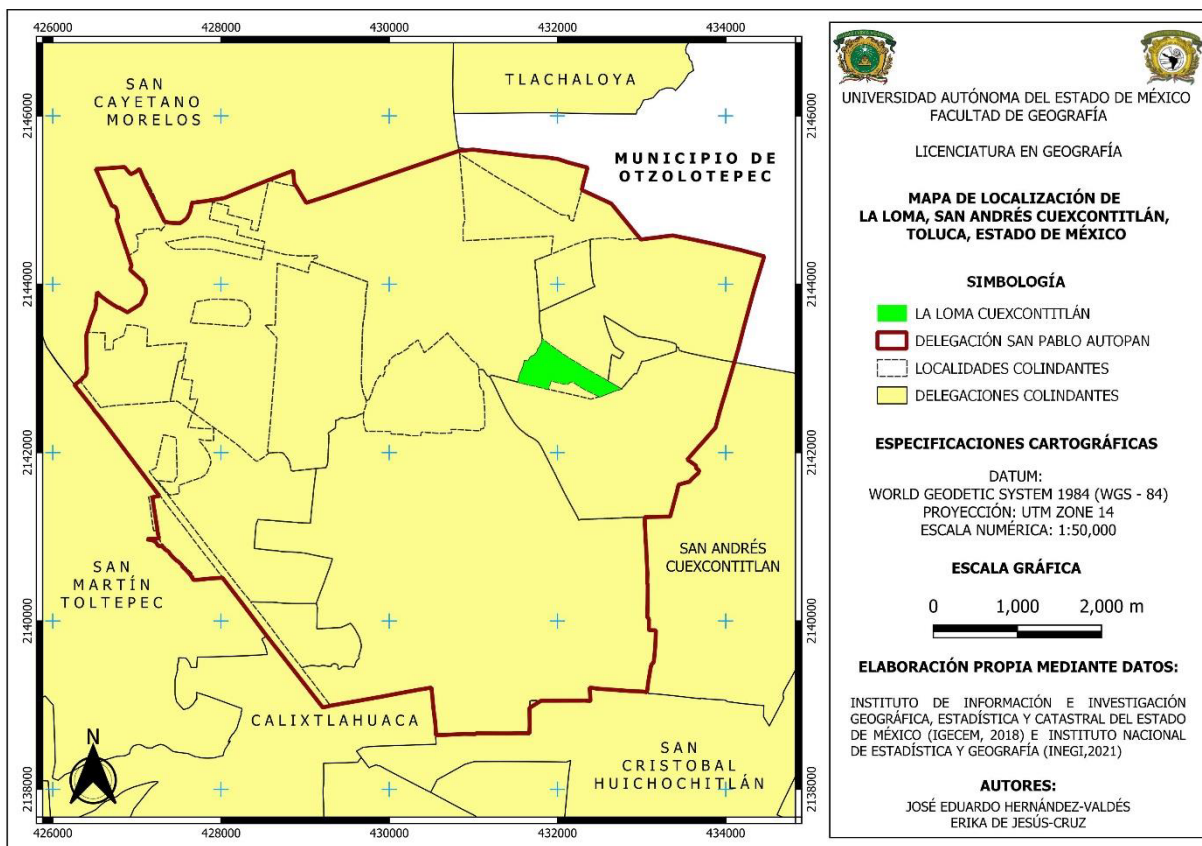
Se entiende como localidad al espacio donde se reconoce el propio territorio, donde se expresan de múltiples formas los componentes social, cultural, histórico, económico, político, administrativo, físico y ambiental. En el marco de la integración territorial, de acuerdo con IGCEM (2018) se entiende por localidad a la unidad territorial poblacional, en cuyo espacio convive un grupo de personas como unidad social, bajo una estructura organizacional y económica; con identidad y cultura propia; cuenta con un nombre asignado por ley o por la costumbre y que para su representación se clasifica con una categoría política administrativa.

En el Figura 4 se representa la localidad de “La Loma Cuexcontitlán” en el contexto de la Delegación San Pablo Autopan, esto en virtud de que, territorialmente es rodeada por localidades pertenecientes esa Delegación, sin embargo, es un territorio ejidal que pertenece a la Delegación San Andrés Cuexcontitlán², Municipio Toluca. Esta La Loma Cuexcontitlán se localiza entre las coordenadas geográficas de longitud 99° 38' 55.585'' y latitud 19° 22' 47.627''.

² Esta localidad colinda al Oriente con la Delegación de San Pablo Autopan; al Sur la Delegación de San Cristóbal Huichochitlán y al Norte con el Municipio de Oztolotepec también perteneciente al Estado de México.

Figura 4

Localización de La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

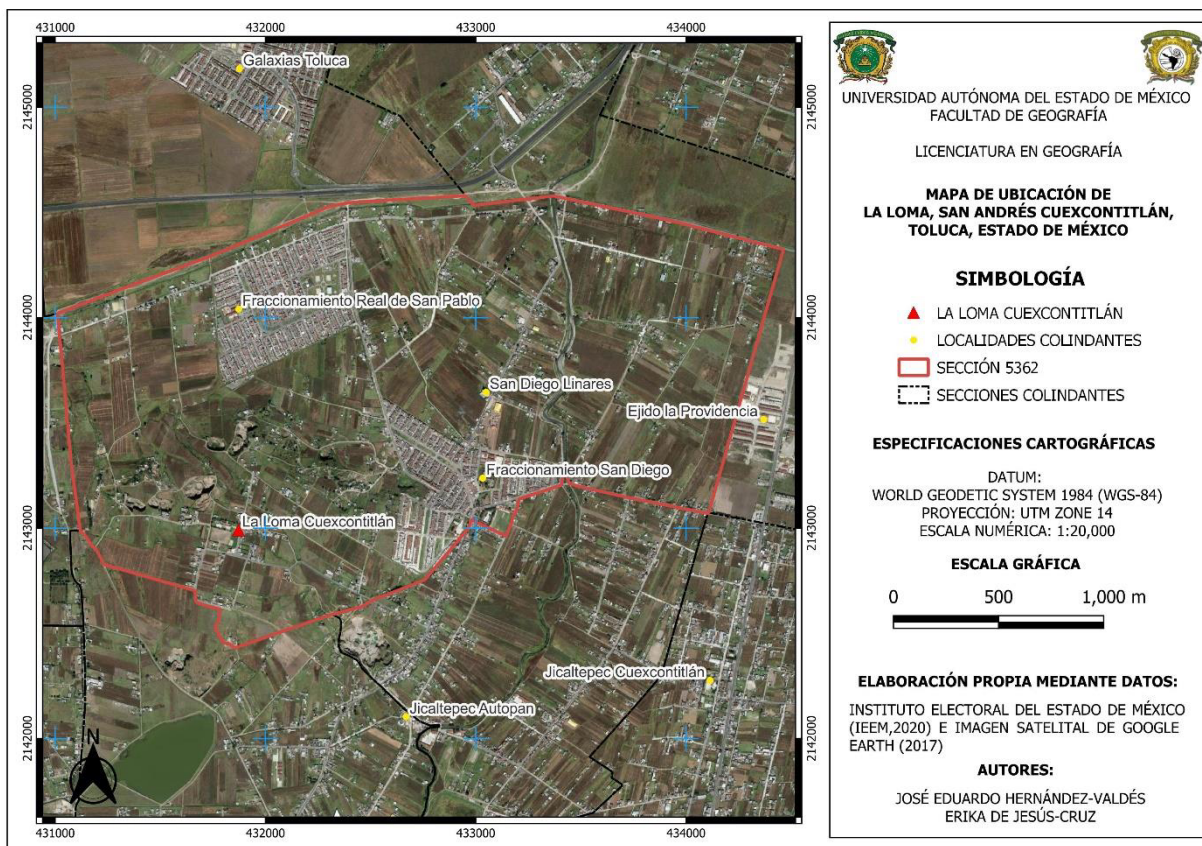


Nota. Elaboración propia mediante datos de IGECEM (2018) e INEGI (2021).

En esta investigación se tomó como referencia la zona electoral No. 5362 para delimitar la localidad conforme a conocimiento de los propietarios, ya que, las delimitaciones de INEGI (2020) no coinciden con las delimitaciones de la subdelegación, debido a lo cual, el Instituto Electoral del Estado de México regionaliza la zona de estudio, permitiendo observar las principales zonas de extracción pétreo de la comunidad; en esta misma zona se encuentran otras localidades adyacentes (Figura 5). Las localidades colindantes con La Loma son las siguientes: al Norte tiene límites con San Diego Linares; al Noroeste colinda con Xicaltepec; al Sur limita con Jicaltepec Autopan; y al Sureste tiene límites con San Pablo Autopan.

Figura 5

Ubicación de La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante datos de IEEM (2020) y Google Earth (2017).

4.2 Clima

El clima conforma el conjunto de condiciones de la atmósfera que caracterizan la circunstancia o situación en un lugar o región, por lo tanto, define elementos y factores temporales que lo afectan; de tal forma se deben distinguir entre las condiciones actuales y su evolución durante las épocas estacionales del llamado tiempo atmosférico. El Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático y Gobierno del Estado de México (IEECC, 2016) menciona que el municipio de Toluca pertenece a la zona térmica tropical, su clima está clasificado como templado subhúmedo, presenta una temperatura media anual de 13.7°C, con una precipitación media anual de 1,000 a 1,200 mm anuales, de acuerdo con la Clasificación de Köppen (adaptada por Enriqueta García, 1964) se clasifica como Cwb.

Los climas C (w) son característicos de zona montañosas del centro de México en donde la precipitación orográfica aumenta en verano por los movimientos convectivos del aire y ciclones tropicales provenientes de las costas mexicanas (García, 1964), caracterizado por lluvias en verano relativamente altas para los meses de junio-agosto entre los 213 y 251 mm mensuales; mientras que la época de estiaje ocurre durante primavera con precipitaciones mínimas de 42 mm mensuales, acompañado por la radiación solar ocasionando que ríos, lagunas y plantas pierdan humedad por evaporación en mayor cantidad. Las temperaturas más altas también se registran durante esta temporada, oscilan entre los 21. 1° y 22. 3°C. Durante el invierno se presentan temperaturas medias más bajas en diciembre, enero y febrero con 4. 4°, 4. 1° y 5. 2 °C respectivamente, las heladas oscilan entre 80 y 140 días. En el otoño, la temperatura media oscila entre 14.8 (septiembre) y (14.1 en octubre y 12.6 en noviembre) (Tabla 5).

Tabla 5

Elementos del clima. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
T. Máxima	17.9	19.5	21.1	22.2	22.3	20.6	19.7	19.6	19.2	19.5	19	18.3	
T. Media	11	12.3	13.8	15.5	16.1	15.8	15	15.1	14.8	14.1	12.6	11.3	
T. Mínima	4.1	5.2	6.5	8.7	9.9	10.9	10.4	10.5	10.5	8.7	6.2	4.4	
Precipitación	10.7	9.3	18.3	29.9	77.7	188.6	208.6	222.4	200.2	96.2	21.8	7.2	
Evaporación	122	142.3	196	205.3	188.9	151	138.3	131.6	116.9	130.7	118.9	113.9	
Número de días con													
Lluvia	20	27	42	69	127	213	249	251	210	130	46	15	
Niebla	4.2	3.3	5.8	7.1	9.3	13.9	12.8	13.9	12.7	10.1	7	5.8	
Granizo	2.1	1.2	0.4	0.5	0.8	0.7	0.8	0.6	0.5	0.5	0.3	1.5	
Tormenta	0.3	1.2	1.9	2.4	6.1	8	9	8.7	6.5	3.8	1.2	0.2	
Horas de sol	8.7	9.4	10.2	10.5	9.7	7.6	6.6	6.5	5.9	6.7	7.7	8.7	
Humedad (%)	57%	51%	45%	46%	57%	73%	82%	81%	82%	75%	68%	59%	
ANUAL						Número de días con (ANUAL)							
T. Máxima						19.9	Lluvia						139.9
T. Media						14	Niebla						105.9
T. Mínima						8	Granizo						9.9
Precipitación						1,090.90	Tormenta						49.3
Evaporación						1,755.80							

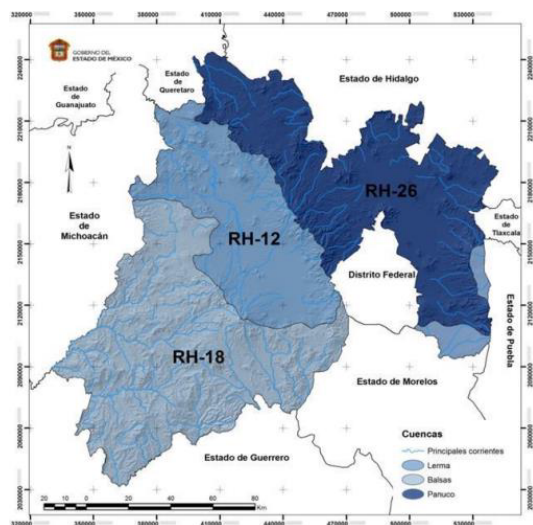
Nota. Elaboración propia mediante datos de CONAGUA (2010) por De Jesús-Cruz (2022).

4.3 Hidrografía

Los cuerpos de agua presentes en la zona, tanto superficiales como subterráneos constituyen elementos fundamentales en el asentamiento de poblaciones. El Estado de México se caracteriza por formar parte de tres regiones hidrográficas: Lerma-Chapala-Santiago (RH12) en la parte centro integrada por 32 municipios; Río Balsas (RH18) en el suroeste compuesta por 33 municipios y Alto Pánuco (RH26) en la parte noroeste conformada por 60 municipios (SEMARNAT, 2010).

Figura 6

Regiones hidrográficas del Estado de México



Nota. La imagen se obtuvo en SEMARNAT (2010).

La localidad se localiza en la Región Hidrográfica 12 (Lerma-Santiago) cuyos ríos principales drenan de la Sierra de las Cruces hacia el Valle de Toluca, siendo la parte alta de la Cuenca del Río Balsas, algunos de ellos drenan hacia el Estado de Morelos a la altura de los municipios de Atlautla, Ecatzingo, Juchitepec, Ozumba y Tepetlixpa (IEECC, 2016). Los escurrimientos desembocan en el río Lerma, cuyo abasto principal, de acuerdo con el atlas de agua publicado por SEMARNAT (2010), es endorreico por la variabilidad climática de los últimos años, que permiten establecer este patrón de comportamiento hídrico regulado artificialmente. La localidad por estar asentada en una loma se le considera como una entidad independiente, a la vez favorecen a localidades aledañas, las cuales disponen de pozos de agua. Los escurrimientos pluviales también desembocan en el bordo San Blas de Jicaltepec Autopan (Figura 7).

Figura 7

Bordo San Blas de Jicaltepec, San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México



Nota. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

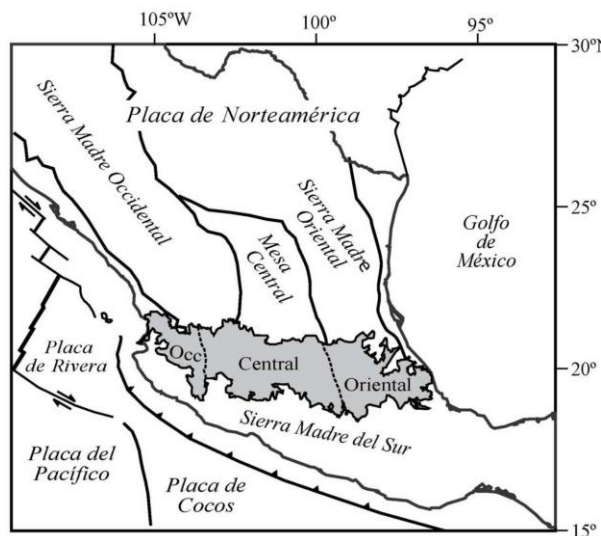
4.4 Geología

La geología se concentra en la roca madre tanto en estructura como en composición, su génesis y la disposición adquirida tras procesos que continuamente sufre con el tiempo. Las formaciones superficiales denominadas depósitos superficiales que ocultan o cubren los materiales rocosos dan como resultado los suelos de cada espacio geográfico. La Loma Cuexcontitlán se encuentra dentro de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), considerada como un arco magmático continental activo, está constituido por 800 estructuras volcánicas y otros cuerpos intrusivos (Demant, 1978 citado por López-Montoya, 2019). Según su geología y tectónica, Pasquaré lo clasificó en 3 sectores: occidental, oriental y la central (en ésta se encuentra la localidad de estudio) (Figura 8).

Dentro de la cuenca del Valle de Toluca, en donde se encuentra el volcán Xinantécatl o Nevado de Toluca, se caracteriza en por haberse formado por emisiones alternas de productos piroclásticos y derrames de lava dejando como compuestos principales del suelo rocas clásticas y volcánicas lo que propicia las actividades agropecuarias, así como el establecimiento de los principales centros urbanos (Secretaría de Desarrollo Urbano, 2007).

Figura 8

Ubicación de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) nivel nacional



Nota. La imagen se obtuvo de Pasquaré et al. (1988).

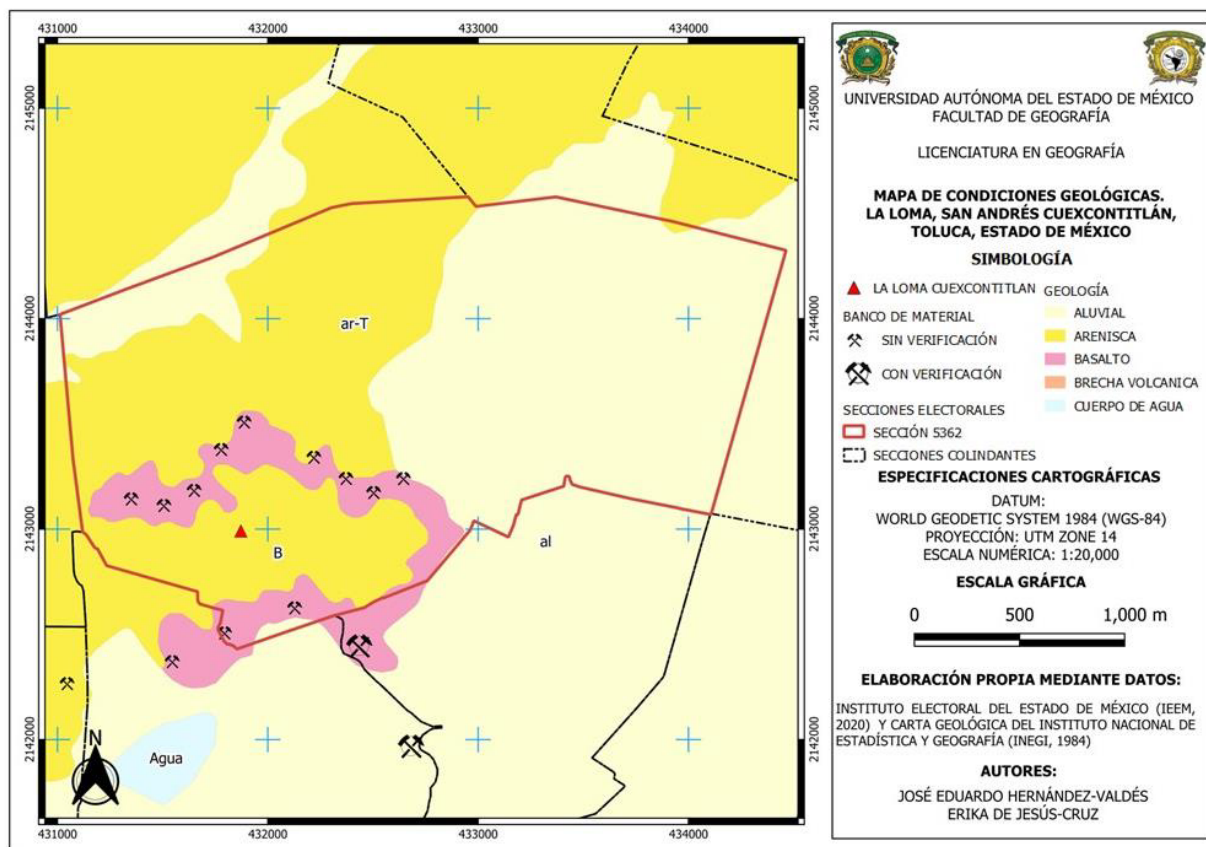
Las rocas que afloran en la superficie conforme a la cartografía geológica compilada por el Instituto de Geología de la UNAM 1994 citada en el trabajo de López-Montoya (2019) en el Valle de Toluca se tienen las siguientes características:

- Sedimentos lacustres: los cuales se componen de conglomerados, arenisca y limolita semiconsolidadas, interestratificadas con capas de toba, pómez y diatomita.
- Aluvión: composición de gravas, arenas y limos con interestratificación de ceniza volcánica en el Valle, resultado de la actividad volcánica, ríos y arroyos.
- Derrames de lava: característicos por tener composición andesítica, basáltica y dacítica con depósitos cineríticos y otras rocas piroclásticas asociadas.
- Derrames de lava de composición basáltica y andesítica: con depósitos cineríticos, aglomerado y brecha de derrames asociados. En el volcán Nevado de Toluca, predominan rocas del tipo andesítico y dacítico.
- Lahar y depósitos volcanoclásticos: con menores cantidades de depósitos fluviales interestratificados, además de formaciones que consisten esencialmente de lahares, pómez y depósitos piroclásticos.
- Lavas basálticas y andesíticas: indiferenciadas (andesita del área de Toluca).

Dado que no existe información a escala 1: 10 000 para el análisis geológico de la localidad se consideró la información del mapa digital de INEGI con escala 1: 50 000. La actividad volcánica dio como resultado tres tipos de roca: aluvial, arenisca y basaltos (Figura 9).

Figura 9

Condiciones geológicas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

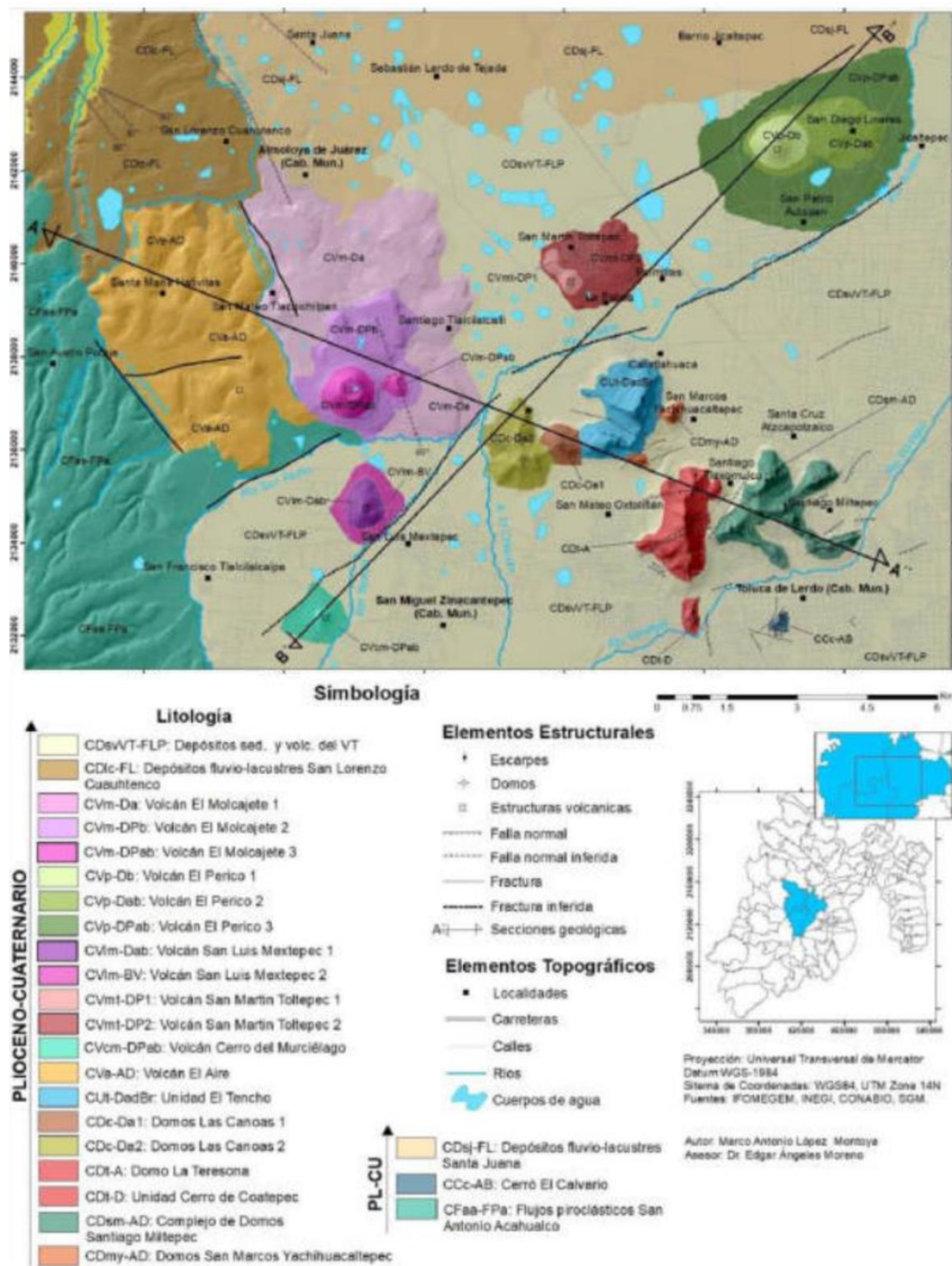


Nota. Elaboración propia mediante datos de IEEM (2020) e INEGI (1984)

La litología del área de estudio está representada en la Figura 10 (información obtenida del mapa geológico de López-Montoya) (p.32). Se muestran estructuras volcánicas y la estratigrafía. El volcán “El cerro del Perico”, ubicado en la parte superior derecha con tonalidades verdes, es la estructura más cercana a la localidad, definiéndose a 2640 msnm al Este y compuesto de derrames de lava basáltica-andesítica, derrames lávicos cubiertos por brechas volcánicas, cenizas, pómx y suelos.

Figura 10

Condiciones geológicas de la zona centro de Toluca, Estado de México



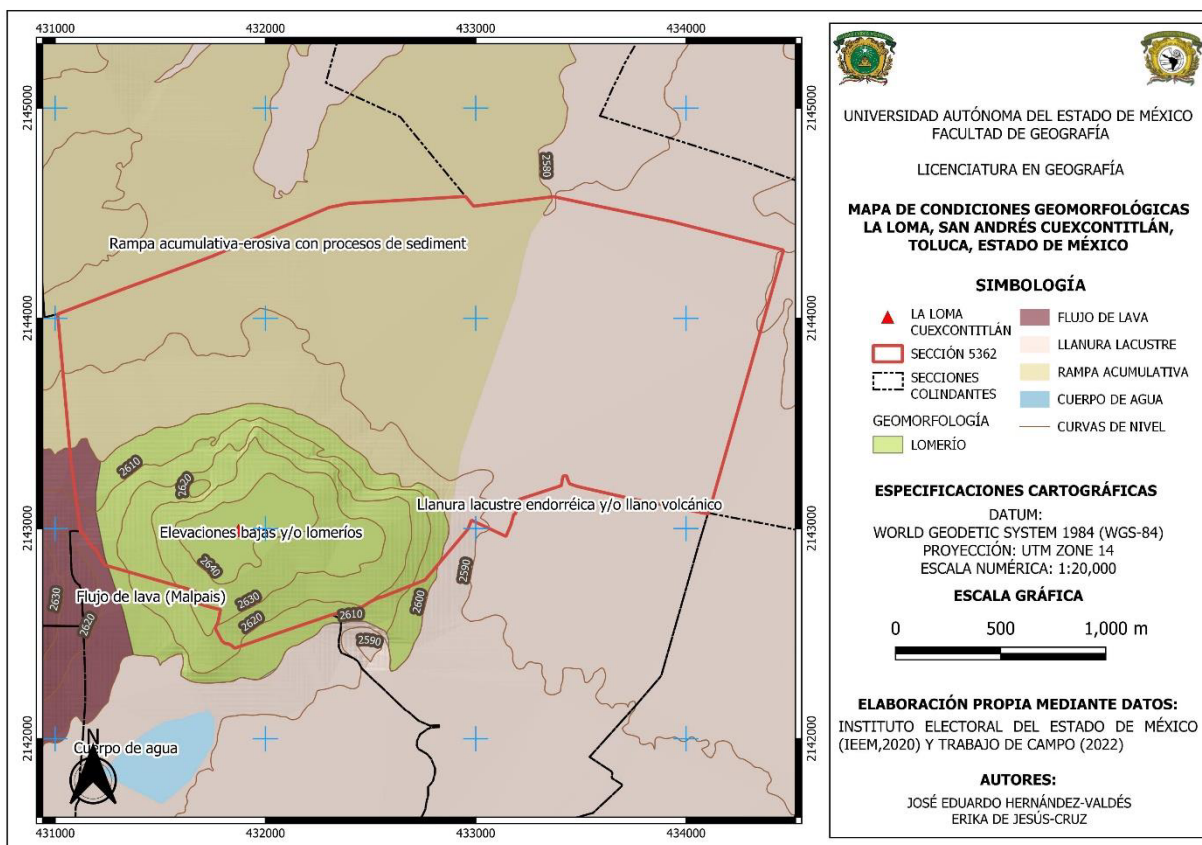
Nota. La imagen se obtuvo de López-Montoya (2019)

4.5 Geomorfología

De acuerdo con López-Montoya en el sector central de la FVTM se ha documentado actividad volcánica desde el Mioceno al Holoceno cuyas rocas principales son volcánicas andesíticas y basálticas, mientras que los conos piroclásticos comprenden a rocas volcánicas del Cuaternario, en menos cantidad y de forma dispersa las rocas epiclásticas, fluvio-lacustres en el centro del Valle de Toluca. En la Figura 11, se observa que la geomorfología de la zona corresponde a la formación de un paisaje relativamente joven, formado por domos volcánicos típicamente conocidos como cerros o lomas al ser inciertamente pequeños. La zona de extracción se identifica por las elevaciones bajas con una diferencia de altura de 40 metros desde su punto más alto a la base de la loma.

Figura 11

Condiciones geomorfológicas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante datos de IEEM (2020) y trabajo de campo.

4.6 Edafología

El suelo es uno de los principales recursos naturales, según Montes (2020) la interacción de los factores edafológicos, geomorfológicos, geológicos, hídricos, vegetación y fauna silvestre de un sistema resultan la delimitación de espacios geográficos relativamente homogéneos, mismas que, propician el asentamiento de comunidades humanas incurriendo en alteraciones al medio. El suelo ofrecido por la naturaleza no puede reponerse, considerado por el Centro de Estudios para el desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimenticia (CEDRSSA, 2019) como un recurso no renovable, puesto que “en su preservación se inicia y termina la cadena alimenticia. Si se corta la base de la cadena, se altera fuerte e irremediablemente el ecosistema.” De acuerdo con el sistema internacional de clasificación “Base Referencial Mundial de Recurso Suelo (WRB) citado por CEDRSSA (2019) a nivel mundial existen 32 grupos de suelo; México tiene 26 de ellos. Al no existir cartas edafológicas a escala 1: 2 000 fueron utilizadas cartas temáticas 1: 50 000 de INEGI. En la localidad hay cuatro tipos de suelos, predomina el vertisol pélico (Tabla 6, Figura 12).

Tabla 6

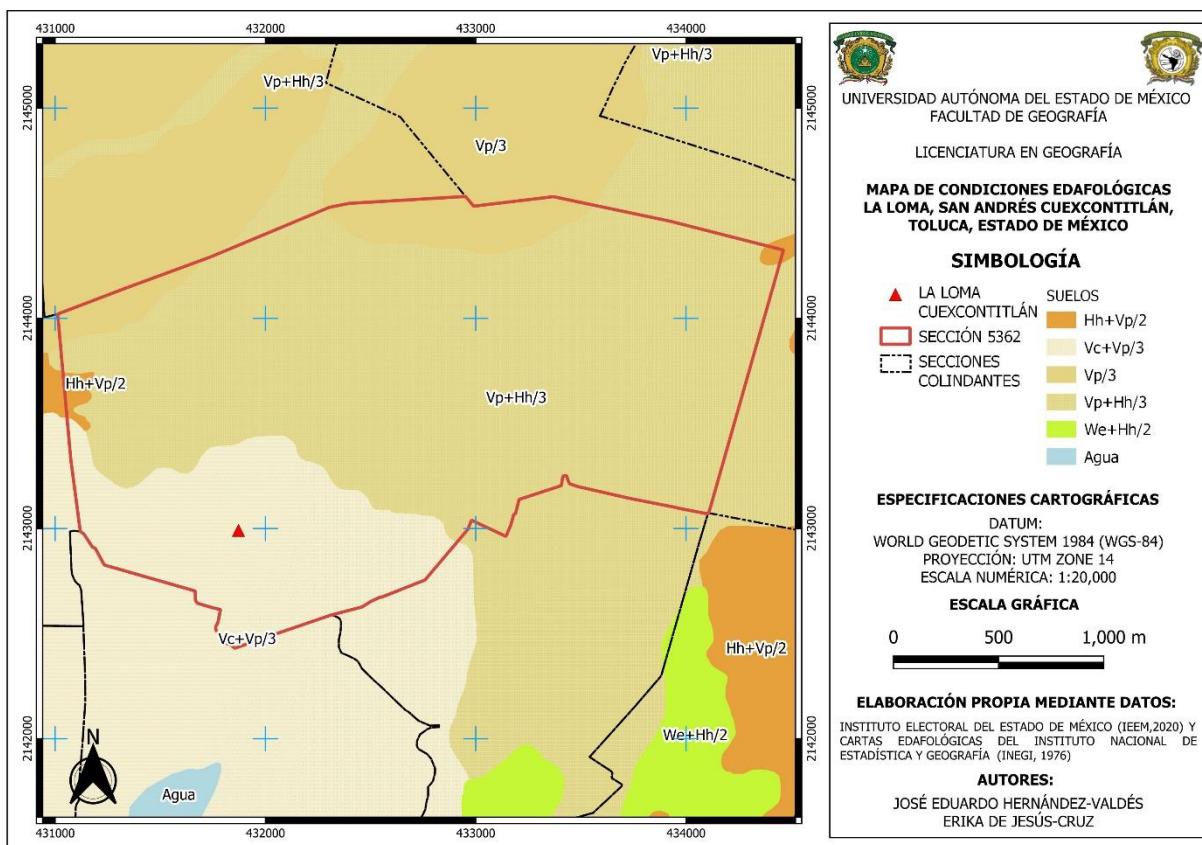
Superficie de suelos. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Suelo	Textura	Clave	Área m ²	Ha	Porcentaje del polígono electoral
Vertisol Pélico más Feozem Háplico		Vp+Hh/3	3630139.07	363.01	71.79
Vertisol Crómico más Vertisol Pélico	Fina	Vc+Vp/3	1059563.06	105.96	20.96
Vertisol Pélico		Vp/3	332887.78	33.29	6.58
Feozem Háplico más Vertisol Pélico	Media	Hh+Vp/2	33777.06	3.38	0.67
Total			5056366.97	505.64	100.00

Nota. El símbolo Ha corresponde a hectáreas, m² a metros cuadrados y los datos sólo abarcan el límite electoral. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022)

Figura 12

Condiciones edafológicas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante datos de IEEM (2020) y INEGI (1976).

Los suelos vertisoles son generalmente grises a negros, muy arcillosos, albergan alta proporción de arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas. El material original lo constituyen sedimentos con elevada proporción de arcillas esmécticas, o productos de alteración de rocas que las generaron, existen dos subunidades de este suelo: Vertisol pélico (Vp) de color oscuro y Vertisol crómico (Vc) con colores pardos o amarillentos, que se encuentran asociados con otros tipos de suelos como feozems, rendzinas y regosoles. Este tipo de suelos tienen potencial agrícola (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007). En segundo lugar, predominan los suelos Feozem cuyas propiedades son relativamente húmedos, ligeramente lixiviados o porosos, al estar acomodados en regiones forestales son ricos en materia orgánica con horizonte superficial oscuro, lo que permite fertilidad para tierras agrícolas.

4.7 Uso de suelo y vegetación

La vegetación es el “conjunto de plantas y asociaciones vegetales que viven en un mismo lugar” (Seoanez, 1999). Conforme a Rzedowski (2006), se reconocen 10 tipos de suelo en la clasificación más aceptada, siendo pastizal lo que predomina en la localidad La Loma, sin embargo, el uso agrícola y minero son los más importantes. El suelo por ser rico en materia orgánica (Feozem y vertisoles) los pobladores priorizan la siembra de maíz, la cual es reducida pues las condiciones ambientales son indispensables para la producción agrícola. Son afectados por cambios en el medio (suelo, clima, humedad, etc.) y las cosechas disminuyen (Juan et al, 2007). La Tabla 7 muestra erosión hídrica fuerte en las zonas de extracción, con uso de agricultura de temporal y de riego anual en donde también se identifica pastizal inducido. En la Figura 13 se observa que el uso de suelo y vegetación corresponde a matorral inerme y la mayor cobertura de uso de suelo es agrícola con cultivos de maíz (observación realizada durante trabajo de campo).

Tabla 7

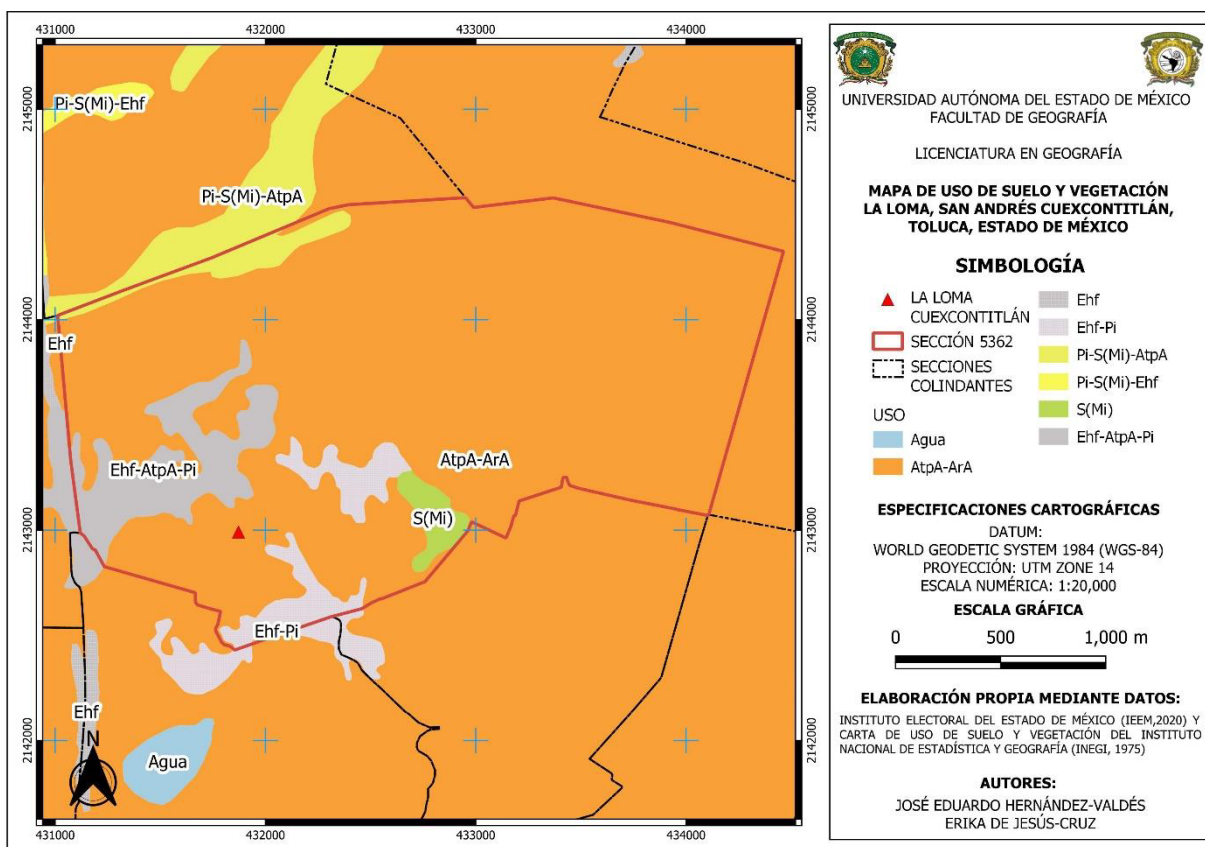
Especificaciones de las claves cartográficas del uso de suelo y vegetación de la Figura 13

Clave	Uso primario	Uso secundario	Uso terciario
AtpA-ArA	Agricultura de temporal permanente anual	Agricultura de riego anual	SN
Ehf	Erosión hídrica fuerte	S/U	S/U
Ehf-Pi	Erosión hídrica fuerte	Pastizal inducido	S/U
Pi-S(Mi)-AtpA	Pastizal inducido	Vegetación secundaria de Matorral inerme	Agricultura temporal permanente anual
Pi-S(Mi)-Ehf	Pastizal inducido	Vegetación secundaria de Matorral inerme	Erosión hídrica fuerte
S(Mi)	Vegetación secundaria de Matorral inerme	S/U	S/U
Ehf-AtpA-Pi	Erosión hídrica fuerte	Agricultura de temporal permanente anual	Pastizal inducido
Agua	Cuerpo de agua	S/U	S/U

Nota. El símbolo S/U corresponde a sin uso de suelo, elaborado por Hernández-Valdés (2022).

Figura 13

Uso de suelo y vegetación. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



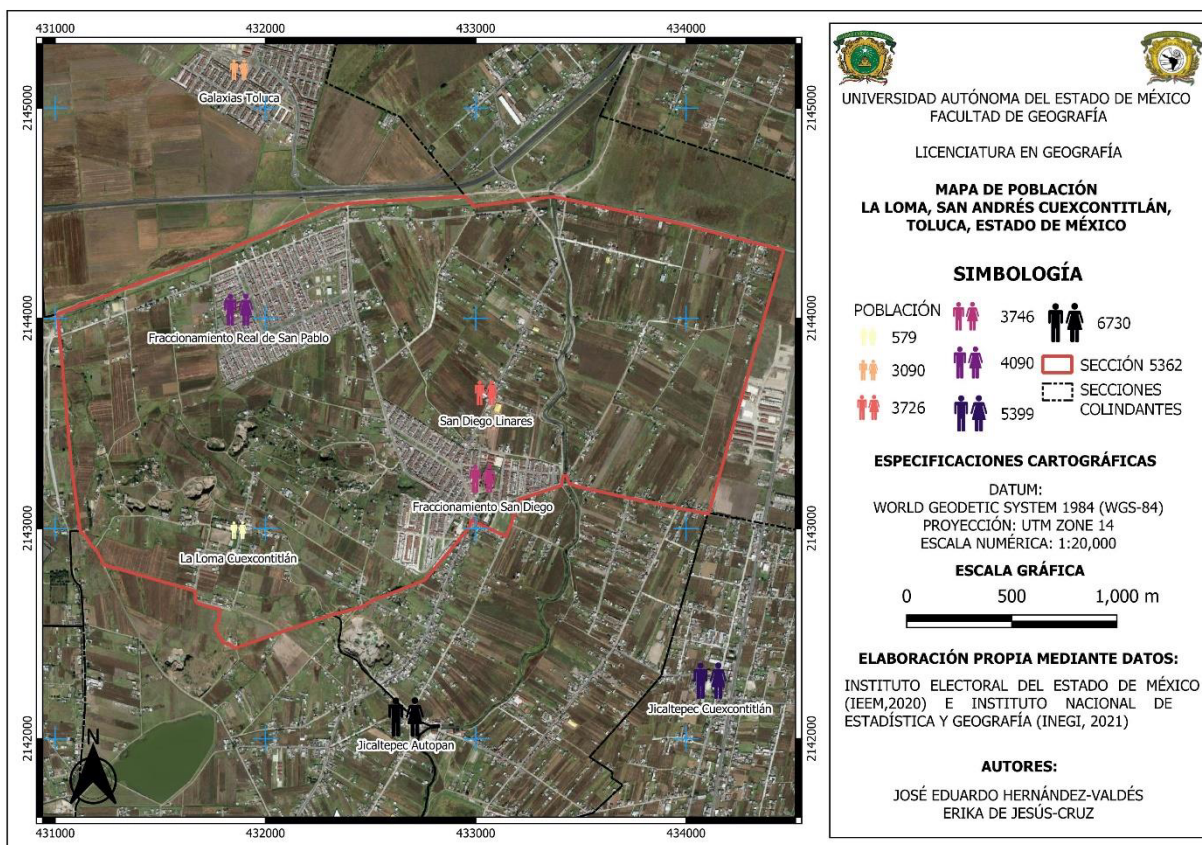
Nota. El mapa se complementa con la Tabla 7, en la cual se especifican las claves edafológicas. Elaboración propia mediante datos de IEEM (2020) e INEGI (1975).

4.8 Dimensión social

La población de La Loma Cuexcontitlán es rural, se localiza al norte del municipio de Toluca y pertenece a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. La Figura 14 representa la población total (579 personas), 298 mujeres y 281 hombres, conforme a los resultados por localidad (ITER) del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020). Al ser una comunidad rural étnica (Grupo Otomí), la estructura social y económica está basada en la familia. Su identidad, cultura y medios de subsistencia esta intrínsecamente vinculado al ambiente.

Figura 14

Población. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante datos de IEEM (2020) e INEGI (2021)

4.8.1 Grupos étnicos

Se conoce pueblos o comunidades indígenas a los grupos sociales y culturales distintos que comparten vínculos ancestrales colectivos con la tierra y los recursos naturales donde viven, ocupan o desde los cuales han sido desplazados (Banco Mundial, s.f.). La Comisión Nacional para el desarrollo de Pueblos Indígenas (CDI, 2005) señala que en México existen más de 12 millones de personas indígenas distribuidas en 20 mil localidades, en su mayoría rurales. En el Estado de México residen cinco pueblos indígenas, los mazahuas, otomíes, nahuas, matlazincas y atzincas (INEECC, 2012). En la localidad habitan familias otomíes. El 14 % de la población de más de 5 años es hablante de Otomí, equivalente a 81 personas de las cuales 47 son mujeres y 34 son hombres, 7 de ellas no hablan español, esto de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de (CDI, 2005).

4.8.2 Tradiciones y festividades

En cuanto a tradiciones, la población mantiene hábitos de origen español, criollo e indígenas heredadas entre las que destacan las festividades patronales, el cultivo de maíz y la actividad de labrado de piedra, esta última se ha convertido en una actividad comercial y tradicional importante para la comunidad ,ya que por lo menos el 20% de su población depende económicamente de ésta (Iracheta., 2019). Durante el año se realizan varias ceremonias celebradas en la capilla de la comunidad La Loma (Figura 15), como es el caso de las festividades navideñas, día de muertos, ceremonias a la Virgen de Guadalupe, día de la Santa Cruz y la Candelaria.

Figura 15

Capilla de La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Toma fotográfica en trabajo de campo por De Jesús-Cruz (2022).

4.9 Dimensión económica

Se conoce como economía al conjunto de todas esas decisiones de los individuos, empresas y gobiernos, que resultan en un gran conjunto de actividades interrelacionadas de producción, distribución y consumo, que definen como se distribuyen los recursos (Sevilla, 2022). En referencia a los sectores económicos, en el municipio de Toluca destaca el sector terciario con el 70.96% de las actividades; en 2011 el municipio registraba 39,411 unidades económicas, es decir, establecimientos comerciales, destacando los comercios al por menor con el 47.3% (IEEM, 2019). En cuanto a la Población Económicamente Activa (PEA) de la localidad (personas de 12 o más

años que realizaron algún tipo de actividad económica conforme al Censo de población y Vivienda, 2020), se registraron 233 personas, de las cuales 80 son mujeres y 153 son hombres, la población ocupada fue de 225 personas y solamente ocho buscaron incorporarse a algún empleo, en otras palabras corresponde a la población desocupada.

4.9.1 Infraestructura

De acuerdo con Marx citado por (Roldán, s.f.), la infraestructura es la base material de la economía e incluye todas las fuerzas y relaciones de producción. Ésta sostiene la estructura social incluyendo la cultura, literatura, religión, filosofía, el arte y la ciencia, junto con las instituciones políticas y jurídicas influyendo en su desarrollo. Por ejemplo, la infraestructura en transporte, obras hidráulicas o la provisión de energía son sólo algunos aspectos que incrementan directamente el bienestar de los hogares. En materia de transportes, hay dos líneas de transportes “Flecha Blanca” que conectan a la comunidad con otras localidades, y por supuesto, con la Central de Autobuses de Toluca. Para la distribución de alimentos básicos, las personas se trasladan a plazas aledañas a la localidad, la más cercana se ubica al Sureste en la capilla de Jicaltepec Autopan y las demás están en el centro de las delegaciones de San Andrés Cuexcontitlán, San Pablo Autopan y San Cristóbal Huichochitlán, o recurren a algunas de las tiendas mercantiles de la misma localidad, sólo un número mínimo de personas acude a la central de abastos de la ciudad de Toluca.

Respecto a la educación, la Subdelegación (La Loma) dispone de una escuela primaria (Gral. Emiliano Zapata) y un jardín de niños (educación preescolar). No hay escuelas de nivel secundaria y bachillerato, por lo que, los estudiantes deben trasladarse a otras localidades aledañas.

4.9.2 Servicios y Vivienda

La definición de vivienda digna es subjetiva hacia cierto punto, según la Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2010) estima que 1.96 millones de mexiquenses viven con carencias de calidad y espacios en su vivienda, basándose en un criterio formulado para clasificarlos de manera específica, valorando su calidad y espacio. Con relación a los servicios en los hogares de esta localidad no se tienen información precisa, sin embargo, por medio de trabajo campo se conoció que, la localidad tiene servicio de energía eléctrica, alumbrado público en calles principales y solo algunos hogares disponen de internet. La cobertura del servicio de agua potable ha disminuido en los últimos años, ya que, el tanque elevado que se ubica en la localidad, el delegado menciona que “*no funciona, por lo que, el agua se almacena en un depósito con el*

objetivo de abastecer a la Subdelegación”. El pozo que abastece al almacenamiento también proporciona servicio a otras localidades. En cuanto al servicio de drenaje, la mayoría de las viviendas disponen de este servicio, el cual está conectado con el drenaje público.

4.9.3 Desechos

Los desechos o residuos sólidos urbanos son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se usan en sus actividades diarias domésticas, ya sea de los productos que consumen o cualquier otra actividad dentro de establecimientos de la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, siempre que no sean considerados por esta ley como residuos de otra índole (SEMARNAT, 2017). La Loma Cuexcontitlán cuenta con servicio de recolección de basura en la calle principal, sin embargo, se desconoce el volumen de desechos generados y algunas calles no reciben este servicio, ya que, la infraestructura vial es de tipo terracería. De manera clandestina, algunas porciones de la estructura del cono volcánico local son utilizadas como tiraderos a cielo abierto, situación que provoca impactos. La actividad minera y artesanal también genera residuos de rocas (también se desconoce el volumen generado), sin embargo, estos son utilizados para rellenar las minas abandonadas o para rellenar los caminos por donde transita la gente y los vehículos.

Capítulo V. Resultados

5.2. Ritmo de extensión minera en un período de 40 años de la localidad

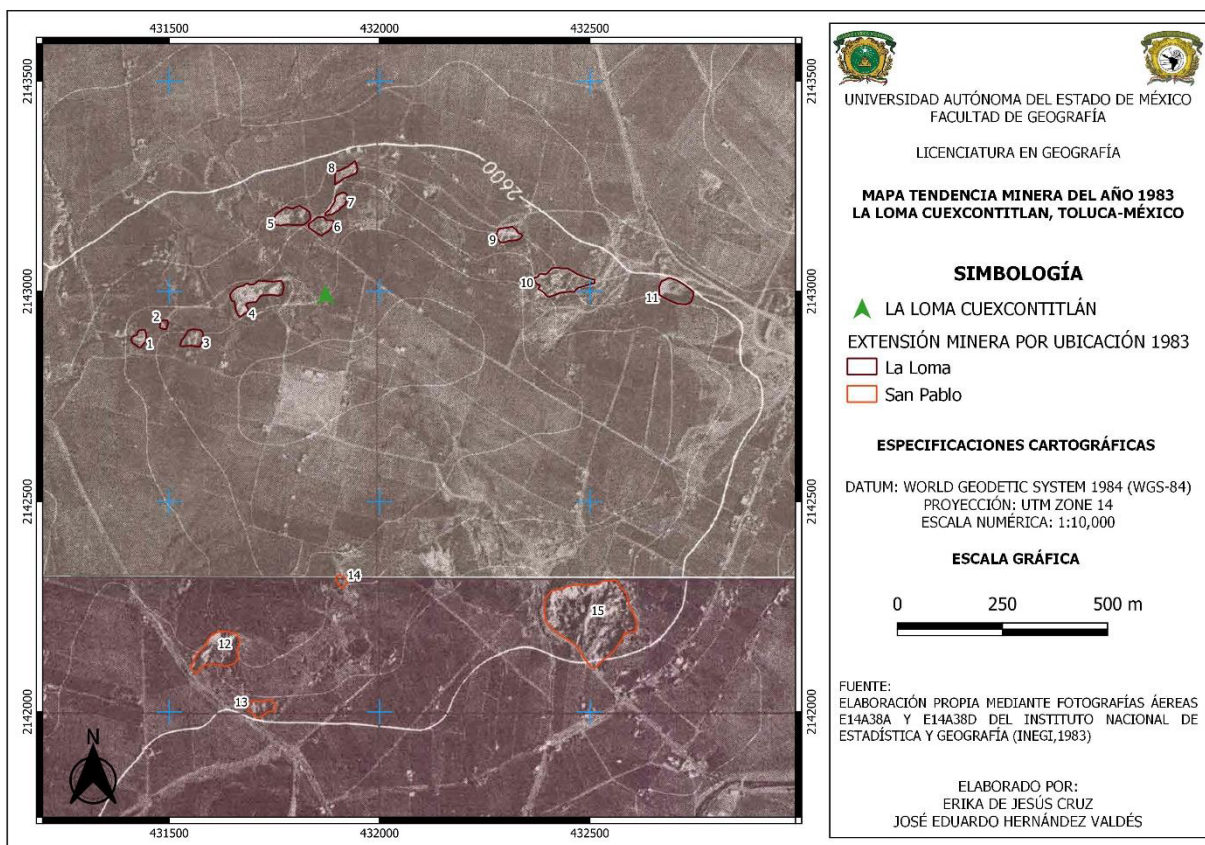
La dinámica de la actividad minera de la localidad se realizó mediante mapas de tendencia, es decir, moldear los posibles comportamientos de los bancos de material, esto a través de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), actividad complementada con criterios de observación y análisis espacial. El marco tendencial de La Loma Cuexcontitlán se desarrolló para los años 1983, 1993, 1999, 2017 y 2022. Los mapas realizados representan la delimitación con los polígonos, mostrando la ubicación de cada espacio de extracción y en los mapas se clasificaron en dos categorías; los que pertenecen a la zona de estudio (polígonos de color rojo) y los que corresponden con la Delegación San Pablo Autopan (polígonos de color naranja) (los límites colindan con el cono volcánico). Las fotografías aéreas e imágenes satelitales permitieron obtener información espacio temporal para el análisis de la localidad, sustentándose en forma, dimensiones, tonalidades, textura y sombras. El ritmo de extracción es dinámico, por lo que, a cada banco de material se le asignó un identificador (ID) y su respectivo número.

5.2.1 Tendencia minera 1983

En las fotografías aéreas INEGI (1983) se representan 11 polígonos con color rojo correspondientes a La Loma Cuexcontitlán, en donde se muestra la manifestación de extracción de recursos pétreos. Se observan cuatro sitios de color naranja con numeración 12, 13, 14 y 15 que pertenecen a la Delegación de San Pablo Autopan (Figura 16, Tabla 8). Las cuatro minas suman una superficie de 38,722 m², siendo la ID 15 la de mayor actividad (29,417.18 m²) mientras que la ID 14 posee la menor superficie (528.77 m²). Respecto al funcionamiento de las minas es pertinente precisar que el Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado (2017), en 1975 solamente tiene registró de la mina ID 15 con el nombre de “La Loma de San Blas”, por lo que oficialmente, las otras tres no existen.

Figura 16

Tendencia minera. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1983)



Nota. Elaboración propia mediante fotografías aéreas de INEGI (1983).

Tabla 8

Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México (1983)

ID	Área m ²	Perímetro (m)
15	29,417.18	674.23
12	6,903.59	356.91
13	1,872.46	175.17
14	528.77	85.82
Total	38,722	1292.13

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

En la Tabla 9, se indica que la superficie total de las minas de La Loma Cuexcontitlán es de 26,910.72 m², en donde se registra que la mina ID 10 tiene la mayor cobertura (5,864.4 m²), mientras que la mina ID 2 registra la menor superficie de 355.59 m² (en la tabla 9 se muestran datos de las 11 minas que pertenecen exclusivamente al territorio de la localidad de La Loma).

Tabla 9

Superficie y perímetro de minas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1983)

ID	Área m ²	Perímetro (m)
10	5,864.41	351.71
4	5,347.82	370.5
11	3,584.61	227.64
5	3,082.10	226.55
3	1,703.34	162.03
6	1,680.89	159.8
9	1,614.45	159.08
8	1,392.57	174.43
7	1,277.09	165.44
1	1,007.85	125.22
2	355.59	72.24
Total	26,910.72	2,194.64

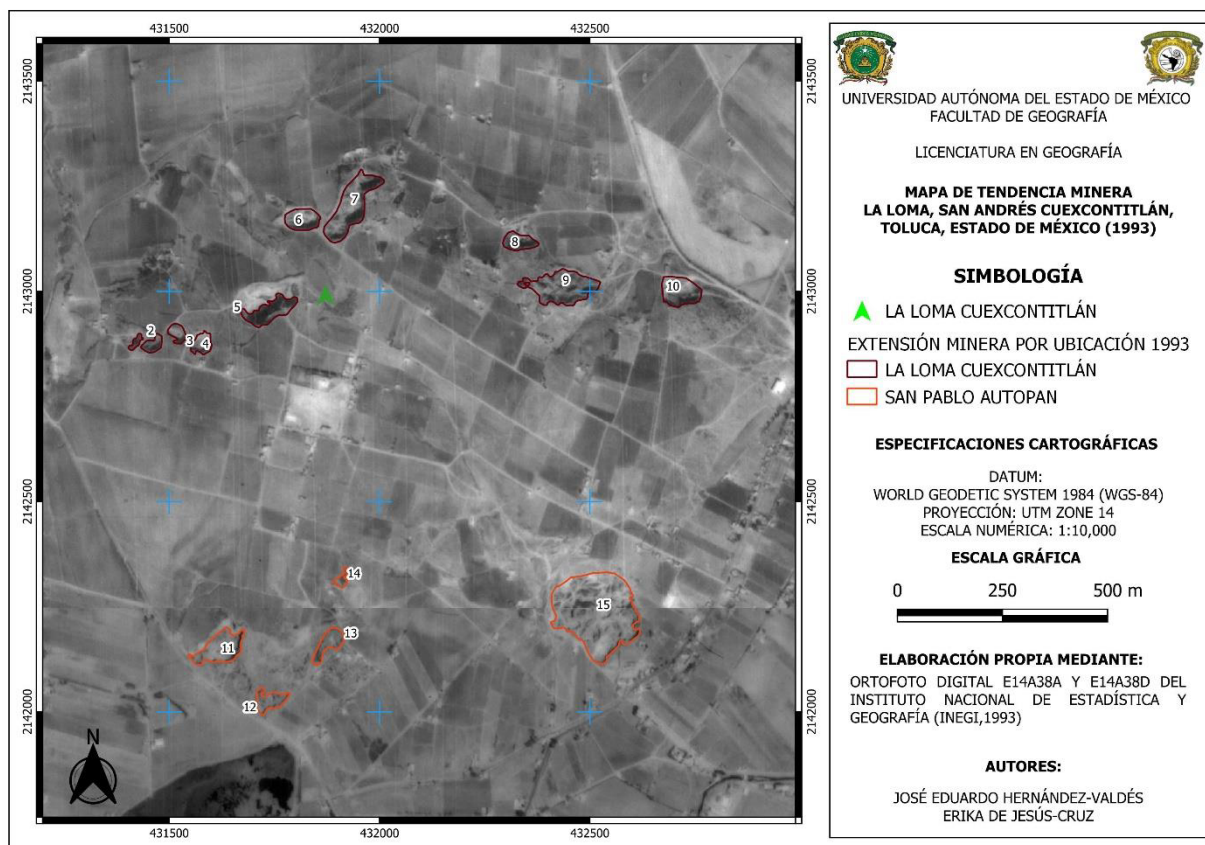
Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

5.2.2 Tendencia minera 1993

La Figura 17 muestra la tendencia minera para el año 1993, en donde se observan 15 sitios de extracción pétreo, 10 minas corresponden a La Loma Cuexcontitlán, y solamente cinco para la Delegación de San Pablo. Se observa que la Delegación de San Pablo Autopan incorporó una nueva fuente de extracción de menor superficie, la cual corresponde al ID 14 con 764.39 m², y como es notorio, la mina ID 15, continúa registrando la mayor superficie (30,682.62 m²/Tabla 10).

Figura 17

Tendencia minera. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1993)



Nota. Elaboración propia mediante ortofotos digitales de INEGI (1993).

Tabla 10

Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México (1993)

ID	Localidad	Área m ²	Perímetro (m)
15		30,682.62	755.73
11	San Pablo	6,153.30	397.35
13		2,901.40	262.36
12		2,657.00	270.45
14		764.39	145.19
Total		43,158.71	1,831.08

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

Para el año 1993, La Loma Cuexcontitlán incorporó una nueva fuente de extracción con (ID 1), con una superficie mínima de 556.98 m², mientras que la mina con mayor superficie corresponde a la ID 9, la cual registró 9,808 m. En este año de estudio (1993), la localidad de La Loma tenía una superficie minera total de 40,881.48 m², casi alcanzando la misma cobertura de extracción de la Delegación de San Pablo Autopan (43,158.71 m² / Tabla 11). La dinámica de la actividad minera es constante, para 1993 en San Pablo Autopan, la numeración de los identificadores de minas manifiesta un cambio, es decir, los ID se recorrieron del 14 al 15. Para el caso de La Loma, los identificadores se recorren entre 1 y 10, esto a diferencia con el año 1983, es decir, para 1993 el ID 2 corresponde al ID 1 del año 1983.

Tabla 11

Superficie y perímetro de minas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1993)

ID	Localidad	Área m ²	Perímetro (m)
9		9,808.00	550.00
7		9,771.00	500.13
10		5,272.10	279.46
5		4,762.80	386.92
6	La Loma	3,512.20	224.61
8		2,573.40	211.17
4		1,943.20	186.05
3		1,351.10	157.84
2		1,330.70	157.23
1		556.98	121.17
Total		40,881.48	2,774.58

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

La comparación entre 1983 y 1993 de La Loma, se representa en la Figura 18 (1983, parte inferior Izquierda) están ubicados los ID 1, 2, 3 y 4, no obstante para el año 1993, se incorpora el ID 1 (mencionado anteriormente), por lo que, en 1993 fueron cinco sitios de extracción registrados en la localidad, y que corresponden a los ID 1, 2, 3, 4 y 5. Otra situación muy significativa está en la parte superior de la imagen del año 1983, se identifican los polígonos 5, 6, 7 y 8, es notorio que el ID 5 mantiene la misma ubicación, pero con ID 6 en 1993, la extensión 6, 7 y 8 se combinan conformando el ID 7, lo cual generó que este ID permanezca en segundo lugar en superficie mayor en la localidad (9,771 m²).

Figura 18

Comparación de minas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1983 y 1993)



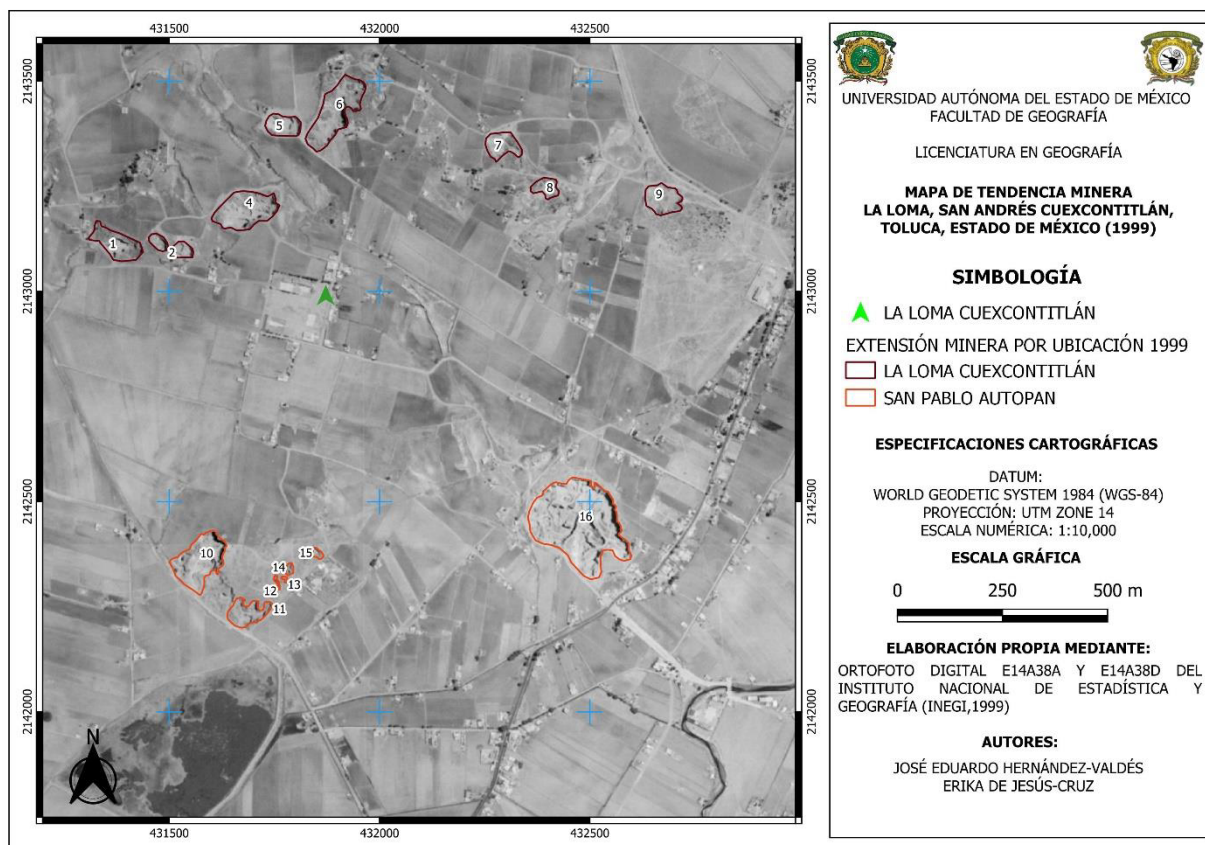
Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

5.2.3 Tendencia minera 1999

La Figura 19 muestra 16 espacios de extracción, nueve para la localidad La Loma Cuexcontitlán y siete para la Delegación de San Pablo. En la Tabla 12, la Delegación de San Pablo se visualiza que, el ID 16 tiene una superficie mayor de 35,761.26 m² correspondiente a la mina “La Loma de San Blas”, considerando que hay nuevas fuentes de extracción, el ID 13 tiene la menor cobertura con 129.86 m². Por otra parte, la Tabla 13 de la localidad La Loma, el ID 6 tiene la mayor superficie con 11,826.35 m² y el ID 2 la menor superficie (1,612.52 m²). En 1999 la superficie total minera para la Delegación de San Pablo Autopan fue de 52,613.09 m², a diferencia de La Loma cuya superficie fue de 45,843.79 m².

Figura 19

Tendencia minera. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1999)



Nota. Elaboración propia mediante ortofotos digitales de INEGI (1999).

Tabla 12

Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México (1993)

ID	Localidad	Área m ²	Perímetro (m)
16		35,761.26	863
10		11,127.44	468.04
11		4,498.24	347.16
15	San Pablo	454.79	86.79
14		427.11	79.7
12		214.39	84.4
13		129.86	51.79
Total		52,613.09	1980.88

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

Tabla 13

Superficie y perímetro de minas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1999)

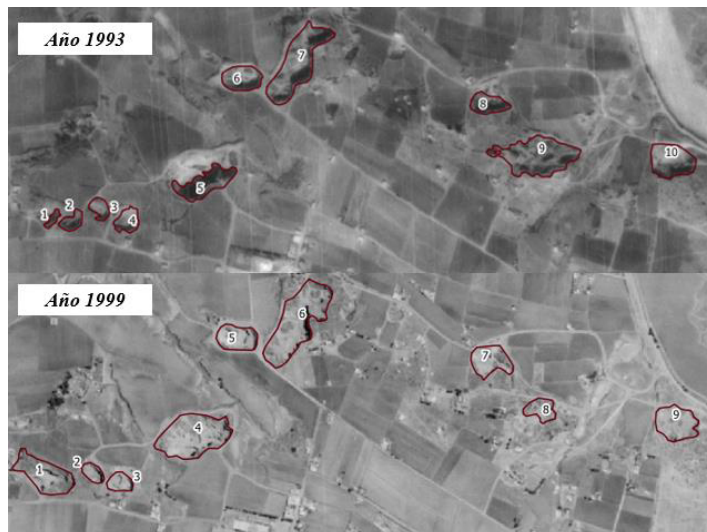
ID	Localidad	Área m²	Perímetro (m)
6		11,826.35	531.52
4		10,218.36	419.98
1		6,132.08	354.96
9		4,936.46	281.09
7	La Loma	4,003.31	267.19
5		3,622.25	232.75
8		2,196.58	201.58
3		1,612.53	153.2
2		1,295.87	136.64
Total		45,843.79	2,578.91

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

En la Figura 20 se visualiza que, la tendencia de 1993 de La Loma Cuexcontitlán los identificadores 1 y 2 para 1999 se unen conformando el ID 1, por esta razón, en 1999 se muestran solo nueve sitios, a diferencia de 1993, y en consecuencia la Delegación de San Pablo Autopan inicia con el identificador 10 y termina con el ID 16, debido a las nuevas fuentes de extracción (12, 13 y 14). Para 1993 el ID 9 en la localidad La Loma tiene una superficie mayor, a comparación de 1999 que se identifica con el ID 8, en trabajo de campo se verificó que la disminución de la cobertura se debe, a que en 1993 los asentamientos humanos ocupaban menos superficie, por lo que, el relleno de estas se evidenció y se considera que, al inicio de las minas, se obtuvo extracción de tierra para rellenos civiles.

Figura 20

Comparación de minas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1993 y 1999)



Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

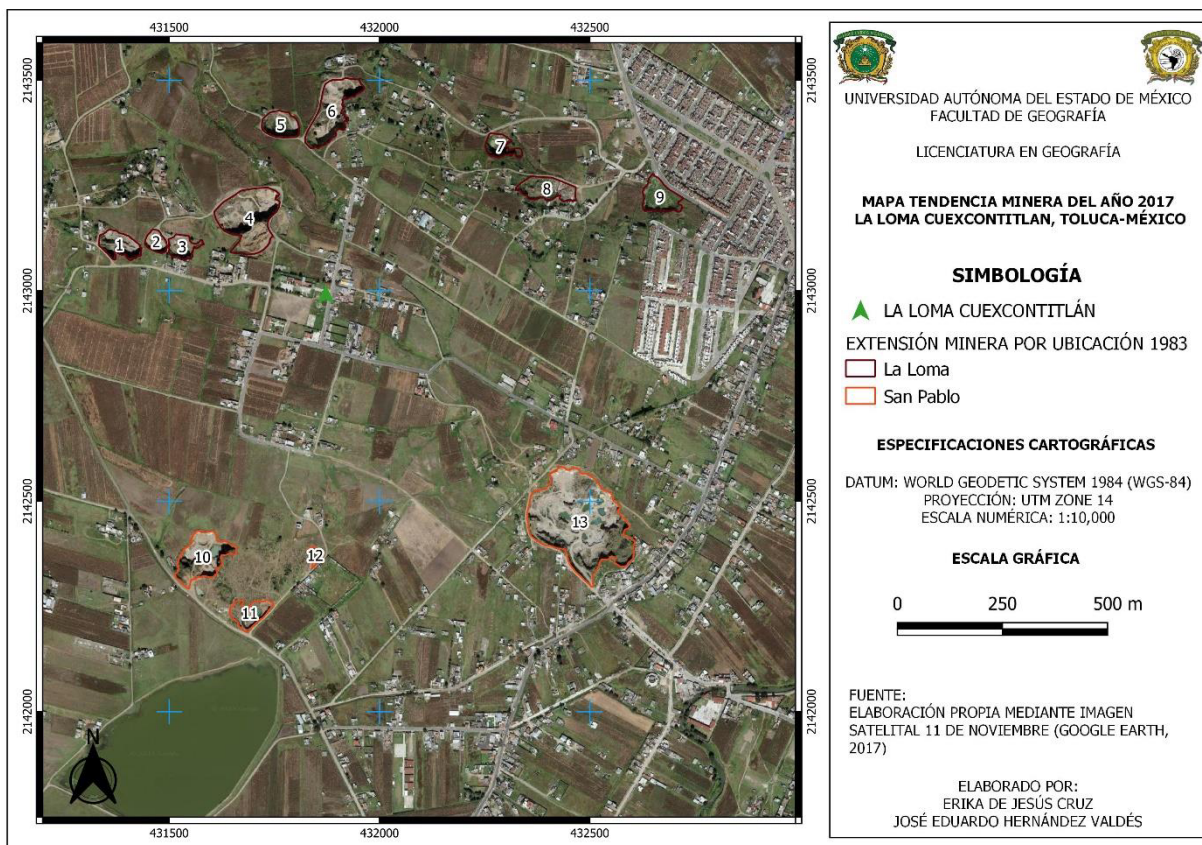
5.2.4 Tendencia minera 2017

En la Figura 21 se ubican 13 lugares de extracción, donde nueve corresponden a La Loma, y cuatro a San Pablo Autopan. En la Tabla 14 la mina “La Loma de San Blas” se identifica con el ID 13 con una superficie mayor de 42,360.61 m² y el ID 12 con la menor, 856.61 m². En la Tabla 15 se observa que en la localidad La Loma su cobertura mayor se identifica con el ID 4 de 16, 413.46 m² y el ID 2 con la menor superficie (2,052.58 m²). Para 2017 la localidad de La Loma tiene una superficie total minera de 56,604.34 m² y la Delegación de San Pablo, 58,291.23 m².

En 1999, los nueve identificadores de la localidad La Loma son los mismos para 2017, a diferencia de la Delegación de San Pablo Autopan, ya que para 1999, eran siete sitios con extracción y para 2017 solamente cuatro, esta situación posiblemente se debe a la unión de pequeñas minas o bien al desarrollo de vegetación en los sitios de extracción.

Figura 21

Tendencia minera. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (2017)



Nota. Elaboración propia mediante imagen satelital Google Earth (2017).

Tabla 14

Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México (2017)

ID	Localidad	Área m ²	Perímetro (m)
13	San Pablo	42,360.61	939.50
10		10,673.47	500.30
11		4,400.54	323.66
12		856.61	140.93
Total		58,291.23	1,904.39

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

Tabla 15

Superficie y perímetro de minas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (2017)

ID	Localidad	Área m²	Perímetro (m)
4		16,413.46	569.51
6		11,145.24	548.22
8		5,993.90	369.41
9		5,514.50	326.89
1	La Loma	4,736.66	309.81
5		4,542.05	252.53
7		3,138.78	289.64
3		3,067.17	270.04
2		2,052.58	168.96
	Total	56,604.34	3105.01
Sitios vigentes en 2022		38,889.99	1,849.03

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

En las minas con identificadores 7, 8 y 9 correspondientes a la localidad La Loma, la actividad de extracción fue nula por el desarrollo de vegetación, depósito de residuos de materiales de construcciones civiles para su posible relleno y por asentamientos humanos (Figura 22).

Figura 22

Desarrollo de vegetación y depósito de material en minas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (2017)



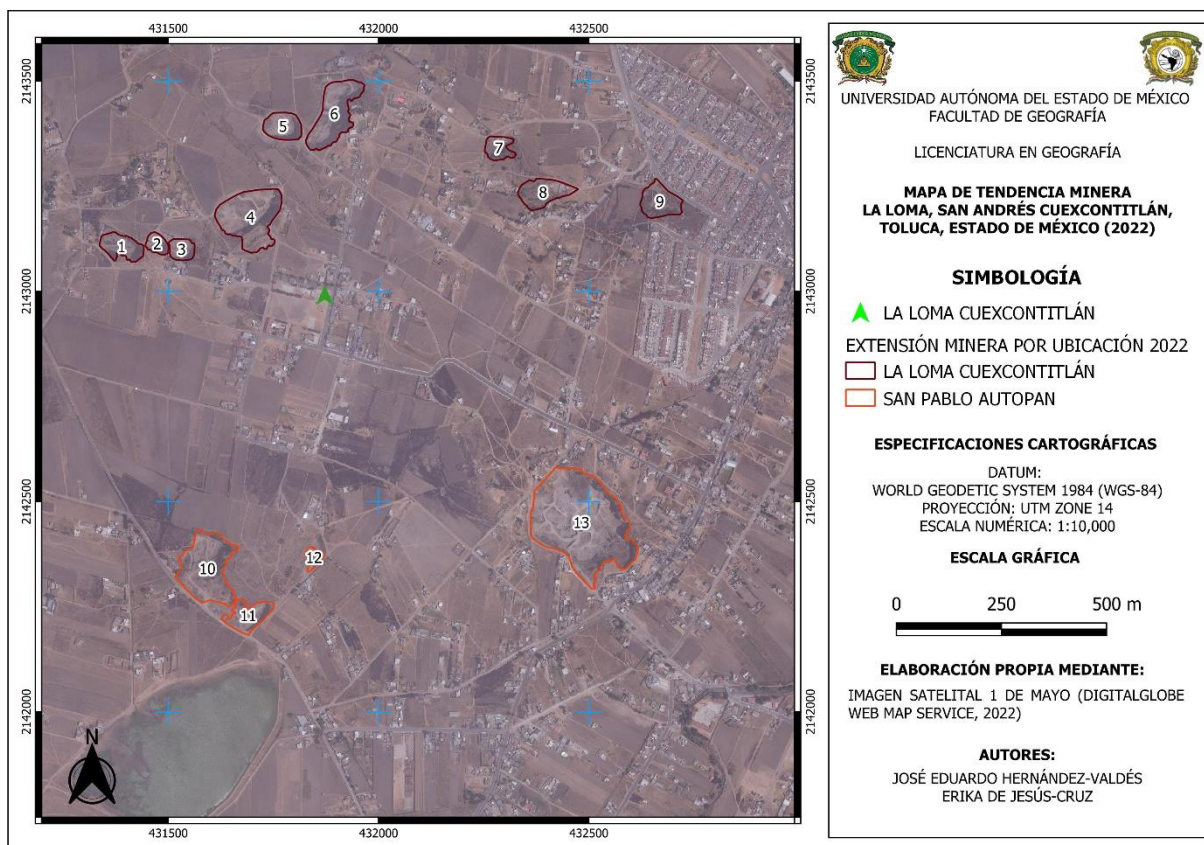
Nota. Depósito de materiales para relleno (Izquierda) y desarrollo de la vegetación (Derecha).
Elaboración propia mediante el uso imágenes satelitales por Hernández-Valdés (2022)

5.2.5 Tendencia minera 2022

Para el año 2022 se utilizaron imágenes satelitales del mes de mayo, se muestran los 13 sitios de extracción (Figura 23) que corresponden a nueve a la localidad La Loma con una superficie total de 58,129.65 m². En la Tabla 16, los sitios con extracción minera vigente son los ID 1, 2, 3, 4, 5 y 6 con una cobertura total de 39,863.71 m². El ID 4 muestra la mayor superficie de la localidad (16,080.54 m²), mientras ID 2 la menor superficie (2,038.43 m²). En trabajo de campo se identificó la constancia de extracciones de material en las diferentes épocas del año, siendo la época de lluvias, la más baja, posiblemente por las condiciones del clima; en otros sitios asociados con la elaboración artesanal se observó que, el material de su mina no favorece el tallado de productos pétreos, por ende, no la explotan y también se identificó una mina clausurada por incumplimiento de la norma NOM-023-STPS-2003 (ID 1 en la Figura 23).

Figura 23

Tendencia minera. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (2022)



Nota. Elaboración propia mediante imágenes satelitales de Digitalglobe (2022).

Tabla 16

Superficie y perímetro de minas. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (2022)

ID	Localidad	Área m ²	Perímetro (m)
4		16,080.54	543.38
6		11,969.1	533.89
8		6,373.02	347.43
9		6,074.46	315.77
5	La Loma	4,957.48	262.37
1		4,818.16	317.04
7		3,122.71	249.34
3		2,695.75	193.71
2		2,038.43	171.09
Total		58,129.65	2,934.02
Sitios vigentes en 2022		39,863.71	1,827.77

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

La Delegación de San Pablo Autopan representa las mismas cuatro zonas de extracción de material pétreo en comparación al año 2017. En la Tabla 17 se observa que la Delegación cuenta con una superficie minera de 68,615.31 m², el ID 13 mina “La Loma de San Blas” es la más representativa en mayor superficie (44,537.11 m²), mientras la ID 12 tiene la cobertura menor (856.61 m²).

Tabla 17

Superficie y perímetro de minas. San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México (2022)

ID	Localidad	Área m ²	Perímetro (m)
13		44,537.11	930.22
10	San Pablo	16,877.59	599.49
11		5,681.22	387.3
12		1,519.39	167.11
Total		68,615.31	2,084.12

Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

La comparación de superficies entre la Delegación de San Pablo Autopan y La Loma Cuexcontitlán se representa en la Tabla 18, donde se muestra la superficie total minera en los años 1983, 1993, 1999, 2017 y 2022.

Tabla 18

Superficies mineras. La Loma y San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México (1983 a 2022)

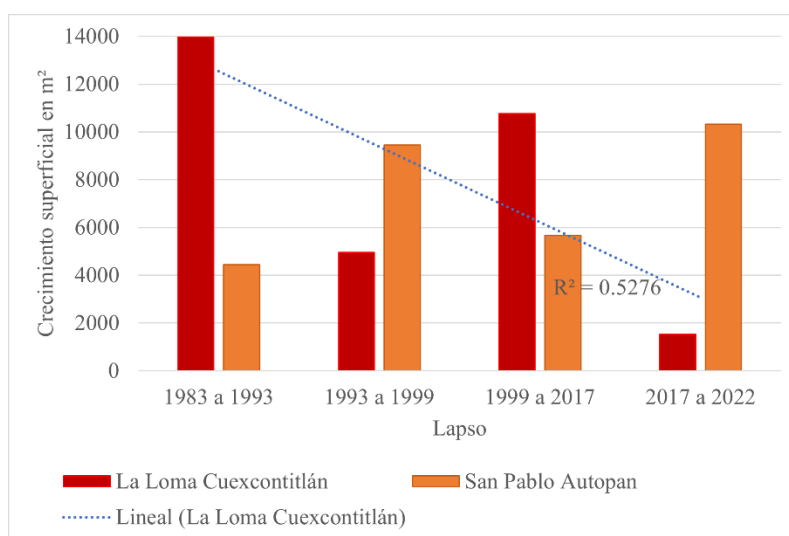
Localidad	Años				
	1983	1993	1999	2017	2022
La Loma Cuexcontitlán	26,910.72	40,881.48	45,843.79	56,604.34	58,129.65
San Pablo Autopan	38,722	43,158.71	52,613.09	58,291.23	68,615.31

Nota. Los datos de las superficies se muestran en metros cuadrados (m²). Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

En la Figura 24 se representa el coeficiente de correlación lineal ($R^2= 0.5276$) y como alude CIMEC, (s.f.) “un valor mayor que 0 indica que existe una correlación positiva. Cuanto más cerca de +1, más alta es la asociación. Un valor exacto de +1 indica una relación lineal positiva perfecta”.

Figura 24

Crecimiento superficial minera. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México (1983 a 2022)



Nota. Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

El ritmo de extensión en La Loma Cuexcontitlán tiene incremento y descenso superficial al paso de los años, teniendo como mayor extracción el lapso de 1983 a 1993 con casi 14 mil m² en 10 años, el lapso de seis y cinco años muestran incrementos menores de los 5 mil m², mientras que el lapso de 18 años en 1999 a 2017 representa el 10, 760 m². La Delegación de San Pablo Autopan tiene avances significativos en la extracción de recursos pétreos, casi duplicando la extracción de 1983 a 1993 con 4,436 m² en 2017 a 2022 con 10,324.08 m² este último en un lapso de cinco años (Tabla 19, Figura 24).

A través del análisis espacial de las diferentes imágenes aéreas y satelitales, el incremento o descenso es en consecuencia del abandono de sitios de extracción, es importante resaltar que la actividad minera es pendular entre Localidad y Delegación, este movimiento se refleja en la Tabla 19, por ejemplo, si en un lapso La Loma muestra un incremento, la Delegación tiene un descenso.

Tabla 19

Crecimiento de superficies mineras. La Loma y San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México (1983 a 2022)

Localidad	Lapso			
	1983 a 1993 10 años	1993 a 1999 6 años	1999 a 2017 18 años	2017 a 2022 5 años
La Loma Cuexcontitlán	13,970.76	4,962.31	10,760.55	1,525.31
San Pablo Autopan	4,436.71	9,454.38	5,678.14	10,324.08

Nota. Los datos de las superficies se muestran en metros cuadrados (m²). Elaboración propia por Hernández-Valdés (2022).

5.2.6 Minas con extracción de recursos pétreos en 2022

En 2022, La Loma Cuexcontitlán mantiene nueve sitios de extracción (seis en funcionamiento y tres en abandono), no obstante, la extracción en las minas ID 3 e ID 5 es de carácter temporal. En la Tabla 19 se caracterizan los seis sitios activos, así como el tipo de material de extracción:

Tabla 20

Características de las minas de extracción en 2022. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Mina	Perímetro (m)	Altitud máxima (msnm)	Altitud mínima (msnm)	Profundidad (m)	Materiales
1	317.04	2,624	2,605	19	Industrial y artesanal
2	171.09	2,629	2,616	13	Industrial y artesanal
3	193.71	2,637	2,624	13	Industrial
4	543.38	2,644	2,603	41	Industrial y artesanal
5	262.37	2,619	2,600	19	Industrial y artesanal
6	533.89	2,628	2,597	31	Industrial y artesanal

Nota. La elevación mínima y máxima se muestran en metros sobre el nivel del mar (msnm).
Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

La mina ID 3 de la localidad La Loma Cuexcontitlán (Figura 25), es propiedad de cuatro hermanos dedicados al tallado de la roca, también realizan extracción de recursos pétreos pero su mina no favorece para el uso artesanal, misma que, es solamente explotada cuando existe demanda, el informante clave menciona que *“han dejado de extraer desde hace tiempo por cuestiones de riesgo, ya que sus viviendas estan aledañas”*. La observación en trabajo campo permitió corroborar el desarrollo de la vegetación en la mina, también se apreció que en efecto se extrae el recurso parental en una porción mínima de la mina (lejos de las viviendas), la extracción de material se realiza entre noviembre y diciembre.

Figura 25

Minas con extracción en 2022. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado México



Nota. Elaboración propia mediante imagen satelital de Digitalglobe (2022).

5.2.7 Mina regularizada en Jicaltepec, San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México

En la Figura 26 se muestra la mina de “La Loma de San Blas” perteneciente a la localidad de Jicaltepec, Delegación de San Pablo Autopan. En 2022 esta mina era la única registrada por el IFOMEGEM, su mineralogía está constituida por andesitas, feldespatos potásicos, hematita, feldespatos maficos, vidrios y óxido de hierro. Los basaltos se presentan en forma diseminada y en vetillas.

Figura 26

Mina regularizada “La Loma de San Blas”, Jicaltepec, San Pablo Autopan, Toluca Estado de México



Nota. Toma fotográfica en trabajo de campo por De Jesús-Cruz (2022)

5.3 Procesos de extracción, transformación y comercialización de los recursos pétreos

La cantera³ se caracteriza por ser una explotación al aire libre, donde los trabajos de extracción quedan representados por las huellas dejadas sobre la piedra explotada a base de pólvora por el hecho de haberse detenido en pleno proceso (Orfila, et al., 1996). En este apartado se presenta la descripción de la actividad minera con énfasis en la producción artesanal y materiales de uso industrial no metálico de la roca basáltica en La Loma Cuexcontitlán. En la carta geológica de INEGI (1975), la localidad de estudio se encuentra sobre rocas ígneas basálticas (dato verificado en trabajo de campo, Figura 27). El basalto es una roca negra que lleva fierro Huang-Walter (1968) citado por SGM (2021), es de color gris oscuro a negro, generalmente de grano fino o bien vitrea, con cavidades de burbujas redondas y alto contenido en hierro se encuentra conformado por plagioclasa, piroxeno y olivino, este último no siempre esta presente, en ocasiones contiene cantidades menores de cuarzo, lo cual le confiere una dureza de 5 a 6 en la escala de Mosh.

³ Operación en minas de extracción de piedra, generalmente a cielo abierto utilizando maquinarias o explosivos. Se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridos (USEPA, 2021)

Figura 27

Roca basáltica. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

De acuerdo con información del Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México y antecedentes hemerográficos de las zonas de extracción, la mineralogía esencial en la localidad de La Loma está conformada de andesina, feldespato potásico y hematita abundante, con minerales secundarios de augita, augita egrinica, cloroapatito opaco.

Para lograr exponer los procedimientos, materiales y métodos se realizó investigación de campo, considerando informantes clave que permitieron conversaciones directas con la actividad minera de la localidad La Loma Cuexcontitlán.

¿Cómo se inicia una mina? con esta pregunta se conocieron los métodos que se emplean, las herramientas, destino del material extraído, así como la manufactura, técnicas y procesos de la roca para su comercialización.

El paisaje que muestra la localidad indica un desarrollo de minas a cielo abierto. En cuestión del cómo se ha iniciado el desarrollo de esas minas se manifiesta que: *“Comenzar con una mina no es sencillo”* así lo asegura un informante clave, quien narra el comienzo de la mina localizada en la parte lateral de su vivienda; al ver en su entorno el desarrollo de la mina de San Blas, fue su padre quien comenzó la extracción para realizar molcajetes, *“optó por cavar un hoyo, con pico y pala escombraron el terreno, trabajaron hasta encontrar la piedra dura con*

dimensiones mayores”. A partir de ese momento comenzaron las explosiones con “Cañuela”, material parecido a un hilo relleno de pólvora, que era introducido en el agujero hecho previamente con el barrote, se terminaba de rellenar con “tierra bofa” que evitaba que se apagara la mecha. Se encendía y se retiraban para evitar accidentes.

5.3.1 Extracción de recursos pétreos

Los recursos naturales pétreos de la localidad propician una explotación artesanal e industrial, es decir, con características ornamentales y materiales de construcción, mientras que, para el uso artesanal son productos de molienda y esculturas. Para extraer el material parental comienza cuando se identifica la roca con mayor volumen, ya que, esta es aprovechada al máximo, al igual que, la pólvora utilizada para detonar, fracturar y obtener variedad de bloques. Los materiales extraídos poseen diferentes características y se destinan a diferentes actividades.

5.3.1.1 Zonas de extracción

El aprovechamiento del material pétreo se rige por las dimensiones de la roca, por tal razón se aprovecha al máximo el recurso. Las zonas de mayor explotación son los sitios planos o con alturas menores a dos metros, esto debido a que, el proceso es sencillo, no obstante, en las alturas se utilizan lazos con la finalidad de amarrar la punta del barreno, y con otro lazo se sujeta a la cintura a la persona para realizar dichos procesos y evitar caer. Algunas veces la ubicación del sitio de extracción influye por el tipo de energía aplicada para la perforación y la técnica de voladura.

5.3.1.2 Perforación de la roca

La perforación a los bloques rocosos grandes se realiza un orificio con diámetro de 4.5 a 5 cm y una profundidad de 60 a 80 cm, apoyados de un barreno (Figura 28). La longitud de la profundidad se relaciona con el tamaño de la roca y en algunos casos se ocupa más de un orificio para la voladura. La abertura de la roca se ubica donde no hay grietas o fracturas de lo contrario, la pólvora se deslizará al fondo provocando una voladura fallida. Hay dos barrenos que son rentados con movimientos pendulares en la localidad La Loma y en San Pablo Autopan, cada trabajador barrena la roca de donde se pretende extraer material.

Figura 28

Perforación de la roca. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

5.3.1.3 Asignación de la pólvora

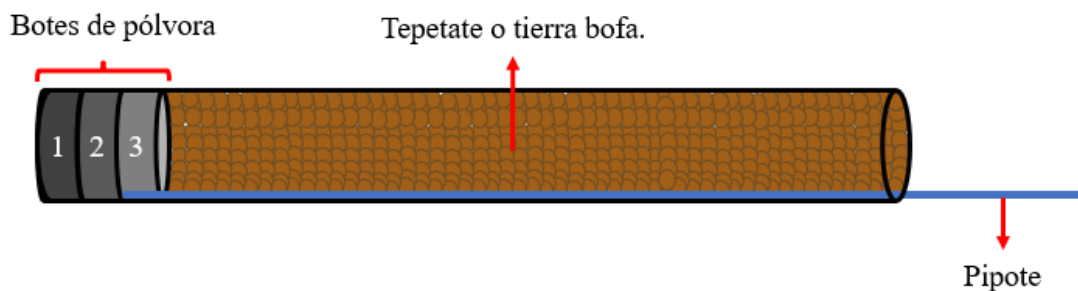
Los mineros pueden limpiar o no el polvo en el orificio barrenado, el uso de explosivos en minas a cielo abierto tiene características primordiales para el proceso de voladura, los explosivos se componen de una mezcla de sustancias en estado sólido o líquido, los cuales provocan una descomposición rápida y violenta, dando por resultado una conversión a grandes volúmenes de gas (Félix, s.f.). La pólvora se utiliza como explosivo por locatarios, Structuralia (2021) señala que se compone de carbono, azufre y nitrato potásico.

La cantidad de pólvora en el orificio se hace con base a botes (Figura 29), anteriormente se utilizaba la “cañuela” para transmitir el fuego a la pólvora. Félix, (s.f.) afirma que la cañuela también es conocida como mecha de seguridad o mecha de mina. Es el medio a través del cual se transmite la flama para hacer estallar la carga explosiva y se compone por un núcleo de pólvora negra, cubierta por varias capas de materiales textiles, asfálticos, plásticos e impermeabilizantes para proporcionar protección contra la abrasión, el maltrato y la contaminación por humedad (p. 19-20). Los mineros han creado su propio método asemejándose a una cañuela, lo cual, consiste en hacer una mecha con pipote de pólvora (Figura 30, No. 2) dado que, el sitio en el cual se adquiría la cañuela fue prohibida su venta y como consecuencia el informante menciona “antes de los

pipotes se utilizó el cartón de las bolsas de cemento, se colocaba un alambroón recto para enrollar el cartón y tener la forma de los pipotes, ya cuando salieron los pipotes se nos hizo más sencillo utilizar estos”.

Figura 29

Asignación de la pólvora. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

Figura 30

Accesorios para asignar la pólvora. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. La numeración corresponde a cada accesorio y actividad; 1. Bote de pólvora, 2. Pipotes con pólvora, 3. Barreta de acero, 4. Trozos de tepetate y 5. Uso de la barreta para compactar la pólvora asignada y el tepetate. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

Se asignan tres botes de pólvora, al introducir el primero se compacta con una barreta, ejerciendo presión ligera (longitud de un metro y un diámetro de tres cm) de mismo modo para el segundo bote, al término de éste, se introducen los pipotes con pólvora pegado a la roca y con ayuda de capas de tierra “bofa” o tepetate ésta última es para evitar que corte el pipote con pólvora sin presionar para evitar que se ahogue el fuego y no encienda. Se ocupan distintas longitudes de mecha de pipote para que el minero (cantero) pueda refugiarse de las voladuras de rocas, el proceso de transmitir el fuego a la compactación de la pólvora tiene una duración de 5 minutos, la longitud de mecha que sale del barrenado es de 10 a 15 cm.

5.3.1.4 Refugio y voladura

La distancia y lugar de refugio para el minero depende del sitio de explotación o voladura, la cualidad principal para decidir donde refugiarse, se asocia con el tipo de voladura, cuando la perforación de la roca es vertical, las rocas tendrán una voladura hacia arriba y cuando el barrenado está en horizontal, entonces las rocas tienen una dirección lateral. En tipos de voladuras verticales los trabajadores se salen de la mina o bien se alejan de la zona, mientras que, en la horizontal (normalmente en paredes de la mina) se refugian del lado opuesto a la voladura, es decir, si la voladura será a la izquierda se ubican a la derecha alejándose del punto de extracción, se reitera que esto depende del lugar de extracción, lo visto en trabajo de campo es el retiro de los mineros para evitar accidentes.

5.3.1.5 Carga

Se realiza en vehículos de carga pesada conocidos como volteos de tipo torton tradicional, las capacidades de carga se someten al tipo de viaje adquirido por el comprador, categorizan tres formas: huacal, aventado y acomodado (Tabla 20), es importante resaltar que el acomodado de cada tipo de carga se realiza entre tres o cuatro personas como mínimo, para realizar la actividad y evitar un peso desmedido a un minero, entonces la carga se hace en parejas, con excepciones de trozos menores.

Tabla 21

Cargas de bloques pétreos. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Tipo de carga	Viajes de bloques (uso industrial y artesanal)
Huacal	Se caracterizan mayores huecos en el acomodado de las rocas.
Aventado	Las rocas son aventadas y se acomodan conforme haya caído.
Acomodado	Se acomodan las rocas de forma que la capacidad de estos sea mayor.

Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

5.3.1.6 Equipo de protección personal (EPP)

El punto de vista prospectivo de la actividad minera se enfoca en la salud, así como la seguridad del trabajo. S. Mitchell y S. Mitchell (2012) consideran que, a cielo abierto el equipo de protección personal (EPP) es “casco, botas con puntera de acero, protección para los oídos, guantes, gafas y mascarilla contra el polvo”. Los mineros en la localidad La Loma Cuexontitlán no utilizan equipo de protección, debido a que, son costosos y el tipo de minería es pequeña⁴, además de, no contar con un proyecto de explotación por parte de empresas mineras. En trabajo de campo, los mineros manifestaron que, no cuentan con el apoyo económico y gubernamental para adquisición de equipo de protección. Al ser un tipo de extracción en minas pequeñas, a lo largo del tiempo se ha omitido el uso del equipo, solo algunos tienen botas con puntera de acero y se ha remplazado la mascarilla por paliacates (pañuelos de tela), así como el uso de tapones auditivos, y sólo algunos utilizan una faja en la cintura para realizar la carga.

5.3.2 Transformación de recursos pétreos

La manufactura de los productos pétreos provenientes de las minas en la localidad se divide en dos: para la construcción (mamposterías, cimientos, acabados, etc.) y productos artesanales enfocado en productos de molienda (molcajetes-tejolotes, metates-metlapiles) y esculturas.

5.3.2.1 Selección de la roca

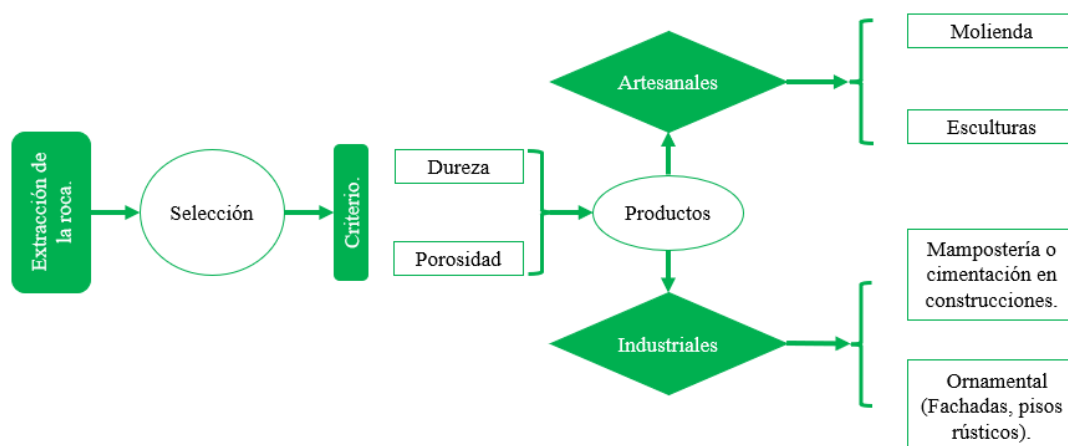
Para las personas vinculadas a la mina es fundamental contemplar las características de la roca para su uso (Figura 31). En primera instancia, se selecciona la roca mediante el criterio de resistencia, es decir, que tan complicado es fracturar el material rocoso en bloques, se clasifican

⁴ Jennings (2012) menciona que existe falta de inspección y control en este tipo de minería.

en tipo de dureza (alta y baja), la roca basáltica de color negro tiene una dureza alta, mientras que la roca de color gris tiene dureza baja, sin embargo, hay roca gris con alta dureza, para productos artesanales y los bloques con mayor dureza son utilizados para edificaciones. Existen productos artesanales con gran dureza como lo es el basalto de color oscuro, llamado localmente como “piedra negra”. Otro criterio para definir el uso del material pétreo es la porosidad de la roca.

Figura 31

Criterios para determinar el uso final de la roca (artesanal e industrial). La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

5.3.2.2 Productos artesanales

Los lugares de extracción de recursos pétreos para la elaboración de productos artesanales se clasifican en dos: zona local y zonas adyacentes, la primera se refiere a las minas caracterizadas con extracción de recursos pétreos en 2022, mientras que, la segunda está orientada a las localidades aledañas a la Localidad, así como para el material extraído de otros municipios (Ixtlahuaca). Los criterios que se manejan para elaborar productos artesanales son la dureza y la porosidad. Los artesanos de la localidad La Loma Cuexcontitlán no usan algún tipo de Equipo de Protección Personal (EPP), solo algunos utilizan lentes de seguridad para evitar exponerse a partículas de la roca y que afecte la vista, dado que, les impide continuar con su jornada de trabajo y para el polvo se utiliza un pañuelo de tela.

5.3.2.3 Lugar de elaboración

El destino final de la extracción de recursos pétreos para productos artesanales es hacia los patios de las viviendas de los artesanos, algunos de ellos prefieren realizar la manufactura en la mina, los informantes clave, mencionan que “*anteriormente se veía con mayor frecuencia esta acción*”. Ahora para definir el lugar en donde se manufactura la roca, se considera la palabra “taller”, de acuerdo con Clark citado por Blanco (2019) lo define como “lugares delimitados donde los artesanos regularmente llevan a cabo algunas actividades específicas para hacer productos también especializados para venta o intercambio” (p. 125). En esta localidad los talleres están dispersos, pocos se encuentran justo en las fuentes de extracción, construidos con el mismo material que manejan (Figura 32, Izquierda), la mayoría de éstas se ubican en patios de los domicilios de artesanos que han aprovechado los recursos naturales para su beneficio (Figura 32, Derecha) usando la sombra que proporcionan los árboles y no ser afectados en su trabajo cuando el pronóstico de tiempo no les favorece, principalmente cuando llueve. Otros han diseñado su taller con los trozos de roca con el apoyo de madera colocan un techo cubierto con lonas ó plástico.

Figura 32

Talleres artesanales. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Artesanos han aprovechado el espacio de los árboles para la obtención de sombra. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

5.3.2.4 Características de los productos de molienda

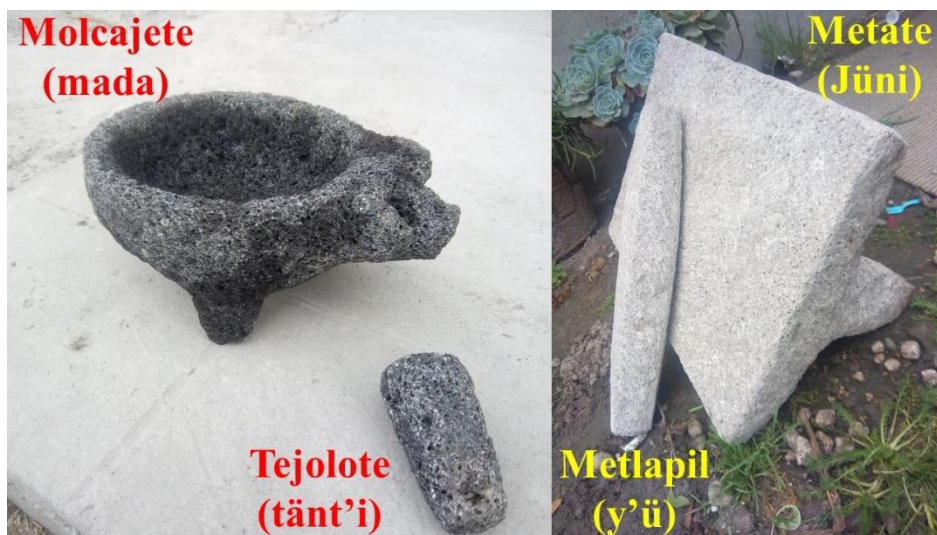
Para entender el significado de los productos de molienda se contextualizan sus características principales. El utensilio de molienda artesanal consiste en un artefacto dual, es decir, se complementa de una parte pasiva, ésta soporta el producto. También se relaciona entre macho-hembra, el recipiente convexo hace referencia a hembra, mientras, la parte que muele se refiere a macho (Rodríguez-Yc, 2013 y Sotomayor, 2015). La caracterización se realizó haciendo énfasis en los productos hembras o pasivos (molcajete y metate) y machos o activos (tejolote y metlapil).

El molcajete en otros países de habla hispana se conoce como mortero y el metate como molino de origen náhuatl (Molina citado por Rodríguez-Yc, 2018, p. 55). El molcajete es propicio para la elaboración de salsas o trituración de condimentos para preparar comidas, tiene formas: a) circular, b) rectangular y c) cuadrangular. Rodríguez-Yc (2018) manifiesta que, existen dos formas del metate: rectangulares y ovaladas de superficie abierta o cerrada, y dice que, a lo largo del tiempo el metate ha sufrido cambios en su morfología con la finalidad de triturar/moler la gramínea para el consumo. La forma del molcajete y metate se caracterizan por tener o no soportes, generalmente, los metates tienen una inclinación (desnivel).

En la localidad La Loma Cuexcontitlán se elaboran molcajetes de forma circular con un borde (ceja o simulando el rostro de un cerdo) y con tres soportes, el metate tiene forma rectangular, ligeramente cóncava con tres soportes que producen una ligera inclinación, de acuerdo con Long (2008) es para facilitar la molienda. En lengua Otomí se nombra al molcajete como “nada”, al tejolote “tānt’i”, al metate jüni y al metlapil “y’u” (Figura 33).

Figura 33

Productos de molienda. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

El tejolote tiene forma de cono truncado y cilíndrico su denominación es origen náhuatl y también es nombrado mano de mortero, ya que, el tamaño es proporcional a la palma de la mano. El metlapil en el dialecto hispano es llamado como mano, el tamaño está asociado con el ancho del metate, puede o no rebasar el tamaño, puesto que, el usuario ocupa las dos manos para moler, aunque también se reconocen dimensiones pequeñas en el cual sólo se utiliza una mano. En la localidad de estudio, las formas del metlapil son rectangulares, ovaladas, lenticulares y planos convexos. Los productos artesanales principales son los molcajetes/tejolotes y metates/metlapiles. Enseguida se presenta la caracterización, la cual incluye las herramientas que se ocupan, así como la forma y técnicas de elaboración. La manufactura de la roca de color gris es de las mismas zonas explotadas, sin embargo, también se hacen productos de molienda con roca basáltica negra.

5.3.2.5 Proceso de fracturación de la roca en bloques

La elaboración del artefacto de molienda empieza con la fracturación de la roca en bloques, utilizando la herramienta conocida por los mineros como “picadera⁵ grande” o “mazo limpio”. El

⁵ Picadera: herramienta de mano con forma de martillo, pero con mayor tamaño, que sirve para golpear o percutir materiales.

aprovechamiento del recurso parental inicia con golpes a la roca. De las rocas de mayores dimensiones se obtienen de dos a tres bloques y las rocas de menor dimensión se utilizan para la elaboración de tejolotes y metlapiles. El conocimiento empírico que tienen los artesanos al fracturar la roca se refleja en la identificación de las microfracturas, esto mediante la observación de la roca (a las microfracturas se les conoce como “hilos”) (Figura 34, Derecha). En otras investigaciones a los “hilos” se les denomina “vetas”. Para aprovechar al máximo el recurso pétreo, los artesanos fracturan la roca en bloques, guiándose por las microfracturas, para evitar la ruptura del artefacto en procesos posteriores.

Figura 34

Fractura artesanal de la roca. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca Estado de México



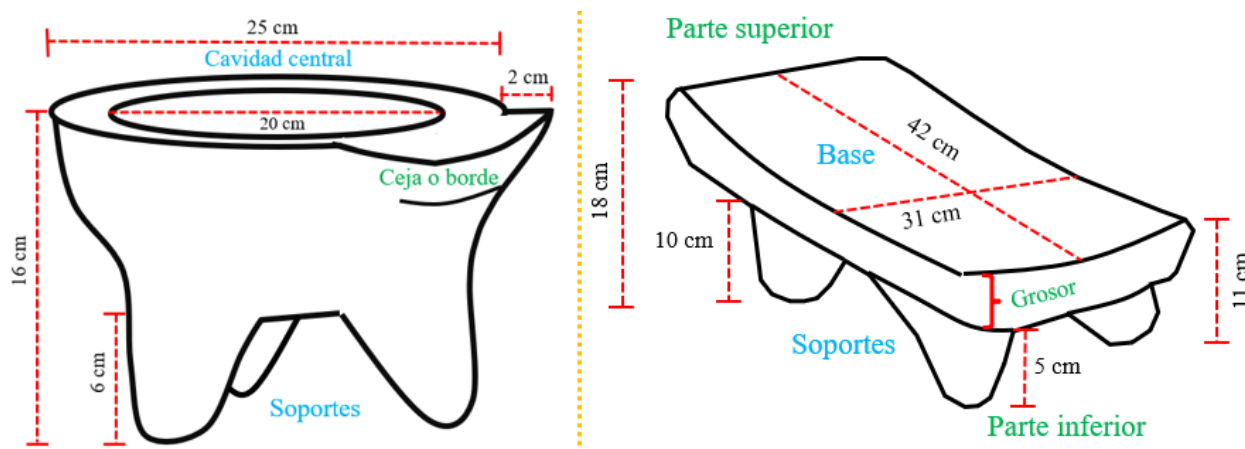
Nota. Proceso de fracturación de la roca en bloques (proceso conocido como “rajar”) (Izquierda). Microfracturas o hilos de la roca (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

5.3.2.6 Proceso de preforma del molcajete y metate

Las medidas convencionales en la forma del molcajete y metate son distintas por las preferencias de los clientes, en la Figura 35 se presentan las medidas habituales por artesanos de la localidad La Loma Cuexcontitlán.

Figura 35

Medidas convencionales del molcajete y metate. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

El moldeado del molcajete inicia con un bloque de 27 x 17 cm. Los artesanos utilizan las manos “una cuarta” para determinar las dimensiones de los molcajetes (Figura 36, Izquierda). Después de obtener el bloque y con la ayuda de una picadera de menor tamaño se realiza la técnica preforma o macheteada (Figura 36, Derecha), la cual consiste en realizar la circunferencia del molcajete, en donde se incluye una ceja o borde de 2 cm y en el caso de un molcajete con trompa de cerdo, entonces se incluirán entre 7 y 8 cm (Figura 37, Izquierda). La preforma obtenida depende de las preferencias de los clientes, con mayor preferencia el molcajete con ceja. Los molcajetes tienen tres soportes de 6 cm. Las medidas convencionales para la preforma del metate dependen de las preferencias de los clientes, la forma habitual tiene tres soportes (uno de 10 cm en la parte superior y dos de 5 cm en la parte inferior, Figura 37, Derecha). Los soportes generan una inclinación de la base del metate para que la molienda sea cómoda y fácil. La base del metate mide 42 x 31 cm, con un grosor en la parte superior de 8 cm y en la parte inferior 6 cm.

Figura 36

Medida convencional “una cuarta” y proceso de forma del molcajete. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Medida convencional “una cuarta” (Izquierda). Macheteada de un molcajete (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

Figura 37

Preforma del molcajete y metate. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Preforma del molcajete con trompa de cerdo (Izquierda). Preforma del metate (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

5.3.2.7 Proceso de excavar y redondear en los molcajetes

Para excavar y redondear los molcajetes se utiliza el mazo y cincel delgado. El mazo es utilizado para golpear el cincel (Figura 38, Derecha) y de esta manera picar la cavidad central del molcajete, se redondea la circunferencia, incluyendo la ceja o trompa de cerdo en el borde. Los pies son utilizados para la sujeción y rotación (movimientos circulares) del artefacto (Figura 38, Izquierda) y ocasionalmente se hace la rotación del artefacto con las manos.

Figura 38

Proceso de “excavar y redondear” en el molcajete. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

5.3.2.8 Proceso de preforma del tejolote y metlapil

El tejolote se elabora con los bloques pequeños (Figura 39, Derecha). En bloques mayores se pueden obtener más de un tejolote. El tamaño estándar de los tejolotes es de 12 cm, los artesanos definen el tamaño mediante medidas convencionales con los “dedos” (longitud 6 dedos). Para fracturar el material rocoso y conformar la circunferencia del tejolote se realiza mediante el golpeo a un cincel delgado (Figura 39, Izquierda). Las medidas del tejolote en las circunferencias⁶ son: superior (4 dedos “5 cm”) e inferior (2 dedos “3 cm”).

⁶ El tejolote tiene la forma de un cono truncado y sus características son: dos bases circulares y una cara lateral.

Figura 39

Bloque y forma del tejolote. Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

Para determinar la longitud del metlapil se utiliza un flexómetro, aplicando el mismo procedimiento y herramientas para configurar la forma (Figura 40, Izquierda). El molde habitual del metlapil en La Loma es rectangular con longitud de 33 cm, debido a que, se ajusta al ancho del metate, en el centro del metlapil la longitud es de 6 cm y en los extremos 4 cm (Figura 40, Derecha).

Figura 40

Conformación del metlapil. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. La preforma del tejolote y metlapil se denomina trozo. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

5.3.2.9 Proceso de labrar en productos de molienda

El proceso de labrar se realiza a los cuatro productos de molienda, consiste en el acabado final de golpes, es decir, quitar los bordes que sobresalen, utilizando para ello, un cincel ancho. En la cavidad central de los molcajetes, los clientes prefieren mantener sólo el proceso de excavado, ya que, no les agrada lisa (Figura 41).

Figura 41

Labrado de los productos. La Loma, San Andrés Cuexcontilán, Toluca, Estado de México



Nota. Labrado del metate (Izquierda) y labrado del molcajete (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

5.3.2.10 Proceso de eliminar bordes

La eliminación de bordes consiste en frotar un bloque de roca en las esquinas de los artefactos para configurar una ligera curva. El proceso se hace en las esquinas rectangulares del metate/metlapil y en las circunferencias del molcajete/tejolote. Algunos clientes no desean este acabado. Al final de este proceso se lavan los productos para su posterior venta. La venta de los artefactos depende del tipo de roca, los productos basálticos de color gris tienen venta de tipo mayoreo (venta por docenas), debido a que, son destinados como salseros en restaurantes, fondas y sitios en los que se expenden alimentos. Los artefactos de roca negra son utilizados como utensilios para moler, dado que, la dureza es mayor en comparación con los de roca basáltica gris.

5.3.2.11 Proceso de fracturación de la roca en bloques y ornamentos

El proceso de fracturar el material rocoso en las minas de La Loma Cuexcontitlán, se realiza mediante golpes en la roca con apoyo de herramientas (picaderas, mazos y cinceles). Los bloques de mayor dimensión son fragmentados a través de las microfracturas de la roca, el mazo es utilizado para golpear el cincel hasta ser introducido (clavado) y de forma consecutiva introducir los demás cinceles (Figura 42, Izquierda). Cuando se logra la ruptura de la roca, entonces se utiliza la herramienta “barreta” para desprenderla (Figura 42, central), por otra parte, para fragmentar la roca en bloques menores se golpean las microfracturas con la punta de la picadera (Figura 42, Derecha), algunos de estos bloques se clasifican por la manufactura en bloques de roca basáltica, para uso en edificaciones civiles (pisos, cimentación, nivelación, etc.) y de uso ornamental (labrado de lajas y esculturas/figuras).

Figura 42

Proceso de fracturación de la roca de uso industrial. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Tomas fotográficas en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

El material pétreo basáltico de La Loma tiene ciertas peculiaridades para uso ornamental⁷, derivado de su proceso de manufactura y características propias del bloque. El labrado de la roca se realiza con técnica y cuidado para evitar fragmentarla. La forma ornamental en “laja” es rectangular, tiene una cara lateral lisa (lado principal) y generalmente un lado sin tallado, debido a que, esta se adhiere al concreto, con un grosor entre 5 y 8 cm. En la elaboración de lajas se utiliza una maquina eléctrica “esmeriladora” localmente llamada “cortadora o esmeril” para formar el lado principal; otros artesanos lo realizan con el golpeo del cincel y obtener el labrado, ya que, la cortadora genera polvo, el cual es perjudicial a la vista y vías respiratorias del artesano.

5.3.2.12 Labrado de la roca en esculturas o figuras

Las figuras dependen de las preferencias del cliente, son representativas las esculturas religiosas, personajes revolucionarios, figuras de vehículos, calaveras, floreros, porta vasos, escudos, etc. (Figura 43). El proceso es similar a la elaboración de artefactos de molienda, se genera el bloque, se fractura y labra mediante el golpeo del cincel.

Figura 43

Esculturas artesanales. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca Estado de México



Nota. Escultura religiosa “San Judas Tadeo” (Izquierda). Escudo Nacional del Estado de México (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

⁷ La Real Academia Española (RAE, 2021, definición 1) conjuga la palabra ornamento como adorno.

5.3.2.13 Usos de los residuos de las rocas

Los procesos de manejo de las rocas generan residuos, que en La Loma Cuexcontitlán, se identifican tres tipos de partículas, los cuales tienen distintas dimensiones: a) Polvo concentrado en el taller, b) 2 a 3 cm de ancho con altura menor de 0.5 cm, comúnmente llamados “ripios⁸” (Figura 44), y c) 3 y 15 cm de ancho y de 2 a 4 cm de altura nombrados “pedacearía”.

Figura 44

Ripios de roca basáltica. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Rodríguez-Yc (2013) a los ripios los denomina “lascas”. Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

El polvo, ripios y la pedacearía son utilizados para revestimiento de patios de viviendas y caminos (Figura 45). El polvo también es utilizado por los locatarios para el lavado de utensilios de la cocina, humeados o con tizne⁹, resultado de la preparación de alimentos a través del uso de leña. Los ripios son utilizados como “árido” en edificaciones civiles, en otras palabras, sustituye a la grava y en otros casos, se complementan las cantidades. La pedacería es utilizada para cimentación y levantamiento de muros en edificaciones, nivelación de pendientes, entre otros.

⁸ La RAE (2014, definición 5) son cascajo o fragmentos de ladrillos, piedras y otros materiales de obra de albañilería desechado o quebrados, que se utiliza para rellenar huecos de paredes o pisos.

⁹ La RAE (2022, definición 1) lo define como humo que se pega a las sartenes, peroles y otras vasijas que han estado a la lumbre.

Figura 45

Uso de los residuos del labrado de la roca basáltica. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Revestimiento de patios (Izquierda) y caminos (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022)

5.3.3 Comercialización de recursos pétreos

El mercado de los productos pétreos se hace con fines de edificación a nivel local y nacional. El material extraído y manufacturado de La Loma Cuexcontitlán se caracteriza a partir del uso industrial y artesanal, identificando la estructura de comercialización de los productos pétreos y la importancia de estos al ser elementos primarios en procesos de construcción.

Quimí (2019) menciona que, las estrategias de comercialización son factores importantes en el mundo, debido a que, las empresas buscan el objetivo de generar un valor competitivo al incrementar ventas y resaltar las capacidades competitivas del talento humano. Esta premisa introduce a reconocer los canales de ventas de productos pétreos de la localidad La Loma Cuexcontitlán.

El canal de distribución o marketing de acuerdo con Armstrong y Kotler (2013) hace referencia que a un “conjunto de organizaciones interdependientes que ayudan a que un producto o servicio se encuentre disponible para su uso/consumo por el consumidor (p. 294)”. Kinnear y Taylor (1998) señala que es un “conjunto de participantes organizacionales que ejecutan todas las funciones necesarias para conseguir que un producto llegue al comprador final (Páramo y Ramírez,

2008, p. 515)”. El canal de distribución es la forma, en la que, se hace llegar un producto, desde su origen hasta su consumidor final. La investigación representa el flujo de mercado de los productos pétreos y así, señalar el tipo de canal comercial. Quimí (2019) describe tres tipos de canales (p. 22-24):

- Canal directo: El fabricante del producto es él que accede al consumidor.
- Canal directo o corto: El fabricante utiliza intermediarios para que su producto llegue al consumidor final, es decir, deja en manos de los intermediarios la venta de su producto.
- Canal indirecto largo: Es la alianza entre fabricante y comerciantes para instalar un espacio de venta propio en un espacio comercial más grande.

Para la distribución espacial de la comercialización de recursos pétreos se consideran mapas de flujo tipo nominal (características cualitativas), porque no se cuenta con cantidades cuantitativas exactas en la comercialización. Se clasifican tres tipos de variables cualitativas: Alto (rojo), Medio (naranja) y Bajo (verde), las cuales obedecen a las localidades o destinos con mayor o menor grado de repetición de personas vinculadas a la minería.

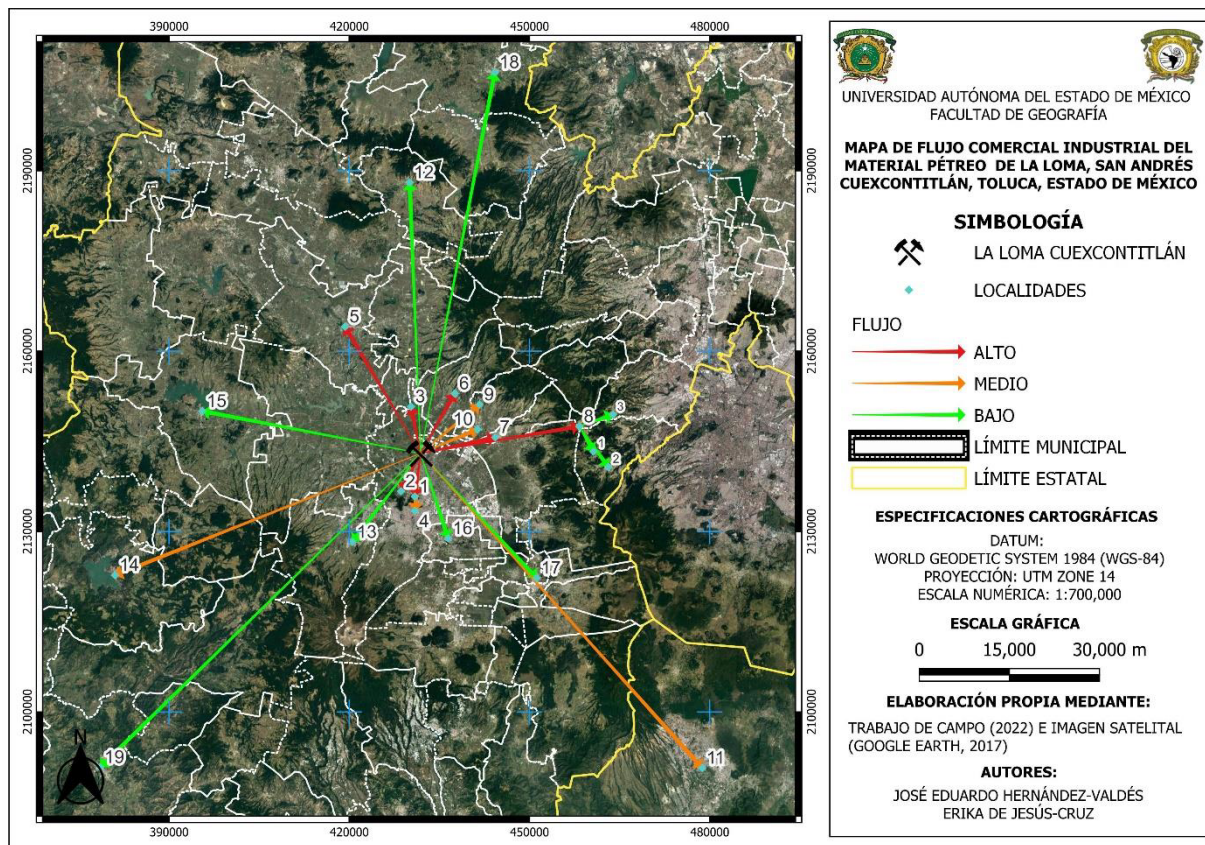
5.3.3.1 Comercio de productos pétreos industriales

El material extraído directamente de la mina se comercializa en camiones de tipo volteo tradicional con capacidad de siete metros cúbicos (7 m³). Los mineros mencionan tres tipos de material rocoso comercializado: a) uso ornamental, b) uso artesanal y c) uso en edificaciones civiles, la carga en el volteo con mayor costo es el uso ornamental (laja), su venta es por viaje. El tipo de roca con mayor venta es para uso civil de construcciones y edificaciones, se caracterizan por ser bloques de diversos tamaños y menos porosas.

En la Figura 46 se representa, el mercado de productos pétreos en el Estado de México (Tabla 22). El flujo alto se concentra a nivel local (municipio de Toluca), sin embargo, también hay distribución hacia el Norte, en los municipios de Temoaya, Ixtlahuaca de Rayón, Xonacatlán; y al Noroeste (Lerma), mientras que, el flujo medio tiene destinos al Norte (municipio de Oztolotepec y en la localidad Villa Cuauhtémoc), al Suroeste (Valle de Bravo); y en el Estado de Morelos (localidad las Granjas). El flujo bajo se dirige hacia la cabecera municipal de Metepec (uso ornamental) y en municipios más lejanos Jilotepec, Tejupilco y Morelos, Estado de México.

Figura 46

Flujo comercial industrial del material pétreo. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo e imagen satelital Google Earth (2017)

La distribución comercial industrial se destina al acondicionamiento de terrenos irregulares, es decir, para nivelar terrenos y cimentar construcciones civiles. La mayor venta de estos productos pétreos es en el mes de noviembre, diciembre y enero. Personas vinculadas a la mina mencionan que, este periodo de venta se relaciona con la prestación salarial complementaria (aguinaldo) de la población económicamente activa. El comercio industrial de La Loma Cuexcontitlán tiene tres tipos de canales (Figura 47): el canal largo es de mayor frecuencia, al igual que, el directo corto y es mínimo el número de mineros que tienen un canal directo, es importante resaltar que, en el canal largo la única alianza que tienen los mineros y comerciantes, es la venta directa del material pétreo, debido a que, su comercialización se hace en expendios de materiales de construcción, por lo que, los mineros no reciben comisión extra por extraer el material rocosos.

Tabla 22

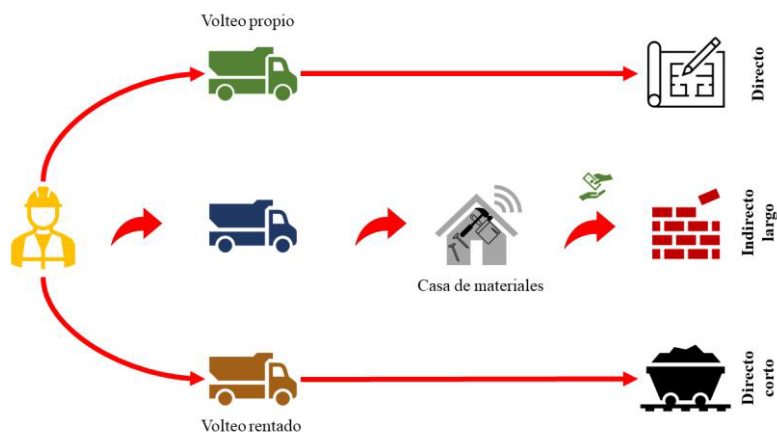
Localidades del flujo comercial industrial. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Orden	Localidades	Municipio	Flujo
1	Santa Cruz Atzacapotzaltongo	Toluca	
2	San Marcos Yachihuacaltepec	Toluca	
3	Tlachaloya	Toluca	
4	Centro	Toluca	
5	Ixtlahuaca de Rayón	Ixtlahuaca de Rayón	Alto
6	Temoaya	Temoaya	
7	Xonacatlán	Xonacatlán	
8	Unidad Huitzizilapan	Lerma	
9	San Agustín Mimbres	Otzolotepec	
10	Villa Cuauhtémoc	Villa Cuauhtémoc	Medio
11	Las granjas	Morelos	
12	San Bartolo Morelos	Morelos	
13	San Juan de las Huertas	Zinacantepec	
14	Valle de Bravo	Valle de Bravo	
15	Villa Victoria	Villa Victoria	
16	Metepec	Metepec	Bajo
17	Capulhuac	Capulhuac	
18	Jilotepec	Jilotepec	
19	Tejupilco	Tejupilco	

Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

Figura 47

Canales de mercado industrial. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

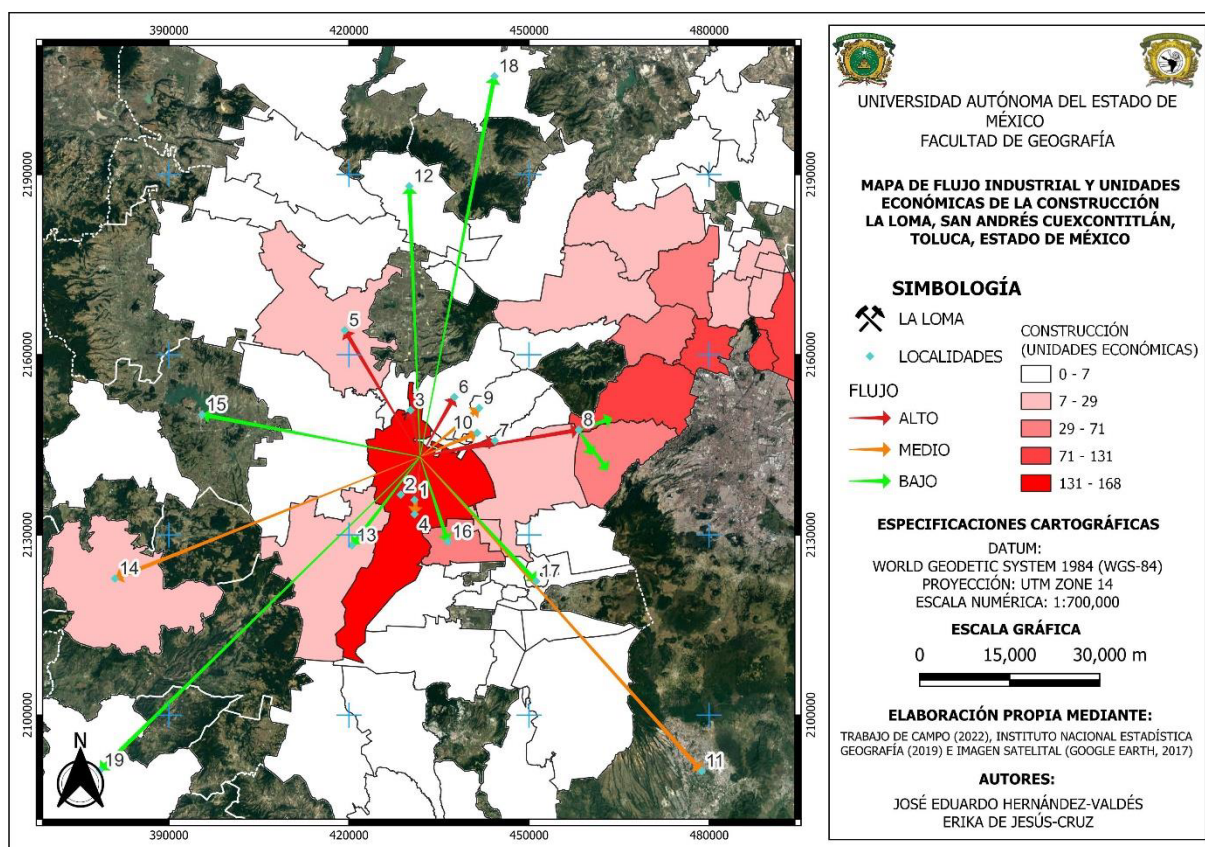


Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

En la Figura 48, se analiza el sector económico en la construcción (unidades económicas¹⁰, INEGI, 2019) se obtiene una relación entre comercio industrial del material pétreo y las unidades económicas, es decir, el flujo alto, medio y bajo corresponde con algunas localidades del sector económico de la construcción. La correlación espacial entre la variable flujo industrial y unidad económica justifica la distribución del material pétreo de La Loma Cuexcontitlán.

Figura 48

Flujo industrial y unidades económicas de la construcción. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

¹⁰ Se refiere a las “empresas constructoras” en el sector de la construcción.

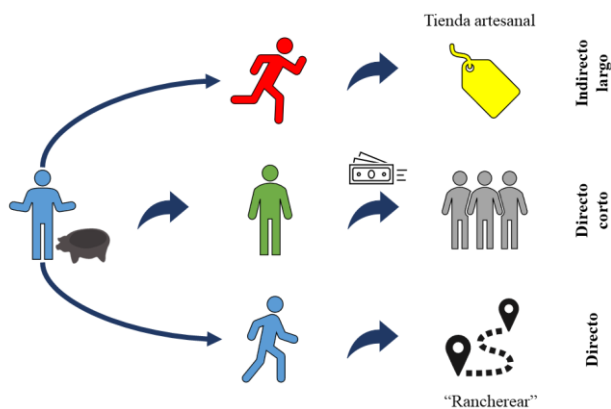
5.3.3.2 Comercialización de productos pétreos artesanales

El mercado de los productos artesanales en La Loma Cuexcontitlán, no es significativo, debido a que, a lo largo de los años y el avance tecnológico hay productos eléctricos que sustituyen los productos artesanales de molienda (molcajetes y metates), sin embargo, su peculiaridad cultural ha sido valorada en restaurantes, fondas de comidas mexicanas, taquerías y en cocinas rurales. El labrado de figuras o esculturas es menor y se asocia con las preferencias de los clientes.

La comercialización espacial de productos artesanales tiene diferentes destinos en la República Mexicana. En el comercio los artefactos de molienda en La Loma Cuextontitlán, se utiliza un canal directo corto (Figura 49), es decir, mediante intermediarios, también se identificaron casos de la compra por tiendas artesanales y estas los venden a turistas. El canal directo entre artesanos y consumidores tiene menor frecuencia.

Figura 49

Canales de mercado artesanales. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca Estado de México



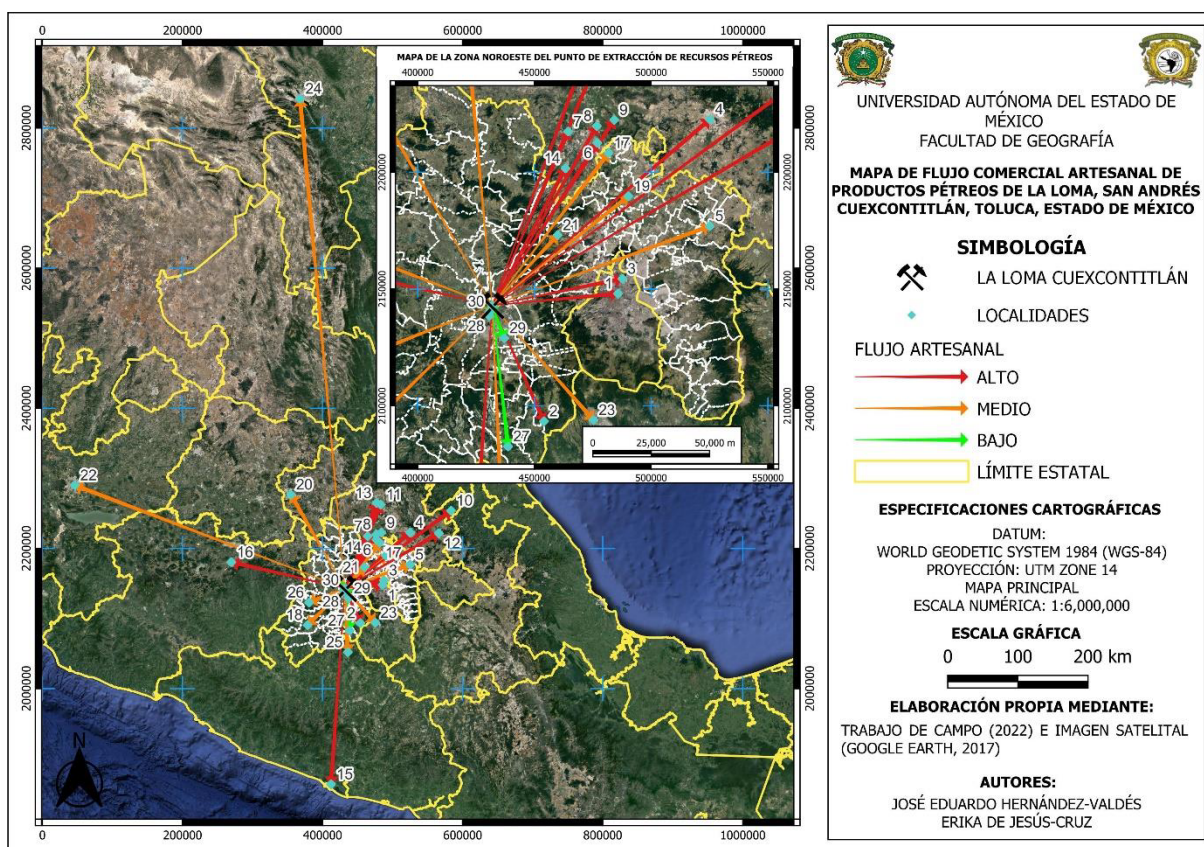
Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

La Figura 50, representa la comercialización de los productos artesanales, el flujo alto de distribución en el Estado de México, Ciudad de México y el Estado de Hidalgo, de ahí que, intermediarios y artesanos acuden a establecimientos rurales o centros turísticos para vender sus productos, algunos intermediarios se ubican en un sólo sitio. Los artesanos de La Loma

Cuexcontitlán denominan “rancherear¹¹” al movimiento de un lugar a otro para comercializar sus productos. Los intermediarios complementan la comercialización de productos artesanales con otro tipo de artesanías de delegaciones aledañas a la localidad, por ejemplo, artesanía de resina (San Andrés Cuexcontitlán), peluches, sombreros, gorras, entre otras (San Cristóbal Huichochitlán). El flujo bajo se debe a localidades cercanas entre el artesano y el consumidor.

Figura 50

Flujo comercial de productos artesanales. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo e imagen satelital Google Earth (2017).

La Tabla 23, muestra el flujo de comercialización, siendo algunas comunidades muy peculiares, por ejemplo, en San José el Vidrio, Municipio de Nicolas Romero, se localiza

¹¹ También conocido como comercio ambulante. Consiste en la compra y venta de productos o servicios al por menor realizada generalmente en comunidades rurales o semirurales sin establecimiento permanente.

Tlaxcaltongo, conocido como el “lugar del maíz” y se incide la compra de los productos de molienda para triturar la semilla, además del hongo del huitlacoche, derivando los esquites, elotes, pinole, gorditas, tortillas, mermeladas y atole (Secretaría de Cultura y Turismo, s.f.).

Tabla 23

Localidades con comercio de productos pétreos artesanales. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Flujo	Orden	Localidad
Alto	1	Ciudad de México, CDMX.
	2	Chalma, México.
	3	Tepeyac, Ciudad de México, CDMX.
	4	Pachuca, Hidalgo.
	5	Otumba, Méx.
	6	Atotonilco de Tula, Hidalgo.
	7	Tula de Allende, Hidalgo.
	8	Tlalminulpa, Hidalgo.
	9	Tetepango, Hidalgo.
	10	Santa María Temaxcalapa, Hidalgo.
	11	Pueblo Nuevo, Hidalgo.
	12	Tulancingo de Bravo, Hidalgo.
	13	Ixmiquilpan, Hidalgo.
	14	Tepeji del Rio de Ocampo, Hidalgo.
	15	Acapulco, Gro.
	16	Morelia, Michoacán.
Medio	17	Apaxco, México.
	18	Tejupilco, México.
	19	Zumpango de Ocampo, México.
	20	Querétaro, Querétaro.
	21	San José el Vidrio, México.
	22	Guadalajara, Jalisco
	23	Cuernavaca, Morelos.
	24	Monterrey, Nuevo León.
	25	Taxco de Alarcón, Guerrero.
	26	Valle de Bravo, México.
Bajo	27	Zumpahuacan, México.
	28	San Cristóbal Huichochitlán, México.
	29	Metepec, México.
	30	San Pablo Autopan, México.

Nota. Elaboración propia mediante trabajo de gabinete por Hernández-Valdés (2022).

Reyes (2019) menciona que, en el Estado de Hidalgo, se encuentra en un número importante de artesanos que buscan ofrecer nuevos productos para mejorar la calidad de vida, entre los cuales aporta la idea de elaborar galletas, a partir de la harina obtenida de la semilla del mezquite, menciona que en 2019, los artesanos que muelen la semilla de mezquite para obtener la harina lo hacen con el molcajete, debido a que la semilla posee dureza elevada. Por esta razón el mayor flujo se concentra al Noroeste del Estado de México, los intermediarios sólo acuden una vez por semana a vender los productos y posteriormente, cambian los destinos de comercialización.

5.3.3.3 Otros tipos de comercialización de productos pétreos

El uso de redes sociales para artesanos de La Loma Cuexcontitlán, es mínimo, pues la mayoría de los artesanos son adultos mayores y sólo algunos han vendido productos mediante redes sociales. Los mineros (artesanos) utilizan tarjetas de identificación para difusión de sus productos, ellos mismos las distribuyen en distintas localidades del Estado de México, agregan el uso del camión de carga para flete, los intermediarios comercialización a través de redes sociales (Facebook) además del uso de tarjetas. Los artesanos y mineros complementan la actividad minera con otras actividades: crianza de ganado (vacuno, ovino y porcino) y aves (gallinas, guajolotes); albañilería (principalmente jóvenes menores de 30 años); agricultura (cultivo de maíz y otros vegetales), comercio en misceláneas o tiendas pequeñas; transportistas (“vehículos de volteo propio” para realizar fletes).

5.4 Impactos percibidos por los actores sociales de la actividad minera

Evaluar los impactos generados por la actividad minera fue relevante y permitió conocerlos desde una perspectiva geográfica. En este apartado se presentan los resultados de la investigación cualitativa exploratoria, para conocer la percepción del impacto de la actividad minera por parte de la población vinculada a la actividad, así mismo, fomentar la mitigación y contribuir con los requisitos exigidos en materia ambiental. El objetivo principal de esta actividad fue realizar una aproximación del impacto en La Loma Cuexcontitlán, desde la perspectiva ambiental, social y económica. Para evaluar los impactos fue necesario identificarlos y posteriormente una valoración, que desde la geoconservación se deben tomar acciones, medidas y técnicas que aseguren el monitoreo, el mantenimiento y la restauración de los impactos generados.

Se utilizó el método de juicio de expertos para la valoración de los impactos de la localidad, que se conformó por especialistas en geografía, ecología, geoinformática, geología, análisis espacial, antropología social, estudios históricos y recursos naturales. La técnica de juicio de expertos permitió obtener una visión integral sobre los diversos aspectos relacionados con la evaluación de impactos, obteniendo información precisa para llevar a cabo el análisis y la evaluación y de esta manera entender el impacto de las actividades.

Tognola (s.f.) define impacto al estado resultante en dimensiones o variables de interés generados por una intervención. Involucra dimensiones o factores que participan en ámbitos sociales, económicos, políticos, ambientales, etc., y que tienen alguna afectación. Clasifica los impactos por su valoración (positivos o negativos) y su nivel de efecto (bajo, medio y alto). De acuerdo con SEMARNAT (2018), el impacto ambiental se define como la modificación del ambiente por la acción del hombre o de la naturaleza y para su evaluación se utilizan diferentes instrumentos. Se clasifican por las obras o actividades en la etapa de desarrollo que eventualmente han sido iniciadas:

- El aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón.
- Contaminación. Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.

- Ocupación del territorio. Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras.

Asimismo, los impactos se pueden clasificar por los atributos:

- Positivo o negativo: En términos del efecto resultante en el ambiente.
- Directo o indirecto: Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción.
- Acumulativo: Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- Sinérgico: Se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales.
- Residual: El que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- Temporal o permanente: Si por un período determinado o es definitivo.
- Reversible o irreversible: Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.
- Continuo o periódico: Dependiendo del período en que se manifieste

De igual manera los impactos se pueden identificar por el medio en el que se generan:

- Medio abiótico: Elementos o componentes que conforman el lugar donde habitan los seres vivos, no tienen vida, pero influyen en ellos (agua, luz, suelo, humedad, aire, etc.)
- Medio biótico: Conjunto de las especies de un ecosistema (plantas, animales y otros organismos vivos).
- Medio socioeconómico: Corresponde a las condiciones, sociales, histórico culturales y económicas de la población.

El enfoque más habitual de los estudios de percepción sobre impactos en la población es cualitativo, basado en el supuesto de la complejidad se puede medir con precisión, sin embargo, para esta investigación se ocupó el enfoque cuantitativo, esto mediante la matriz de Leopold, la cual permitió conocer la relación de causa y efecto ambiental de la actividad minera en La Loma Cuexcontitlán.

La matriz de Leopold fue propuesta en 1971 por Luna Leopold, motivado por su preocupación en la evaluación de las acciones humanas en ambiente. Para la conformación del método se enumeraron los factores o recursos en las filas, mientras que, en las columnas se colocan acciones que ejercen algún efecto en los factores. Para el análisis cualitativo fueron considerados cuatro valores: Alto impacto (A), Medio impacto (M), Bajo impacto (B) y sin relación de causa-efecto (0). En la Tabla 24 se asignan los valores cuantitativos (valores del 0 al 10) para determinar el valor de la magnitud e importancia de impacto. El 0 indica como menor o nulo efecto, mientras el 10, indica mayor relación entre factores y recursos.

Tabla 24

Calificaciones de los elementos de magnitud e importancia para el llenado de la matriz de Leopold estudio de caso de La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Alteración	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional	10

Nota. Elaboración propia mediante Alex (2021) por De Jesús-Cruz (2022).

5.4.1 Identificación y evaluación de impactos mediante la Matriz de Leopold

Para la evaluación ambiental se recopilaron los procesos fundamentales de la actividad minera. Las actividades de exploración, explotación y beneficio de los materiales extraídos están sujetas a obligaciones ambientales estipuladas en la Ley Minera (artículo 27° Constitucional), además de normas por la SEMARNAT que atienden otros temas como el agua, descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, residuos peligrosos, entre otras (Secretaría de Economía, 2022). La identificación y clasificación de los impactos se realizó mediante la identificación de las actividades primordiales en el proceso de extracción, transformación y comercialización de los

materiales extraídos, en conjunto con factores que intervienen provocando consecuencias o efectos en el ambiente y la población. El ejercicio se dividió en dos sectores, el ambiental y el socioeconómico, en el primero se enlistan los elementos y los factores que son afectados (Tabla 25). Las acciones consideradas fueron las siguientes:

- Excavaciones de superficie
- Acondicionamiento del terreno
- Perforación y voladura
- Tránsito de vehículos pesados
- Excavaciones de subsuelo
- Explosión de piedra
- Uso de maquinaria pesada
- Talleres artesanales
- Atracción de comerciantes
- Traslado de artesanías
- Traslado de industrial

Tabla 25

Elementos y factores (ambientales y socioeconómicos). La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca Estado de México

		Calidad del aire
	Atmósfera	Gases
		Contaminación auditiva
Ambiental		Estructura de la tierra (Geomorfología)
	Suelo	Extracción de materiales pétreos
		Producción de la tierra
		Ahuyenta miento de animales
		Diversidad de flora
	Cuerpos de agua	Permeabilidad de suelos
		Riego de cultivos
		Consumo humano
Socioeconómico	Empleo	Generación de empleo
	Salud	Enfermedades respiratorias
		Accidentes de trabajo
	Seguridad	Diferente uso de espacios
		Riesgo de deslaves
	Cultural	Producción de artesanías
		Uso lúdico de las minas
Infraestructura	Venta de material en locales	
	Vertederos de residuos	
		Afectaciones a las redes de servicios

Nota. Elaboración propia mediante trabajo de campo por De Jesús-Cruz (2022).

Los factores ambientales fueron seleccionados a partir de aspectos del entorno que pueden afectar el crecimiento, desarrollo y supervivencia de los organismos vivos. Estos pueden incluir factores físicos (la calidad del aire, producción de las tierras) y factores humanos (contaminación, deforestación, construcción de infraestructura) sin olvidar las condiciones socioeconómicas.

Con los datos de la Tabla 24 y Tabla 25 se determinó la magnitud e intensidad de los factores en La Loma, lo cual permitió conformar la Figura 51, que contiene la valoración de impactos positivos (+) y negativos (-) de la relación entre acciones y factores.

Figura 51

Matriz Leopold. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Factores			Acciones		Extracción							ransformación		Comercialización			Interacción		Sumatoria	
					Excavación superficial	Acondicionamiento del	Perforación y voladura	Transito de vehículos	Excavación de subsuelo	Explosión de piedra	Uso de maquinaria	Talleres artesanales	Atracción de comerciante	Traslado de productos	Traslado de materia	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa	
Ambiental	Atmósfera	Calidad del aire	M	-4	-3	-5	-3	-9	-4	-1	-1	0	1	1	2	8	2	-30		
			I	3	2	3	4	6	3	2	3	2	2	5	5	11	0	38	0	
		Gases	M	-1	-1	-1	-3	-4	-5	-2	0	0	0	1	1	2	7	2	-17	
	I		-1	1	1	7	3	1	1	0	0	0	1	1	8	1	16	-1		
	contaminación auditiva	M	-5	-3	-2	-4	-4	-7	-7	-7	0	1	4	2	8	5	-39			
		I	1	1	1	4	1	3	3	3	0	0	1	9	0	18	0			
	Suelo	Estructura de la tierra(Geomorfo)	M	-8	-8	-9	-1	-7	-5	-5	0	0	0	0	0	7	0	-43		
			I	-3	-3	-3	0	-3	-3	1	0	0	0	0	1	5	1	-15		
		Extracción de materiales	M	-9	-9	-9	-1	-9	-2	-4	0	0	0	0	0	7	0	-43		
			I	-3	-3	-3	-3	-3	2	2	0	0	0	0	2	5	4	-15		
		Producción de la tierra	M	-9	-9	-9	-1	-9	-2	-4	0	0	0	0	0	7	0	-43		
			I	-3	-3	-3	-3	-3	2	2	0	0	0	0	2	5	4	-15		
		Ahuyentamiento de	M	-2	-2	-3	-5	-7	-3	-3	-1	-5	-5	-5	0	11	0	-41		
	I		-3	-3	-3	4	4	-3	2	2	6	6	6	7	4	30	-12			
	Diversidad de flora	M	-9	-7	-6	-7	-8	-5	-3	-1	-3	-2	-2	0	11	0	-53			
		I	-5	-2	-3	-2	-5	-6	-6	3	3	7	7	4	7	20	-29			
	Cuerpos de agua	Permeabilidad de suelos	M	-9	-8	-7	-7	-9	-3	-3	0	-1	-2	-2	0	10	0	-51		
			I	4	6	6	6	6	-3	-3	2	1	-2	-2	7	4	31	-10		
Riego de cultivos		M	-9	-9	-9	-8	-9	-7	-7	-2	-1	-1	-1	0	11	0	-63			
		I	6	6	6	7	6	6	-3	1	2	1	1	10	1	42	-3			
Consumo humano	M	-9	-8	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	11	0	-28				
	I	3	3	3	2	2	1	2	1	1	1	1	11	0	20	0				
Socio-económico	Empl eo	Generación de empleo	M	-1	-1	-1	-1	-3	-8	-4	-3	-5	-5	-5	0	11	0	-37		
			I	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	11	0	27	0		
	Salud	Enfermedades respiratorias	M	-1	-1	-1	-1	-1	-5	-1	-5	-1	-1	-1	0	11	0	-19		
			I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	0	11	0		
	Accidentes de trabajo	M	-1	-1	-1	-1	-1	-5	-1	-5	-1	-1	-2	0	11	0	-20			
		I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	5	11	0	18	0			
	Seguridad	Diferente uso de espacios	M	-1	0	0	0	0	-2	-1	-2	0	0	0	0	4	0	-6		
			I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	8	0		
	Riesgo de deslaves	M	-1	-1	-3	-2	-1	-5	-4	-3	-1	-2	-4	0	11	0	-27			
		I	1	3	3	5	5	6	3	1	1	2	2	11	0	32	0			
	Cultural	Producción de artesanías	M	0	0	0	0	0	-6	0	-9	-9	-9	-9	0	5	0	-42		
			I	0	0	0	0	0	9	0	9	9	9	6	5	0	42	0		
	Uso lúdico de las minas	M	0	0	0	0	0	-6	0	-6	-2	-2	0	0	4	0	-16			
		I	0	0	0	0	0	7	0	7	7	7	0	4	0	28	0			
	Infraestructura	venta de material en	M	0	0	0	0	0	-6	-3	-8	-8	-8	-8	0	6	0	-41		
I			0	0	0	0	0	8	8	3	8	5	5	6	0	37	0			
Vertederos de residuos		M	0	0	0	0	0	-6	-3	-8	-8	-8	-8	0	6	0	-41			
	I	0	0	0	0	0	8	8	3	8	5	5	6	0	37	0				
Afectaciones a las redes de	M	0	0	-2	0	0	-3	-3	-1	0	0	0	0	4	0	-9				
	I	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3	0	3	0				
Sumatoria	Mag nitud	Positivo	M	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	2	0	9	0			
		Negativo	I	-79	-71	-70	-46	-82	-96	-61	-63	-46	-47	-48	0	11	0	-709		
	Impo rtancia	Positivo	M	24	28	29	45	39	63	41	45	51	55	11	0	467	0			
		Negativo	I	-18	-14	-15	-8	-14	-15	-12	0	0	-2	-2	0	9	0	-100		

Nota. Elaboración propia mediante Leopold (1971) y trabajo de campo.

Después de la observación y evaluación se detectaron las actividades que generan impactos negativos en el medio físico (agua, suelo y aire) y biológico (flora y fauna), esto por movimiento de tierras, apertura de caminos de acceso y las explotaciones. En el área de estudio no hay recursos naturales de flora y fauna en peligro de extinción o en condición, por lo que, el ambiente biológico no fue afectado, esto de acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente. En el medio biológico, fue afectada la cubierta vegetal, por lo cual, la fauna silvestre y doméstica también fueron afectados en menor grado, pues las ocurrencias de impactos ambientales negativos son limitantes y/o restrictivas. En la Tabla 26, se muestran los resultados de la sumatoria de los impactos (positivos y negativos) considerando la magnitud e importancia de los impactos.

Tabla 26

Resultado de la matriz Leopold del estudio de caso. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México

Matriz de Leopold		Alteración medio ambiente		
Magnitud	Impacto	Ambiental	Socioeconómica	Resultado
-386	415	-283	312	29

Nota. Elaboración propia con base a Hernández (2011) y trabajo de campo.

Los impactos positivos se presentan convencionalmente en el desarrollo socio económico al observar que la extracción de materiales ha sido importante en la cultura de la región. Para calcular el valor de impacto se utilizaron los criterios de puntuación y la siguiente fórmula:

$$\text{Valor del impacto} = \pm(\text{Impacto} \times \text{Magnitud})^{0.5}$$

Con la puntuación de 1 a 10 se determinó la importancia del impacto. Un impacto que se califique con magnitud 10, denota alta incidencia de una acción sobre la calidad ambiental del factor con el que interacciona.

$$\text{Valor del impacto} = \pm(415 \times -386)^{0.5} = 5.3851$$

Con base en el resultado de la fórmula anterior (5.3851) y al asociarlo con la siguiente categorización de los valores de impactos calculados en la matriz de Leopold (Tabla 27), se determina que la actividad minera en La Loma es un impacto significativo.

Tabla 27*Categorización de resultados de la matriz Leopold.*

Caracterización de la importancia	Puntuación
Impactos Altamente Significativos	Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es mayor o igual a 6.5 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de extensión generalizada, con afección de tipo irreversible y de duración permanente.
Impactos Significativos	Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es menor a 6.5 pero mayor o igual a 4.5, cuyas características son: factibles de corrección, de extensión local y duración temporal.
Impactos Despreciables	Corresponden a todos los aquellos impactos de carácter negativo, con Valor del Impacto menor a 4.5

Nota. Elaboración propia mediante Boris (2020) y trabajo de campo por De Jesús-Cruz (2022).

5.4.3 Impacto ambiental

La importancia de la cobertura natural, como parte del funcionamiento de los ecosistemas tal como lo estudia la biología de la conservación en los nuevos conceptos de no equilibrio, son necesarios transmitirse a la población con el fin de generar nuevas maneras de enfocar las relaciones del hombre-medio u hombre-naturaleza. Para el ser humano vivir en un entorno carente de vegetación trae consigo una serie de consecuencias en el ambiente y la salud humana.

La aceleración de los procesos productivos, sumado a la creciente demanda de bienes y servicios por parte de las poblaciones en las ciudades absorbieron cada vez más terrenos y de la misma forma, el material para construcción se inserta en la dinámica de distribución y consumo propio. Estos procesos tienen en conjunto un impacto en la modificación de la cobertura vegetal, tanto en su cambio, disminución o eliminación total.

5.4.3.1 Calidad del aire y gases en la atmosfera

El Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF, 2021), estima que anualmente, en México (periodo 2001-2021), se han perdido en promedio 208,850 hectáreas de bosque por año; convirtiéndose en otros usos o se perdieron por causas naturales. Con base en las cartas de INEGI (1975) el uso de suelo en el Norte del municipio de Toluca era mayor la superficie agrícola y en conjunto con testimonios de informantes clave (adultos mayores), declaran que en esa época era peculiar la escasez de conjuntos habitacionales y abundancia de árboles, éstos últimos, removidos para la extracción de materiales pétreos, repercutiendo directamente en la calidad del aire y la erosión del suelo.

Según Cuns et al. (2009) los problemas relativos al ambiente pueden surgir en la implantación y desarrollo de una actividad minera, están en función de las características del lugar y acciones en la que se proyecta. Las partículas contaminantes en la atmosfera como polvo, metales pesados y compuestos tóxicos en pequeñas cantidades podrían tener impacto en la salud humana y en el ecosistema, los cuales tienen origen en la combustión de hidrocarburos y el uso de material explosivo. La explotación de piedra con pólvora emite partículas finas, dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x). Durante el trabajo en campo no se registraron personas cuya enfermedad fuera causada por estos contaminantes, sin embargo, han ocurrido otro tipo de enfermedades e incidentes laborales.

Es importante tener presente que las emisiones producidas por la quema de pólvora varían de acuerdo con el tipo específico y la cantidad que se utilice, así como las condiciones para quemarse. Mediante entrevistas y cálculos realizados durante la observación participante se determinó que por cada explosión se usa alrededor de 200 gr de pólvora. En relación con el número de explosiones ($n * 200\text{gr} = 100\%$) se estima la liberación de químicos: el 75% de Nitrato de Potasio (KNO₃); el 15% de Carbón (C); y 10% de Azufre (S), que se transforman en Óxidos de Nitrógeno (NO_x), monóxido de Carbono (CO) y en Dióxido de Azufre (SO₂) respectivamente (Universidad de Valencia, 2016)).

5.4.3.2 Contaminación auditiva

La contaminación auditiva causada por explosiones de minas a cielo abierto es un problema serio, puede causar daño permanente a la audición de las personas expuestas. Según el estudio “Noise-induced hearing loss in opencast mining workers: a retrospective study” publicado en la

revista "Occupational Medicine" McKenzie (2014), los trabajadores de minas a cielo abierto expuestos a niveles elevados de ruido debido a explosiones tienen un riesgo significativamente mayor de pérdida auditiva en comparación con los trabajadores no expuestos. Otro estudio publicado en la revista "International Journal of Occupational Safety and Ergonomics" (2016) por T. Soysal, encontró que los trabajadores de minas a cielo abierto expuestos a explosiones de roca tenían una mayor probabilidad de tener daño auditivo en comparación con los trabajadores de otras industrias. En trabajo en campo fue posible observar que trabajadores de las minas, así como los artesanos mantenían una voz grave y fuerte al establecer comunicación con otros trabajadores, situación posiblemente asociada con el ruido del barrenado y tallado de roca.

5.4.3.3 Afectaciones al suelo

Los estudios "Environmental Impacts of Mining: A Study of Mining Communities in Ghana" de Michael Okyere Baafi (2015) y "Environmental Impacts of Mining: An Overview" de (Adewumi, 2015) examinan los impactos en las edificaciones cercanas a la minería debido al hundimiento del terreno causado por la extracción de material subterráneo y alteración al equilibrio del terreno. La zona de estudio por ser un domo volcánico "cerro", puede provocar hundimientos y deslizamientos de tierra. Sumado a esto el uso de explosivos, tránsito de camiones de carga, maquinaria pesada, y actividades como el corte de travesías, piques, zanjas y perforaciones generan ruidos y vibraciones, ocasionando desplomes en las paredes de las minas e incluso grietas en las estructuras cercanas.

5.4.3.4 Permeabilidad e inoculación del agua

La utilización del agua en la minería sirve para la separación de los lodos de la roca. Tradicionalmente, la contaminación del agua por minería se produce a través de las descargas de desechos e infiltraciones de materiales tóxicos. Sin embargo, al prescindir de poca actividad en comparación con otras minas y del cuidado que la misma población realiza, parece promover un consumo sustentable. Las actividades también erosionan el suelo agrícola provocando que sean más delgados. En épocas de lluvias los sedimentos son arrastrados por pequeños cauces que se van formando dirigidos a las zonas planas donde se encuentran hoyos, arrastrando consigo los nutrientes y en algunos casos los residuos sólidos de la localidad. Propietarios de milpas cercanas mencionan el uso del agua estancada que hay dentro de las minas para el riego de algunos cultivos.

5.4.4 Impacto socioeconómico

CAMIMEX (2020) afirma una importante reactivación económica por parte del sector minero en México al ser un generador de desarrollo y bienestar de zonas remotas del país, en donde el impacto ha sido mayor, sin embargo, la política pública promotora no posee los requerimientos necesarios. Manifiesta la transformación de las comunidades y paisajes, “mercantilizando los terrenos ancestrales; amenazando recursos naturales y las formas de vida que dependen de ellos, transformando un conjunto de prácticas culturales y políticas tradicionales que, históricamente, han modelado el paisaje” (Bebbigton, A, 2009:4 citado por Pérez, 2016, p. 192). La actividad minera genera impactos positivos, no sólo en la economía local, ya que, el aumento de empleo en las zonas alejadas y la generación de ingresos por parte de su población con pocas alternativas económicas proporciona los recursos necesarios para la producción de bienes y servicios. Al ser una actividad fundamental, el desarrollo económico y social se extiende e influye a otros efectos observados y de acuerdo con el Portafolio de proyectos mineros en México de Secretaría de Economía (2022), son importantes los siguientes:

- Genera ingresos en la población que contribuyen a la expansión incrementando el consumo que beneficia a otras actividades productivas y comerciales que contribuyen a elevar la calidad de vida.
- Crea condiciones de arraigo en las poblaciones inhibiendo la migración.
- Estimula las condiciones de articulación de cadenas productivas locales y regionales al demandar insumos y servicios para su proceso productivo;
- Contribuye a la profesionalización y especialización de mano de obra competitiva;
- Genera una mayor base de ingresos para los recursos municipales y estatales, permitiendo que un mayor gasto público se traduzca en beneficio directo;
- Permite el aprovechamiento de los recursos naturales en el marco de compromisos con el respeto del medio ambiente y a la rehabilitación al cierre de la mina.
- No existe la ampliación de los servicios de salud y educación de trabajadores, familias, o la población en general.

5.4.4.1 Economía, infraestructura y empleo en el ámbito cultural

La economía de las artesanías en Toluca se ha convertido en una importante fuente de ingresos para muchas familias. Según un estudio realizado por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en 2019, el sector artesanal en Toluca genera más de \$200 millones de dólares al año. Los artesanos de Toluca son conocidos por su habilidad en la creación de objetos de cerámica, textiles, madera y metal. En la ciudad se producen artesanías de barro, como ollas, platos y figuras decorativas. *“Las artesanías de Toluca son una muestra de la riqueza cultural y artística de México. Su calidad y variedad las convierten en un producto muy valorado tanto en el mercado nacional como en el extranjero”* menciona el secretario de Turismo de México. Las artesanías de Toluca se venden en varios lugares, incluyendo tiendas de souvenirs, mercados al aire libre y ferias de artesanías. También se exportan a otros países. La industria de las artesanías en Toluca ha sido impulsada por el turismo, ya que, muchos visitantes buscan adquirir recuerdos únicos de su viaje (Secretaría de Turismo, 2014).

El Gobierno de México ha implementado programas y proyectos para fomentar y apoyar a los artesanos de la ciudad para que puedan desarrollar sus habilidades y mejorar sus productos para competir en un mercado cada vez más competitivo. Según el Instituto Nacional del Emprendedor (2016), "estos programas buscan fortalecer a los artesanos, mejorando su competitividad y acceso a mercados". Sin embargo, la mayor parte de los artesanos pertenecen a las tasas de desempleo informal en México, esto se produce como consecuencia del bajo dinamismo en la creación de nuevos empleos, extensión de los apoyos antes mencionados y la ausencia de mecanismos que apoyen a los artesanos en la venta a un precio justo. Las entrevistas con comerciantes e intermediarios mencionan que algunos de sus productos son vendidos en tiendas artesanales, a las cuales acuden personas extranjeras, aunque algunos artesanos han vendido sus productos a turistas de Alemania, China, Estados Unidos.

5.4.4.2 Infraestructura y otros usos

El transporte de materiales pesados genera impacto significativo:

- Tráfico: Congestión vehicular por camiones pesados en carreteras, lo que puede aumentar los tiempos de viaje.

- Seguridad vial: Los camiones pesados son vehículos de gran tamaño y peso, por lo que pueden ser más peligrosos para otros usuarios de la carretera (generación de accidentes).
- Infraestructura vial: El transporte de materiales pesados puede causar daños a las carreteras y puentes, lo que puede requerir reparaciones costosas y prolongar el tiempo de cierre.
- Medio ambiente: El transporte de materiales pesados puede contribuir a la contaminación del aire y el ruido, lo que puede afectar la calidad de vida de las personas.

El transporte de materiales pesados genera impactos, por lo que, es pertinente tomar decisiones sobre el transporte de materiales industriales (Figura 52). Por otro lado, las minas que se encuentran inactivas son rentadas para uso lúdico en los que destacan prácticas en campo a estudiantes y grabaciones de videos musicales, así lo señalan algunos trabajadores y dueños de éstas. También de uso desfavorable, como vertederos de residuos (materiales como cantera, escombros y en menor medida bolsas de basura).

Figura 52

Daños en infraestructura vial. La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Carga pesada en vialidades (Izquierda) y fractura en vialidades (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2023)

5.4.4.3 Salud y seguridad

En el modelo de desarrollo vigente de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.) en el que se procura el crecimiento aun a expensas del exterminio de especies animales y vegetales, como de la invasión a territorios indígenas; el impacto de la pérdida de cobertura vegetal y del recurso suelo puede evidenciarse si, se revisa la tendencia de la minería en los últimos 40 años en la localidad. Sin embargo, el crecimiento de la población no significa inmediatamente una degradación del ambiente derivado de las políticas nacionales y de la legislación ambiental vigente, además del estilo de vida, incluyendo los niveles de consumo y generación de residuos.

Desde tiempos pretéritos los basaltos han sido extraídos, por lo tanto, los domos volcánicos han sido las geoformas más afectadas por el impacto del hombre, ya que, al contener material volcánico son ocupados y saqueados. En México, las minas a cielo abierto presentan una serie de riesgos y peligros para la salud y seguridad de los trabajadores. Algunos de estos riesgos incluyen exposición a sustancias tóxicas, como el azufre, salitre y carbón, y peligros mecánicos asociados con el manejo de maquinaria pesada y la explosión de materiales. Además, los trabajadores en las minas a cielo abierto están expuestos a condiciones climáticas extremas, como el calor, la sequía, e inundaciones en época de lluvia lo que puede aumentar el riesgo de deshidratación y otros problemas de salud. A pesar de estos riesgos, la mayoría de los trabajadores en las minas a cielo abierto no están afiliados a ninguna institución de seguridad social. Un estudio del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) afirma que, sólo el 40% de los trabajadores en la industria minera en México están afiliados. Este porcentaje es bajo, la mayoría de los trabajadores no tienen acceso a servicios médicos.

Para mejorar la salud y seguridad de los trabajadores en las minas a cielo abierto, es importante que las empresas mineras implementen medidas de seguridad efectivas expuestas en las “Normas Generales de Seguridad e Higiene en las Minas” de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2020) y que los trabajadores estén afiliados a un seguro de salud y seguridad. Además, los reguladores gubernamentales deberían tomar medidas para asegurar que las empresas cumplan con los estándares de salud y seguridad requeridos, y que los trabajadores reciban la atención médica y la compensación que necesitan en caso de un accidente en el trabajo. Las minas a cielo abierto pueden tener un impacto negativo en la salud de la población adyacentes, esto

debido a la exposición a sustancias tóxicas y contaminantes que se liberan en el aire y el agua. Algunas de las enfermedades causadas por la exposición a estos contaminantes incluyen problemas respiratorios, daño hepático, problemas neurológicos, cáncer y problemas de fertilidad. La mayoría de los trabajadores mantiene tos, ojos irritados, piel seca, cianosis en las extremidades, hiperpigmentación en cara y espalda por exposición al sol.

Independientemente de las enfermedades que pueden provocar las minas a cielo abierto, también pueden provocar accidentes e incidentes que ponen en peligro la vida y la seguridad de la población local. En 2014 hubo un incidente en la mina de lignito en La Encantada, Estado de México, que causó la contaminación del río San Juan. Este incidente afectó a miles de personas que dependen del río para sus necesidades de agua potable y agrícolas. El día 9 de marzo González (2022) publicó en el diario “El Universal” un incidente que provocó lesiones a cuatro personas y crisis nerviosa tras la caída de un bloque de roca que aplastó un camión de volteo en la mina conocida como “La Loma”. Jennings (2012) menciona que la tasa mundial de víctimas mortales, lesiones y enfermedades entre los mineros demuestra que, en la mayoría de ellos, la minería sigue siendo el trabajo más peligroso en relación con el número total de trabajadores dedicados a esta actividad.

Es importante tener en cuenta que la población local es la más vulnerable a los efectos negativos de las minas a cielo abierto (Figura 53). Por esta razón, es fundamental que los representantes mineros implementen medidas de seguridad y control de contaminación adecuadas para minimizar el impacto negativo en la salud de la población local. Además, las dependencias gubernamentales deben tomar medidas para asegurar que las empresas cumplan con los estándares de salud y seguridad requeridos, y que la población reciba la compensación adecuada en caso de un incidente.

Asimismo, las paredes de la mina que, si bien no se encuentran tan cercanas a las casas de los propietarios, si representan un riesgo, ya que, niños de diferentes edades juegan cerca de ellas, aunque no se ha registrado algún accidente por estas causas, siguen representando un riesgo para la población infantil. Problemas estructurales causados por la remoción de suelo han impedido habitar las edificaciones cercanas establecidas antes de la excavación de minas (Figura 54 y 55), quedándose inhabitadas, por lo que, son ocupadas como bodegas donde guardan herramientas o donde almacenan los granos cosechados.

Figura 53

Mina “La Loma de San Blas” Jicaltepec, San Pablo Autopan, Toluca, Estado de México



Nota. Delimitación con malla de la mina (Izquierda). Viviendas cercanas al talud de la mina (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por De Jesús-Cruz (2023).

Figura 54

Pared Este de la mina No. 6 (2022). La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca Estado de México



Nota. Viviendas al borde del talud de la mina (Izquierda). Pared con erosión hídrica y biótica (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por De Jesús-Cruz (2023).

Figura 55

Derrumbe de talud y grieta en la mina No. 5 (2022). La Loma, San Andrés Cuexcontitlán, Toluca, Estado de México



Nota. Derrumbe del talud (Izquierda). Grietas en los caminos rurales cercanos a las minas (Derecha). Toma fotográfica en trabajo de campo por Hernández-Valdés (2022).

Capítulo VI. Discusión y conclusión

La investigación ha ofrecido instrumentos valiosos para obtener respuestas al planteamiento inicial, también permitió explorar la realidad de diferentes situaciones del personal vinculado con la actividad minera. La caracterización en extracción, transformación y comercialización de recursos pétreos en La Loma Cuexcontitlán y de localidades adyacentes del municipio de Toluca, muestran un mínimo estudio para la comprensión de los procesos y comportamiento del fenómeno, en cuestiones ambientales, los equipos de investigación de impacto ambiental se enfrentan con dos problemas: ausencia de especialistas en disciplinas involucradas y la existencia personal o grupal que impide la evaluación de impacto.

El estudio localiza los sitios de explotación de minerales no metálicos del periodo 1983 a 2022 en la localidad La Loma Cuexontitlán, municipio de Toluca, Estado de México. El número de sitios en 2022 ha disminuido con respecto a la unión de minas y también por minas en situación de abandono, dado a que, no existe un proyecto de explotación minera en la localidad y así mismos espacios sin regulación, es decir, con carácter ilegal, sin embargo, la extracción del material tiene un crecimiento en los últimos 40 años. La investigación tiene similitudes con el estudio de Ramírez (2022) en la incidencia de la minería no metálica del periodo 2014 a 2019 del municipio de Tepetlaoxtoc, Estado de México, sus resultados mencionan la principal extracción demandante de material rocoso es el Tezontle y el Basalto. El municipio de Tepetlaoxtoc en 2019 cuenta con 66 sitios de extracción, se puede observar la diferencia entre estudios, ya que, La Loma Cuexcontitlán muestra una escala local y Ramírez (2022) una escala municipal, por ende los sitios de extracción son mayores en comparación de La Loma, no obstante el municipio de Tepetlaoxtoc tiene siete minas de carácter ilegal, también enfatiza que hay minas que operaron de manera ilegal antes de obtener los permisos correspondientes. Se concuerda que las minas ilegales de La Loma y de Tepetlaoxtoc, no están lejos de terminar con efectos ambientales, ni tampoco en la vulnerabilidad que pueden presentar estos espacios en caso de abandono, puesto que no existe un plan de restauración. Las dependencias responsables en medio ambiente para el caso de Tepetlaoxtoc desconocen el número de minas, presentando el mismo problema en el estudio de caso de La Loma, pues el INFOME GEM desconoce la cantidad de sitios de extracción, sin embargo, se tiene presente que en ambas situaciones existe la extracción ilegal de productos pétreos, pero no se cuenta registro de ellas.

En cuestiones ambientales Ramírez (2022) utiliza la Matriz Leopold considera las categorías o factores que tendrían una perturbación como lo son: el suelo, la atmosfera, el agua, la flora, la fauna, la sociedad, las clasifica en etapas de un proyecto de explotación de minerales: etapa de inicio, explotación, cierre y restauración. Identifica un efecto positivo en la economía y la generación de empleo en el municipio de Tepetlaoxtoc y las minas con operación del municipio no tienen un signo de alerta en cuestiones ambientales, dado que, existe un proyecto de explotación que incluye la etapa de restauración, lo preocupante es en minas que no tienen un proyecto de explotación minera del recurso, pues muchas de éstas al ser abandonadas son ocupadas para almacenar de forma clandestina los residuos sólidos provocando problemas ambientales en la contaminación del suelo, agua, aire, etc., por ejemplo en el municipio de Calimaya, Estado de México presenta problemas de erosión por tiraderos de residuos a cielo abierto.

El manejo adecuado de recursos basálticos en La Loma Cuexcontitlán y el apoyo de la comunidad artesanal ha influenciado en la organización social para la mejora de la comunidad, sin embargo, al no contar con un proyecto de explotación abre posibilidades al uso clandestino de residuos sólidos y que presentaría un problema a fraccionamientos habitacionales que están a menos de 400 metros. En la Norma Técnica Estatal Ambiental NTA-002-SMA-DS-2009 menciona que, en caso de que existan minas cercanas a los asentamientos como es el caso de la localidad, el titular de la mina deberá garantizar a través de ingeniería la estabilidad de los taludes y también construir una barrera física en los frentes y partes laterales propios de la mina, algunas minas de La Loma cuentan una delimitación física y la mina San Blas perteneciente a la Delegación de San Pablo Autopan cuenta con un límite de malla de acero.

Los resultados de La Loma Cuexcontitlán sirve de apoyo para un conocimiento y concientización de la población vinculada a la actividad minera pues forma la base de la sustentabilidad del recurso rocoso, en beneficio de mineros y artesanos, dado que, para éstos el trabajo en minas es indispensable para la economía familiar, ya que, se complementa con actividades agrícolas y ganaderas. El conocimiento cultural para la extracción pétreo se trasmite de generación en generación, en la situación artesanal la población infantil no está interesado en el proceso de elaboración de artefactos pétreos, sin embargo, algunos casos de organización familiar cada integrante cumple una labor en la transformación y comercialización del producto pétreo.

La extracción de materiales pétreos es una actividad importante en el municipio de Toluca y en otras partes del país, debido al uso en la construcción de edificios, carreteras y otros proyectos de ingeniería civil. Esta actividad también ha generado preocupaciones por su impacto ambiental y social. Las minas a cielo abierto son una fuente importante de extracción de recursos en México, pero puede generar graves impactos ambientales, como la degradación del suelo, la alteración de los cursos de agua, contaminación acústica y del aire, afectando la salud y el bienestar de las comunidades cercanas a las minas. Diversas organizaciones de la sociedad civil han exigido una mayor regulación y control de la extracción de materiales pétreos en el municipio de Toluca y en todo el país. Por ejemplo, la organización desde 2015 el Centro Mexicano de Derecho Ambiental ha trabajado en la defensa del ambiente y en los derechos de las comunidades afectadas promoviendo la consulta previa y la participación ciudadana en la toma de decisiones.

La Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión en México (2014) menciona que, la Ley Minera establece las obligaciones y responsabilidades de los titulares de concesiones mineras y en (2022) manifiesta que, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales es la encargada de supervisar y regular las actividades mineras en el país, incluyendo la implementación de medidas de mitigación. Algunas de las medidas de mitigación a mediano y largo plazo que se han implementado en México incluyen: la restauración de la tierra afectada por la minería, la revegetación y la recuperación de los ecosistemas, la eliminación de residuos y la prevención de la contaminación del aire y el agua. A nivel internacional, la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) estableció en su informe de (1987) la necesidad de adoptar un enfoque de desarrollo sostenible, en el que se está de acuerdo, por estar a favor de los recursos obtenidos a partir de la actividad minera en La Loma Cuexcontitlán. Existen referencias nacionales e internacionales que promueven la minería sostenible y la adopción de prácticas responsables en la industria minera. La supervisión y regulación de la SEMARNAT, así como la cooperación de la industria minera, son fundamentales para lograr una minería sostenible en México.

En resolución, el estudio geográfico de la extracción de materiales pétreos en Toluca, Estado de México es un tema relevante que requiere de una atención especial por parte de las autoridades y de la sociedad en general. Es necesario establecer regulaciones más estrictas y mecanismos de control para garantizar que la extracción de materiales pétreos no genere impactos

negativos en el medio ambiente y la población aledaña. Además, se deben promover alternativas sustentables y amigables con el medio ambiente.

A manera de conclusión: los métodos y técnicas permitieron cumplir los objetivos establecidos en la investigación, en primer lugar, la obtención del análisis espacial de las superficies de extracción de recursos pétreos en la localidad La Loma Cuexcontitlán para los años de 1983, 1993, 1999, 2017 y 2022, en la cual, se identificó que para el año de 1983 había 11 sitios con extracción de recursos y para el año de 2022 sólo seis minas continúan activas en el proceso de extracción, algunas en resultado de abandono y la confirmación de minas pequeñas en un solo sitio. La expansión de las minas en un periodo de 40 años tiene un ritmo acelerado en su extensión superficial. La relación superficial entre la Delegación de San Pablo Autopan muestra un crecimiento superficial mayor en comparación con la localidad Loma Cuexcontitlán, no obstante, la Delegación cuenta con una mina autorizada y las minas de la localidad no aparecen en la lista de minas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México, sin embargo, el Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México tiene presente que existe explotación del material rocoso en la localidad. La transformación del paisaje de la localidad se refleja en la huella ecológica que han provocado las minas por cuestiones de abandono, ya que, a lo largo de los años los asentamientos humanos ocupan parte del medio natural y la ubicación de estos es irregular motivando a la nula explotación de recursos pétreos.

Las herramientas de Sistemas de Información Geográfica son útiles en el análisis espaciotemporal para la comparación tendencial minera en diferentes años. Estos estudios son importantes al momento de analizar los cambios tendenciales en la cobertura vegetal mediante un análisis de tipo espacial, además de identificar el comportamiento de fenómenos y la intervención humana.

Las condiciones geográficas, geológicas y geomorfológicas determinan la actividad minera en la localidad La Loma Cuexcontitlán pues la población es influenciada por el medio, en este caso el material rocoso basáltico guía sus actividades, por otra parte, artesanos abren posibilidades mediante la elaboración de distintos productos e incorporación de nuevos labrados de roca.

La combinación mixta de técnicas y métodos para la caracterización geográfica de la actividad minera y artesanal en sus dimensiones sociales (extracción, transformación y comercialización) de la Loma Cuexcontitlán permitió concluir de manera específica lo siguiente:

1. La extracción del recurso pétreo se realiza de acuerdo con el conocimiento cultural de mineros, mediante el uso de pólvora que actúa como explosivo para la voladura de roca, también tienen conocimiento técnico de las microfracturas del material parental para el aprovechamiento sostenible del recurso. Se utilizan herramientas convencionales (mazos, cinceles, barretas, etc.). El uso de maquinaria (barreno) ha facilitado el manejo del recurso.

2. La manufactura de los bloques para edificaciones civiles no mantiene características uniformes en tamaño y forma, mientras que, los de uso ornamental del tallado de roca para fachadas son de características lisas en forma de laja con un grosor entre los 5 a 8 cm, a excepciones de labrados con figuras. El tipo de figura depende de las preferencias del cliente.

Por otra parte, el tallado de productos de molienda sigue peculiaridades artesanales y culturales en la fabricación, existe un proceso principal que genera el bloque con dimensiones distintas, se realiza una preforma dependiendo del producto (molcajete/tejolote y metate/metlapil), así como una excavación y finalmente darle un labrado liso para una mayor estética del producto.

3. La comercialización de los productos artesanales se dirige a centros turísticos, tiendas artesanales y resaltan comunidades con antecedentes en la molienda de semillas para la preparación de alimentos característicos de la zona (galletas de harina de mezquite y derivados de la semilla del maíz, atole, pinole, gorditas, tortillas y memelas). La comercialización abarca la región centro-sur de las regiones económicas. Mientras que los destinos de los productos industriales tienen un mercado local dentro del municipio y al noroeste del Estado de México, estos resultados y con información de las unidades económicas en la construcción se muestra una relación espacial congruente entre el flujo alto, medio y bajo de la comercialización del material, sus canales de comercialización de ambos productos son mediante intermediarios. Los productos industriales son aquellos que salen directamente de las zonas de extracción y se comercializan en tres tipos de viajes: huacal, aventado y acomodado, los destinos no tienen ninguna vinculación con plantas trituradoras para la transformación del material para áridos.

Se puede inferir que en la actividad minera y artesanal tiene demandas temporales, por lo que, se realizan actividades complementarias con características agrícolas y ganaderas por adultos mayores, mientras que, la población joven realiza diversos oficios.

En el contexto ambiental, el cambio de uso de suelo y vegetación ha sufrido perturbación por influencia humana, además de la inclusión de materiales inflamables tóxicos por la voladura

de la roca y contaminación de los ecosistemas, la atmósfera, la calidad del aire y la fauna local. En la dimensión social la población aledaña se ve afectada por vibraciones al detonar la roca, así como cuestiones auditivas, la respiración del polvo y gases, por lo que, las enfermedades pueden aparecer de manera lenta y con efectos negativos, que se ve afectado en el transcurso de los años. La zona de estudio es rural, en la cual se practican actividades diarias como la cocina con leña, por lo que, puede ser parte de algunas enfermedades respiratorias. El efecto positivo para la actividad minera y artesanal es la generación de empleos, así como ingreso familiar.

En este sentido la toma de decisiones por parte de las autoridades correspondientes debe hacer hincapié en el desarrollo de la actividad de manera sustentable, con el marco legal específico correspondiente a la extracción de mineral basáltico en minas a cielo abierto en escala local, contemplando la actividad artesanal como fuente de ingreso para la población adulta mayor, puesto que la población joven se incorpora a la actividad minera y otros oficios.

Algunas contribuciones o propuestas de acción de la investigación son:

Autoridades encargadas de la gestión de la localidad La Loma Cuexcontitlán deben de tener un registro de las minas irregulares, así como el motivo de incumplimiento (seguridad laboral, seguridad social, tenencia de la tierra, impuestos y derechos, regulación ambiental, etc.) y considerar la implementación de los siguientes programas de prevención, corrección, mitigación de impacto, monitoreo, educación, capacitación, contingencias, abandono en cuestiones de explotación de recursos pétreos.

Generar cooperativas artesanales para la exposición y comercialización de los artefactos en distintos eventos desarrollados en el municipio de Toluca.

Los mineros, intermediarios y expendios de materiales de construcción deben considerar la asociación para la extracción, transformación y comercialización de los productos industriales de la localidad, en ese sentido ajustar los procesos y criterios mediante el marco legal correspondiente.

La relación entre la actividad y la población está en base de la satisfacción de bienes y servicios a través de la comercialización de materiales pétreos, sin embargo, deben considerarse aspectos ambientales.

Proyectos para prevenir, controlar y compensar alteraciones que se originen y que pongan en riesgo la estabilidad de los ecosistemas orientando a criterios de desarrollo sostenible.

Referencias Bibliográficas

- Adeyemi, A. R. (2015). *"Environmental Impacts of Mining: An Overview"*. Centro Nacional de Información Biotecnológica Avances en la ciencia y la salud.
<https://www.studysmarter.us/explanations/environmental-science/physical-environment/environmental-impact-of-mining/>
- Aguilar R., M., y Contreras, C. (2014). *La Geografía Ambiental. Orígenes, Ámbito de estudio y Alcances*. Geografía humana y ciencias sociales. Una relación reexaminada 261-296. México: El Colegio de Michoacán.
- Alex. (2021). Matriz de Leopold. *Alex Enseña*. Ecuador.
<https://www.youtube.com/watch?v=4SbW6G9XjhM>
- Álvarez-Campana, J. M. (2008). *Impacto ambiental de las obras de ingeniería*. Teoría general de sistemas (1968) de Ludwig von Bertalanffy, o sobre los ecosistemas sensu lato.
<https://elimpactoambiental.files.wordpress.com/2008/10/11-v3-web-bertalanffy-o-ecosistemas.pdf>
- Almaden Minerals Ltd. (2010). *Etapas de la Minería*.
<https://www.almadenminerals.com/espanol/la-mineria-en-mexico>
- Aragón F., J., y Cárdenas, J. (2020). *Análisis de redes empresariales y puertas giratoria en México: Cartografía de una clase dominante público-privada*. Temas y debates, 81-103.
<https://doi.org/10.35305/tyd.v0i39.458>
- Armstrong, G., y Kotler, P. (2013). *Fundamentos de marketing*. México: Pearson Educación.
https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/14584/mod_resource/content/1/Fundamentos%20del%20Marketing-Kotler.pdf
- Banco Mundial. (s.f.). *Pueblos Indígenas*.
<https://www.bancomundial.org/es/topic/indigenouspeoples#:~:text=Los%20pueblos%20indígenas%20son%20grupos,los%20cuales%20han%20sido%20desplazados.>

- Bassols B., Á. (1992). *México: Formación de regiones económicas*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
<http://ru.iiec.unam.mx/1563/1/MexFormDeRegEco.pdf>
- Bertalanffy, L. V. (1976). *Tería General de los Sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Blanco M., E. S. (2019). *Los talleres del taller*. El caso de ña acumilación de objetos de obsidiana en la Isla de Atitlán en la ex laguna de Magdalena, Jalisco.
<https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/chicomoztoc/article/download/626/594/>
- Bocco, G., y Urquijo, P. S. (2013). *Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional*. *Región y Sociedad*(56), 75-101.
- Boris, T. (2020). *Matriz de Leopold modificada impacto ambiental ejemplos*.
<https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>
- Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014). *Reglamento de la Ley Minera*. Minería. Legislación, normatividad y convenios internacionales.
<https://www.gob.mx/semarnat>
- Camara de Diputados del H. Conngreso de la Unión. (2022). *Ley Minera*. Camara de Diputados del H. Conngreso de la Unión.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMin.pdf>
- CAMIMEX. (2020). *Importancia de la Minería en México*. Importancia Minería Foro Lito.
https://www.geomina.com.mx/pdf/panel/litio/ImportanciaMineria_MX_ForoLito
- CAMIMEX. (2021). *Informe anual CAMIMEX 2021*. México: Camara Minera de México.
https://camimex.org.mx/application/files/2916/3095/7239/info_2021.pdf
- Capitanelli, R. (1981). La geografía como sistema. *Boletín de Estudios Geográficos*, 28-55.
- CDI. (2005). *Localidades indígenas*. Unidad de Planeación y Consulta.
<http://www.cdi.gob.mx>
- CEDRSSA. (2019). *El suelo, un recurso no renovable*.
http://www.cedrssa.gob.mx/post_n-_el_suelo-n_un_recurso_no_renovable_.htm#:~:text=El%20suelo%20es%20un%20recurso,fuerte%20e%20irremediablemente%20el%20ecosistema.

- Ciccioli, E., S. (2017). *Caracterización geológica y ambiental del área de Eldorado, Provincia de Misiones. Aptitud de los materiales geológicos para uso cerámico y otros alternativos*. Universidad Nacional de la Plata.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/60241/Documento_completo.pdf-PDFAU.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- CIMEC. (s.f.). *Coeficiente correlación de Pearson: ¿qué es y cómo se interpreta?*.
<https://www.cimec.es/coeficiente-correlacion-pearson/>
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo. (1987). *Nuestro futuro común*. Oxford University Press.
<https://www.cambioclimatico.org/contenido/el-informe-brundtland-nuestro-futuro-en-comun>
- CONAGUA. (2010). *Normales climatológicas*. Información Estadística Climatológica.
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL15367.TXT>
- Concha, E. (2017). *Minería global contemporánea o financiarizada*. *Minería global y financiarización*, 10(27), 81-116.
<http://dx.doi.org/10.22201/fe.18701442e.2017.27.61009>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2010). *Calidad y espacios en la vivienda*. CONEVAL.
<https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Calidad-y-espacios-en-la-vivienda.aspx>
- Cuns, J. M. (2009). *Yacimiento "La Esperanza"*.
<https://ri.itba.edu.ar/server/api/core/bitstreams/795ee5f5-52b4-4298-941d-fe37a0591b23/content>
- Dávila M., F. J., y Camacho A., E. (2012). *Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas. "Propuesta Metodológica"*.
- De la Cruz. P., J. (1941). *Geografía Humana (Antropogeografía)*. Medellín: Talleres Editoriales de Bedout.

- Díaz, P. (2018). *Determinismo y Posibilismo Geográfico*. Observatorio de Comunicación, Cultura y Sociedad.
<https://occsiet.wordpress.com/2018/04/12/determinismo-y-posibilismo-geografico/#:~:text=Surgi%C3%B3%20en%20el%20siglo%20XIX,depende%20>
- DigitalGlobe Web Map Service. (2022). *Imagen satelital. Escala 1:2,500*.
- Edin C., D. (2013). *Teoría de la geografía: reflexiones en torno a la identidad de la disciplina*. Perspectiva Geográfica, 18(2), 325-346.
<https://revistas.uptc.edu.co/index.php/perspectiva/article/view/2681>
- Escobar-Pérez, J. (2008). *Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización*. Avances en Medición, 27-36.
- ESRI. (2021). *¿Qué es un shapefile?*. Software de representación cartográfica SIG, análisis de datos espaciales y plataforma de ubicación:
[https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm#:~:text=Un%20shapefile%20es%20un%20formato,1%C3%ADneas%20o%20pol%C3%ADgonos%20\(%C3%A1reas\)](https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm#:~:text=Un%20shapefile%20es%20un%20formato,1%C3%ADneas%20o%20pol%C3%ADgonos%20(%C3%A1reas)).
- Estrella C., N., Morgado G., A., Escudero U., A. H., Abrego C., H., M., I., Lima C., J., y Santos H., R. (2008). *Diagnóstico de la producción de artesanías en San Nicolás de Los Ranchos: Las últimas manos que tallan piedra*. Diagnóstico Social Comunitario (1ra ed., págs. 363-386). México: Universidad Autónoma Indígena de México, Universidad Autónoma de Sinaloa y Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
https://ucipfg.com/Repositorio/ELAP/CursosLibres/PPGPSA/Modulo_3/MC_3/GPASM313.pdf#page=363
- Félix, F., N. (s.f.). *Uso de los explosivos como carga de fondo (cebo) en voladuras superficiales y secundarias*. Biblioteca Digital.
<http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=11846>
- Flores C., E. (2011). *Minería a cielo abierto*.
https://www.researchgate.net/publication/324840504_Mineria_Metalica_a_Cielo_Abierto#:~:text=Minería%20a%20cielo%20abierto%20es,geológica%20que%20forma%20el%20yacimiento.

- Flórez, A., y Thomas, J. (1993). La teoría general de sistemas, Cuadernos de Geografía . *Revista Colombiana de Geografía*, 111-137.
- García, E. (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. Instituto de Geografía de la UNAM.
<https://www.igg.unam.mx/geoigg/biblioteca/archivos/memoria/20190917100949.pdf>
- Gaytán, E., y Benita , F. (2014). *La industria minera en México: patrones de desempeño y determinantes de eficiencia*. *Lecturas de Economía*(80), 103-131.
<http://www.scielo.org.co/pdf/le/n80/n80a4.pdf>
- Gómez-Tuena, A., Orozco-Esquivel, M. T., y Ferrari, L. (2005). *Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana*. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Conmemorativo del Centenario*(3), 227-283.
[http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5703/\(2\)Gomez.pdf](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5703/(2)Gomez.pdf)
- Gonzalez B., E. (2013). *El tallado de piedra como evidencia de desarrollo endógeno en el municipio de Chimalhuacán, Estado de México*. Instituto Politécnico Nacional.
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14396/2013%20ADITH%20GONZALEZ%20BARCENAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, C. (2022). *Derrumbe en mina de Toluca deja cuatro heridos; sepulta camión de volteo*. El Universal.
<https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/un-derrumbe-en-la-mina-la-loma-de-toluca-deja-4-heridos>
- GOOGLE EARTH. (2017). *Imagen Satelital*.
<https://www.google.com/intl/es-419/earth/versions/>
- Hernández, M., J. (2011). *Ensayo: estudio de impacto ambiental del sistema turístico Huaytará* . Estudios de investigación.
<https://miestudio-javier-javier.blogspot.com/2011/06/ensayo-estudio-de-impacto-ambiental-del.html>
- Hernández, V., P. O. (2019). *Concepto y división de la Geografía*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa_ixtlahuaco/2019/2/Formatos-Geografia.pdf

Higuera, A., A. M. (2003). *Teoría y Método de la Geografía. Introducción al análisis geográfico regional*. Prensas de la Universidad de Zaragoza.

IEECC. (2016). *Estrategia Estatal de Cambio Climático del Estado de México*. Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático.

https://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/Publicaciones%20Históricas/3_Estrategia%20de%20Cambio%20Climático/VERSIÓN%20TÉCNICA.pdf

IEEM. (2019). *Plataforma Electoral Municipal de Toluca*. Instituto Electoral del Estado de México.

https://www.ieem.org.mx/maxima_publicidad/maxima17_18/InfGral/PLATAFORMAS-2018/docs/Plataformas_Mpales/PRI/107_Toluca.pdf

IGCEM. (2018). *Delegaciones. Toluca de Lerdo, Estado de México*. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México.

IGCEM. (2018). *Nomenclátor de Localidades del Estado de México*. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México IGCEM.

<http://igecem.edomex.gob.mx/nomenclator-edomex#:~:text=Unidad%20territorial%20poblacional%20en%20cuyo%20espacio%20convive%20un,representaci%C3%B3n%20se%20clasifica%20con%20una%20categor%C3%ADa%20pol%C3%ADtica%20administrativa>.

IMSS. (s.f.). *Acercando al IMSS al ciudadano*. Gobierno de México.

<https://www.imss.gob.mx/estadisticas/afiliacion>

INEECC. (2015). *Evaluación de los impactos ambientales de las minas artesanales en México*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

INEECC. (2012). *Características Generales de la ZMVT*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/folletos/299/carac.html>

- INEGI. (1975). *Carta geológica. Toluca*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825640682>
- INEGI. (1975). *Carta uso de suelo y vegetación. Toluca*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825294373>
- INEGI. (1976). *Carta edafológica. Toluca*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825658199>
- INEGI. (1983). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Fotografía Aérea.
<https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/fotoaerea/areahistorica/#Descargas>
- INEGI. (1993). *Ortoimágenes. E14A38A Y E14A38D. Escala 1:20 000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/ortoimagenes/#Descargas>
- INEGI. (1999). *Ortoimágenes. E14A38A Y E14A38D. Escala 1:20 000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/ortoimagenes/#Descargas>
- INEGI. (2018). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*.
<https://www.inegi.org.mx/app/saic/?cue=mineria>
- INEGI. (2019). *Polígono de localidades urbanas y rurales amanzanadas*. Marco Geoestadístico. Censo Poblacional 2020.
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469>
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Principales resultados por localidad.
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados>
- INEGI. (s.f.). *Glosario de términos*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<https://cuentame.inegi.org.mx/glosario/u.aspx?tema=G>
- INFOME GEM. (2017). *La industria minera en el Estado de México*. Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México.
<http://ifomegem.edomex.gob.mx/sites/ifomegem.edomex.gob.mx/files/files/Inf%20Geolo>

gico%20Minera/LA%20INDUSTRIA%20MINERA%20EN%20EL%20ESTADO%20D
E%20MÉXICO%202017%20uv.pdf

INFOMESEM. (2022). *Directorio de minas*. Instituto de Fomento Minero y Estudio Geológicos del Estado de México.

<https://ifomegem.edomex.gob.mx/sites/ifomegem.edomex.gob.mx/files/files/Inf%20Geologico%20Minera/Directorio%20en%20actualizacion.pdf>

Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México. (2017). *Directorio de minas en Estado de México*.

<http://ifomegem.edomex.gob.mx/sites/ifomegem.edomex.gob.mx/files/files/Inf%20Geologico%20Minera/Directorio%20minas2017.pdf>

Instituto Nacional de Acceso a la Información. (2019). *YouTube/inaimexico*.

<https://www.youtube.com/watch?v=ekbVNwI-qhE>

Instituto Nacional del Emprendedor. (2016). *El Instituto Nacional del Emprendedor INADEM fomenta la cultura emprendedora*. Secretaría de Economía.

<https://www.gob.mx/se/articulos/el-instituto-nacional-del-emprendedor-inadem-fomenta-la-cultura-emprendedora>

Iracheta C., M. d. (2019). *¿Sabías que? La ciudad de Toluca era conocida como “La pequeña Francia”*. Hoja de ruta digital.

<https://hojaderutadigital.mx/sabias-que-la-ciudad-de-toluca-era-conocida-como-la-pequena->

<francia/#:~:text=María%20del%20Pilar%20indicó%20que,que%20sólo%20quedan%20vestigios%2C%20ya>

IUSS Grupo de Trabajo WRB. (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (FAO)*

Roma: Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos.

<https://www.fao.org/3/a0510s/a0510s00.pdf>

Jennings, N. S. (2012). *Visión general de la minería*. Minas y canteras. Washington: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Juan, P., J. I. (2006). *Manejo del ambiente y riesgos ambientales en la región fresera del Estado de México*. México: Biblioteca virtual de Derecho, Economía, Ciencias Sociales y Tesis Doctorales.
- Juan, P., J. I., Rebollar, S., y Monrroy G., J. F. (2007). *Descampesinización de una comunidad indígena campesina en México*. Observatorio de la Economía Latinoamericana(75).
<http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/mx/2007/prm.htm>
- Leyva, O., L., A. y Leyva R., C., A. (2019). *Minería artesanal y desarrollo local sostenible en Cuba*. Revista Caribeña de Ciencias Sociales, 1-11.
<https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/desarrollo-local-cuba.zip>
- Lizmová, N. (2007). *Análisis de mapas como un método de investigación de fenómenos naturales y socioeconómicos*. Revixta Luna Azul(24), 74-80.
<https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727226010.pdf>
- Long, J. (2008). *Tecnología alimentaria prehispánica*. Estudios de cultura náhuatl, 39, 127-137.
<https://nahuatl.historicas.unam.mx/index.php/ecn/article/view/15291/14537>
- López, M., M., A. (2019). *Cartografía geológico-ambiental de los volcanes de la zona centro de Toluca con énfasis en contos estructurales y su influencia en las características hidrogeológicas del área*. Universidad Autónoma del Estado de México.
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108985/LOPEZ-MARCO-LGAM-2019_sds.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Mckenzie, A. W. (2014). *Noise-induced hearing loss in opencast mining workers: a retrospective study*. Occupational Medicine.
- Miller, T. G. (1994). *Ecología y Medio Ambiente*. México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2019). *Informe sobre los impactos ambientales de la minería aurífera artesanal en la región Madre de Dios*.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/122274-informe-sobre-los-impactos-ambientales-de-la-mineria-aurifera-artesanal-en-la-region-madre-de-dios>
- Montes, R. (2020). *La diversidad del medio geográfico en el planeta. La interacción de factores ecogeográficos*.

<https://idoc.pub/documents/tema-03-la-diversidad-del-medio-geografico-en-el-planeta-14305ez5z24j>

- Morales, Y., F., J. (2012). *La Geografía de la Percepción: Una metodología válida aplicada al caso de una ciudad de tipo medio-pequeño. El ejemplo de Yecla (Murcia)*. Papeles de Geografía, 137-152.
- Muehlenbachs, L., S. (2018). *Los impactos locales de la minería en el empleo: un análisis econométrico de los multiplicadores de empleo al norte de Canadá*. Journal of Economics, 2(51), 693-725. Canadian Journal of Economics.
<https://www.jstor.org/stable/26520862>
- Muñoz, J. (1986). *La minería en México. Bosquejo histórico*. Quinto centenario(11), 145-156.
- Ochoa, A., Bustillos, S., Malépart, C., y Urbina, F. (2017). *Sistemas Inteligentes para la elaboración de Mapas Tendenciales de Uso de Suelo*.
- Okyere B., M. (2015). "Environmental Impacts of Mining: A Study of Mining Communities in Ghana". *Ecología Aplicada y Ciencias Ambientales.*, 3(3), 81-94.
- Orfila P., M., Castillo R., M. A., y Casado M., P. J. (1996). *La cantera romana del Cortijo del Canal (Albolote, Granada): composición, explotación y uso en la construcción*. Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, 19, 389-394.
http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNHC1_054.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *Marco Estratégico de la FAO para 2022-2031*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<https://www.fao.org/strategic-framework/es>
- Pasquaré, G., Garduño, V., Tibaldi, A., Ferrari, M. (1988). *Stress pattern evolution in the central sector of the Mexican Volcanic Belt: Tectonophysics*, vol. 146, pp. 353- 364
- Páramo, M., D., y Ramírez P., E. (2008). *Gerencia Estratégica de Marketing*. Colombia: Universidad Surcolombiana.
<https://www.redalyc.org/pdf/646/64612782011.pdf>

- Peralta, M., C. (2009). Etnografía y métodos etnográficos. *Revista Colombiana de Humanidades*(74), 33-52.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515551760003>
- Pérez, J., S. (2016). *Atlas de la minería metálica en México*. *Revista cartográfica*(92), 191-210.
- Principi, N. (2018). *Análisis de interacción espacial a través de cartografía de flujos: partidos de la cuenca del río Luján*. *Anuario de la división geografía*, 185-193.
- QGIS project. (2022). *Documentation*. Georreferenciador.
https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user_manual/working_with_raster/georeferencer.html
- Quadri De la T., G. (2019). *Minería, crisis ambiental y sustentabilidad*. *El Economista*.
<https://www.economista.com.mx/opinion/Mineria-crisis-ambiental-y-sustentabilidad-20191017-0178.html>
- Quimí D., J. V. (2019). *Estrategias de comercialización y su incidencia en el posicionamiento de la asociación de trabajadores en canteras de la comuna San Rafael, Provincia de Santa Elena, año 2017*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4741/1/UPSE-TAE-2019-0057.pdf>
- RAE. (2001). *Diccionario de la lengua española* .Real Academia Española:
<https://www.rae.es/drae2001/flete>
- RAE. (2021). *Diccionario de la lengua española* . Real Academia Española.
<https://dle.rae.es/ornamental>
- RAE. (2022). *Diccionario de la lengua española* . Real Academia Española.
<https://dle.rae.es/tizne>
- Ramírez, B. R. (2007). *La geografía regional: tradiciones y perspectivas contemporáneas*. Investigaciones Geográficas .
- Ramírez, L., G. (2022). *Incidencia de la minería no metálica en el cambio de uso de suelo en el Municipio de Tepetlaoxtoc durante el periodo 2014-2019*. Repositorio Institucional UAEM. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/113023>
- Ramos, F. (2018). *Molcajeteros, pican la piedra desde hace siglos; tradición artesanal en zona norte de Toluca*. *El sol de Toluca*.

- <https://www.elsoldetoluca.com.mx/local/molcajeteros-pican-la-piedra-desde-hace-siglos-tradicion-artesanal-en-zona-norte-de-toluca-2051462.html>
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario Real Academia Española*. RAE.
<https://dle.rae.es/ripio?m=form>
- Reyes, B., A. (2019). *Propuesta de Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica*. Diseño de un molino para pulverizar semilla de mezquite.
https://dcbi.azc.uam.mx/media/Licenciaturas/Mecanica/RevisionPPI/PPI-033-19-PI-ALFONSO_REYES_BARQUERA_E3.pdf
- Rodríguez-Yc, J. R. (2013). *La molienda en Mesoamérica, formas, funciones, usos y manufactura de los instrumentos. Un estudio Etnoarqueológico en México*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/60241/Documento_completo.pdf-PDFA-U.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Rodríguez-Yc, J. R. (2018). *Piedras de molienda de Mesoamérica*. *Arqueología Iberoamericana*, 10(37), 53-60.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3247878>.
- Roldán, P. (s.f.). *Infraestructura*. Economipedia.com.
<https://economipedia.com/definiciones/infraestructura.html>
- Rubio, P. (1996). *La teoría general de sistemas y paisaje*. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 91-104.
- Rueda-Mijangos, J. F., y Mercado-Salgado, P. (2020). *Desempeño sustentable y resultados de excelencia administrativa en minas pétreas en el Estdo de México 2019: un estudio exploratorio*. *Minería y Geología*, 36(3), 268-283.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad en México:
<https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxC1.pdf>
- S. Mitchell, W., y S. Mitchell, C. (2012). *Prospección*. En Armstrong, J. R., y Menon, R., *Minas y canteras* (págs. 74.0-74.64). Washington: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en

el Trabajo.

<https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+74.+Minas+y+cantera>

Sánchez-Crispin, Á., y Sánchez-Salazar, M. T. (s.f.). *La minería no-metalica en México: Visión geográfico-económica contemporanea*. Observatorio Geográfico de América Latina:
<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal3/Geografiasocioeconomica/Geografaiindustrial/06.pdf>

Sariego, R., J. L. (1994). *Minería y territorio en México: tres modelos históricos de implantación socioespacial*. *Estudios demográficos y urbanos*, 9(2), 327-337.
<https://doi.org/10.24201/edu.v9i2.910>

Secretaría de Cultura y Turismo. (s.f.). *Recurso histórico-cultural*. Pueblo de San José el Vidrio, Nicolás Romero.
https://experiencia.edomex.gob.mx/recursos_turisticos/mostrarDetalleRecursos/1609

Secretaría de Desarrollo Urbano. (2007). *Geología del Estado de México*. Plan Estatal de Desarrollo Urbano.
http://seduv.edomexico.gob.mx/dgau/pdf/plan_estatal/d-03.pdf

Secretaría de Economía. (2022). *Gobierno de México*. Minería.
<https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria>

Secretaría de Economía. (2022). *Portafolio de proyectos mineros mexicanos*. Ciudad de México, Colonia Condesa, México: Los Filos, Leagold Mining.
https://www.economia.gob.mx/files/gobmx/mineria/portafolio_de_proyectos.pdf

Secretaría de Gobernación. (2014). *Acuerdo por el que se aprueba el Programa de Desarrollo Minero 2013-2018*. Diario Oficial de la Federación.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5344070&fecha=09/05/2014&print=true

SEMARNAT. (2010). *Regiones hidrológico-Administrativas*. Atlas Hidrológico.
http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_agua.pdf

- SEMARNAT. (2017). *Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial*. Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-y-de-manejo-especial>
- SEMARNAT. (2018). *Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>
- Seoanez, C., M. (1999). *El gran diccionario del Medio Ambiente y de la contaminación. Definiciones en español con traducción de los terminos al francés y al inglés*. Ediciones Mundi-Prensa .
- Servicio Geológico Mexicano. (2019). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana*.
http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2018_Edicion_2019.pdf
- Servicio Geológico Mexicano. (2020). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (2021 ed.). Gobierno de México.
https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2020_Edicion_2021.pdf
- Sevilla, A. (2022). *Economía*. Economipedia:
<https://economipedia.com/definiciones/economia.html>
- SGM. (2021). *Monografía de Basalto*. Servicio Geológico Mexicano.
http://www.sgm.gob.mx/pdfs/monografias/no_metalicos/Monografia_de_Basalto_2021.pdf
- SNMF. (2021). *¿Qué es la deforestación?*. Sistema Nacional de Monitoreo Forestal.
<https://snmf.cnf.gob.mx/deforestacion/>
- Sotomayor T., H. A. (2015). *El mortero. Del alimento al medicamento*. Historia de la medicina.
<https://www.revistamedicina.net/index.php/Medicina/article/view/108-10/581>
- Structuralia. (2021). *Explosivos en minería: principales características de cada uno*. Industria, Energía y Medioambiente.
<https://blog.structuralia.com/explosivos-en-mineria>

- T. Soysal, M. K. (2016). *Noise-induced hearing loss among open-fan mining workers in Turkey*. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 22.
- Taboada, J., Alejano, L. R., G-Bastante, F., y Ordóñez, C. (2005). *Aprovechamiento integral de una cantera de granito ornamental*. *Materiales de construcción*, 5(279), 1-19.
https://www.researchgate.net/profile/Leandro-Alejano/publication/43179786_Total_exploitation_of_an_ornamental_granite_quarry/links/00463530cb5fcc7cbf000000/Total-exploitation-of-an-ornamental-granite-quarry.pdf
- Téllez, R., I., y Azamar A., A. (2021). *La política de concesiones a los grupos mineros de México*. *Problemas del desarrollo*, 52(206), 35-59.
<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.206.69714>
- Tognola, J. (s.f.). *¿Qué es impacto?*. Centro de Innovación Social de Alto Impacto de Jalisco.
<https://cisai.iteso.mx/que-es-impacto/>
- Toribio, G. (2020). *Trabajar con archivos BIL del INEGI en QGIS*. Cursos de teledetección.
[https://www.cursosteledeteccion.com/trabajar-con-archivos-bil-del-inegi-en-qgis/#:~:text=Los%20archivo%20BIL%20\(Band%20Interleaved,las%20im%C3%A1genes%20obtenidas%20de%20sat%C3%A9lites.](https://www.cursosteledeteccion.com/trabajar-con-archivos-bil-del-inegi-en-qgis/#:~:text=Los%20archivo%20BIL%20(Band%20Interleaved,las%20im%C3%A1genes%20obtenidas%20de%20sat%C3%A9lites.)
- Universidad de Valencia. (2016). *La química de la pólvora*. Universidad de Valencia.
<https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/master-universitario-quimica/quimica-polvora-1285949129052/GasetaRecerca.html?id=1285960614806>
- USEPA. (2021). *Directrices para la extracción y procesamiento de los efluentes minerales*. United States Environmental Protection Agency.
<https://www.epa.gov/eg/mineral-mining-and-processing-effluent-guidelines>
- Vargas C., E. (1992). *La fotografía aérea y su aplicación a estudios geológicos y geomorfológicos. Principios de percepción remota*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.

