



**INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS  
MINERALES DEL MUNICIPIO  
TLALPUJAHUA, ESTADO DE MICHOACÁN.**

**SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO  
SECRETARIA DE DESARROLLO ECONÓMICO  
GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN.**

**INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS  
MINERALES DEL MUNICIPIO TLALPUJAHUA,  
ESTADO DE MICHOACÁN.**

ELABORÓ: ING. JORGE BUSTAMANTE GARCÍA

REVISÓ: ING. JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ GONZÁLEZ

SUPERVISÓ: ING. FERNANDO CASTILLO NIETO

OCTUBRE DE 2007

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>I. GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
I.1. Introducción	1
I.2. Objetivo	2
<b>II. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO</b>	<b>3</b>
II.1. Localización y extensión	3
II.2. Breve Bosquejo Histórico	4
II.3. Vías de Comunicación y Acceso	7
II.4. Fisiografía	8
II.5. Hidrografía	11
<b>III. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL</b>	<b>15</b>
III.1. Geología Regional	15
III.2. Geología Local	18
<b>IV. LOCALIDADES MINERALES</b>	<b>26</b>
IV.1. Localidades de Rocas Dimensionables	26
IV.2. Localidades de Minerales Metálicos	54
IV.3. Localidades de Agregados Pétreos	81
IV.4. Localidades de Minerales No Metálicos	87
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>93</b>
V.1. Conclusiones	93
V.2. Recomendaciones	95
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>96</b>

### **ANEXO I**

Fichas para el inventario físico de los recursos minerales, municipio Tlalpujahuá, Mich.

## FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Mapa de localización del municipio Tlalpujahua, Mich.	3
Figura 2. Principales vías de comunicación del Estado de Michoacán	8
Figura 3. Provincias Fisiográficas de México	10
Figura 4. Provincias Fisiográficas del Estado de Michoacán	11
Figura 5. División Hidrológica de México	12
Figura 6. División Hidrológica en el Estado de Michoacán	13
Figura 7. Mapa Hidrográfico del Estado de Michoacán	14
Figura 8. Provincias Geológicas de México	15
Figura 9. Terrenos Tectonoestratigráficos de México	16

## TABLAS

Tabla 1. Localidades de Rocas Dimensionables	31
Tabla 2. Localidades de Minerales Metálicos	56
Tabla 3. Localidades de Agregados Pétreos	83
Tabla 4. Localidades de Minerales No Metálicos	88
Tabla General de Localidades Minerales	90

## PLANOS

Plano 1. Carta Geológica, Municipio Tlalpujahua, Michoacán.  
Escala 1:50,000, (en bolsa al final del texto)

Plano 2. Carta de Yacimientos Minerales, Municipio Tlalpujahua, Michoacán.  
Escala 1:50,000, (en bolsa al final del texto)

Plano 3. Carta Magnética, Municipio Tlalpujahua, Michoacán.  
Escala 1:50,000, (en bolsa al final del texto)

# I. GENERALIDADES

## I.1. INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia para el estado de Michoacán, contar con información geológica minera actual, con un enfoque directo a la exploración de recursos minerales metálicos, minerales no metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos en cada uno de los municipios de la entidad. En agosto del año 2005, el Secretario de Desarrollo Económico de Michoacán, en representación del Gobierno del Estado, entabló pláticas con el Director General del Servicio Geológico Mexicano, con la intención de establecer las bases de un convenio para el desarrollo del **Inventario Físico de los Recursos Minerales de los municipios de Angangueo, Áporo, Aquila, Charo, Epitacio Huerta, Indaparapeo, Ocampo, Tlalpujahu y Zinapécuaro del Estado de Michoacán**, en una superficie total de 1,714.28 Km<sup>2</sup>, con el fin de promover los trabajos geológico mineros con diferentes inversionistas para el aprovechamiento de los recursos resultantes.

El presente inventario del municipio Tlalpujahu se realizó tomando como base la geología levantada con anterioridad por el Servicio Geológico Mexicano en el noreste del estado, de la cual se extrajo exclusivamente la geología del municipio (ver Carta Geológica del Municipio Tlalpujahu, escala 1:50,000 al final del texto) que se relacionó con la geología local observada en las visitas de campo del personal técnico asignado a este estudio.

Por otra parte, se integró un plano con la ubicación y descripción (en ficha) de las localidades, yacimientos, prospectos y manifestaciones minerales localizados en el transcurso del presente trabajo, así como los cartografiados anteriormente durante el levantamiento de la geología, para enriquecer la información de las localidades en este municipio (ver Carta de Yacimientos Minerales del Municipio Tlalpujahu, escala 1:50,000 al final del texto).

Con objeto de que la información sea completa al desarrollar estudios posteriores en algunas localidades que así lo ameriten, se incluye el levantamiento magnético realizado por el Servicio Geológico Mexicano que podrá ayudar a interpretar las condiciones del subsuelo relacionadas con posibles yacimientos a profundidad y superficiales (ver Carta Magnética del Municipio Tlalpujahua, escala 1:50,000 al final del texto).

## **I.2. OBJETIVO**

El principal objetivo del presente Inventario es difundir el conocimiento de la geología y los recursos minerales del municipio Tlalpujahua, con el firme propósito de determinar la presencia e importancia económica de los posibles yacimientos de minerales metálicos, de los minerales no metálicos, así como de las rocas dimensionables y agregados pétreos existentes, lo que debe conducir a implementar programas de infraestructura geológico-minera, que coadyuven al desarrollo del municipio y por consiguiente del estado, y que ayuden a:

1. Localizar recursos minerales y roca como materia prima para la industria minera y para el desarrollo urbano.
2. Atraer inversión nacional y extranjera para elevar el nivel de vida de las comunidades en los municipios, con el desarrollo de nuevos proyectos.
3. Generar empleo para la gente local, evitando la emigración.
4. Contribuir al desarrollo de la minería social.

.

## II. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

### II.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

El municipio Tlalpujahua (figura 1), se localiza en el extremo noreste del estado de Michoacán, tiene una extensión territorial de 231.49 km<sup>2</sup>, equivalente al 0.39% de la superficie del estado, que es de 58,836.95 km<sup>2</sup>.

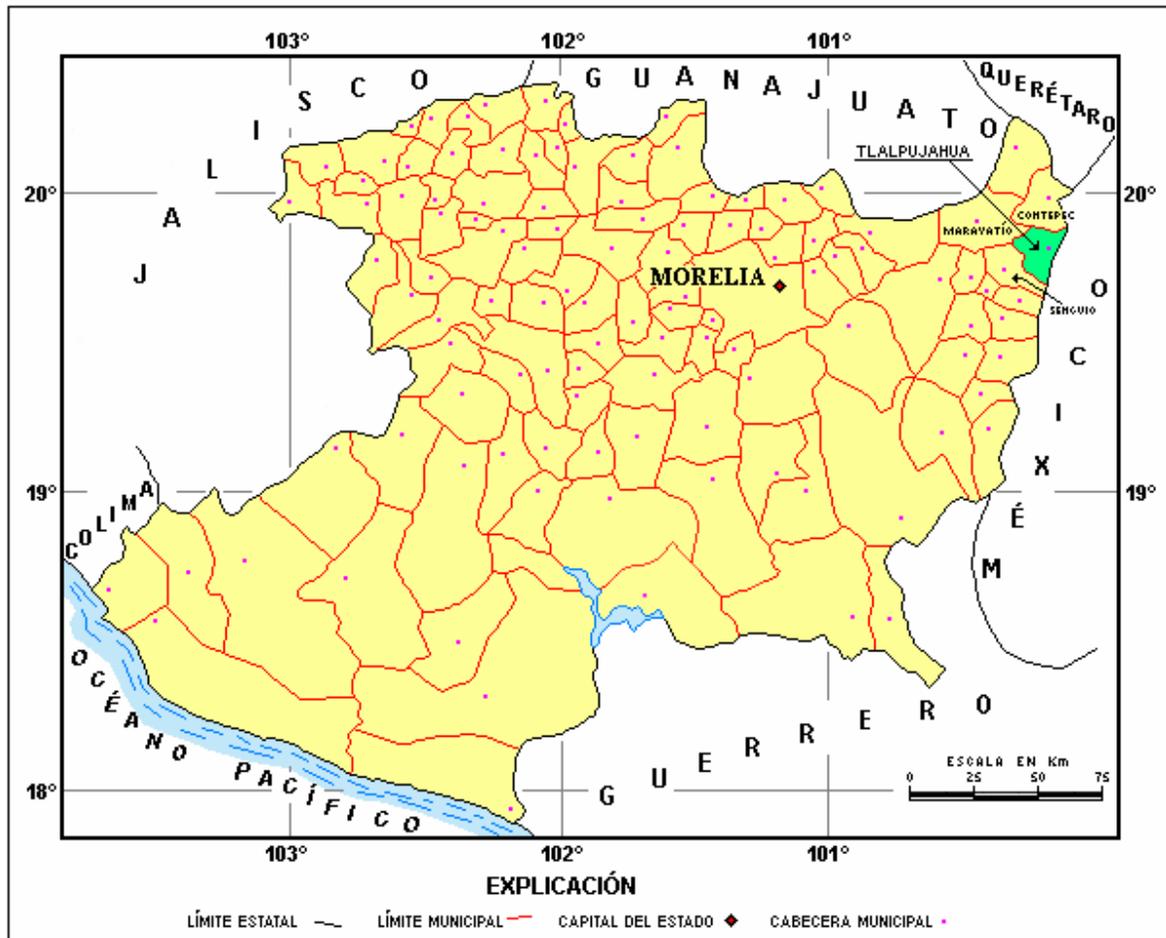


Figura 1. Mapa de Localización del municipio Tlalpujahua, Mich.

Este municipio se encuentra limitado entre las coordenadas geográficas 19°42'-19°52' de latitud norte, y 100°08'-100°17' de longitud oeste; Tlalpujahua, cabecera municipal, está situada a 19°47'40" de latitud norte y 100°10'30" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 2,580 metros sobre el nivel del mar.

El municipio colinda al norte con Contepec, al este y al sur con el Estado de México, al poniente y surponiente con Senguio y al poniente norponiente con Maravatío. La distancia a la capital del estado es de 156 km.

## **II.2. BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO**

Tlalpujahua es un pueblo de origen prehispánico, habitado por indígenas de la raza mazahua o mazahuatl. Antes de la llegada de los españoles, el lugar fue un punto de constante conflicto, pues se localizaba en los límites de dos poderosos imperios, el tarasco y el azteca. Los primeros llegaron a este lugar aproximadamente en 1460 y posteriormente lo hicieron los aztecas, comandados por su emperador Axayácatl. Con la conquista española del reino tarasco hacia 1522, se crearon las encomiendas y Tlalpujahua formó parte de la encomienda de Tarimeo, otorgada a Gaspar de Ávila. Al erigirse los obispados de Michoacán y México se suscitaron varios conflictos para determinar a cuál de ellos pertenecería Tlalpujahua, debiéndose a las gestiones de Don Vasco de Quiroga, el que formara parte definitiva de Michoacán.

Aunque hay referencias prehispánicas de la obtención de oro y plata en Tlalpujahua, se considera que es en el siglo XVI cuando se convierte en distrito minero de importancia, experimentando su primera gran bonanza. En 1560 recibió la afluencia de españoles, por el hallazgo de minas de oro y plata y se dio el título de Real de Minas de Tlalpujahua. Diez años más tarde se le nombró Alcaldía Mayor, y dependiendo directamente del Virrey. En 1575 se erigió el curato de Don Antonio de Morales, sucesor inmediato de Don Vasco de Quiroga. En 1593 el alcalde de las minas de Tlalpujahua, Gaspar de Solís, por órdenes del Virrey llevó a cabo la primera congregación de indígenas y el primer trazo y construcción de viviendas del nuevo pueblo. El 4 de julio de 1603 se constituyó la congregación del Real de Minas de Tlalpujahua, contando entonces con 14 ingenios de explotación.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII se produce un segundo auge de la actividad minera en el distrito, a tal punto, que el francés José de la Borda, dueño de la concesión minera de Tlalpujahuilla y descubridor de una importante veta que lleva su nombre en las cercanías de Tlalpujahuilla, ganó más de 30 millones de pesos de esa época.

En 1765, según informes del doctor Felipe de Valleza, el curato de Tlalpujahuilla, comprendía los pueblos de San Miguel Tlacotepec, San Juan Tlalpujahuilla, Santa María, Nuestra Señora de los Remedios y San Pedro Tarimangacho.

A principios del siglo XVIII, un incendio destruyó parte de Tlalpujahuilla lo que ocasionó que importantes edificios y documentos se redujeran a cenizas. En 1820 Tlalpujahuilla estaba deshecha por la guerra de independencia y la mayor parte de sus minas abandonadas.

Por 1822 se constituyó el primer ayuntamiento y el 10 de diciembre de 1831 se le reconoció como municipio, siendo cabecera de partido del Departamento de Oriente.

El 21 de mayo de 1859 se le otorgó el título de Mineral de Rayón, para perpetuar la memoria de los hermanos López Rayón. En 1861 fue cabecera del distrito compuesto por Angangueo, Contepec y el mismo Tlalpujahuilla.

Hacia finales del siglo XIX se estableció la compañía Minera Dos Estrellas (capital francés), que operó de 1898 a 1959 y produjo una nueva gran bonanza, tal vez la más importante de su historia, al emplear los más adelantados sistemas minero-metalúrgicos de su tiempo (como el proceso de cianuración inventado por Mc Arthur y Forrest) y al descubrir la veta madre La Verde, que se encontraba a 750 m al poniente de la veta San Rafael y que se explotó en una longitud de 2 km, con un espesor variable de 15 a 20 m. Este hecho, aunado a la nueva legislación de 1892 que consideró a la propiedad minera irrevocable y perpetua, transformaron a

este distrito en campo fértil para la especulación, la inversión de grandes capitales y para el uso y manejo de alta tecnología minera (Uribe-Salas, 2006).

Entre los años noventa del siglo XIX y la primera década del siglo XX, el mineral de Tlalpujahuá alcanzó no sólo una proyección nacional, sino también internacional.

Su importancia más allá de las fronteras del país se remonta a la época colonial, sin embargo, durante el régimen porfirista se constituyó en uno de los mayores productores de oro, al grado de ser considerado en los círculos oficiales y en los centros financieros internacionales, como de los pocos distritos del planeta de mayor rentabilidad económica (Uribe-Salas, 2006). En 1937 una inundación destruyó las minas Dos Estrellas y los principales barrios del pueblo, lo que provocó deterioro económico y la emigración de la población hacia otros puntos del Estado y de entidades vecinas.

Desde 1959, en que dejó de operar la Compañía Dos Estrellas, la producción en el distrito ha sido intermitente, esporádica y siempre a rango de pequeños mineros y gambusinos.

Desde la década de los ochenta del siglo pasado la Compañía Luismin ha realizado labores de exploración, con métodos indirectos y directos, como geofísica y barrenación, respectivamente. Se ha realizado levantamiento de las obras mineras accesibles y se ha clasificado una gran cantidad de información (planos, informes y resultados, etc.), lo que ha conducido a fortalecer las expectativas sobre el potencial de mineral de interés en todo el distrito. La inversión para todos estos trabajos en las dos últimas décadas ha sido bastante significativa por parte de la empresa.

En la actualidad sólo dos pequeños mineros extraen mineral a muy baja escala. Se trata de los hermanos Mercado que trabajan la mina La Borda y el señor Jorge

Romero quien trabaja su fundo San Cristóbal-El Pinto. Sin embargo, tienen grandes dificultades para operar su material, ya que no hay plantas de beneficio en las cercanías y casi todo se apila en el patio de sus respectivas minas sin obtener ningún beneficio.

### **II.3. VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO**

La principal vía de comunicación desde Morelia, capital del estado, es la autopista de cuota México-Morelia-Guadalajara, recorrido que se realiza aproximadamente en dos horas y media (figura 2). Otra vía importante es la carretera federal No. 126 o antigua carretera pavimentada que comunica a Morelia-Maravatío-El Oro-Atlacomulco.

Cuenta además con carreteras estatales como las que comunican a la cabecera municipal con Venta de Bravo, al norte, y la que va de Santa María de los Ángeles a Angangueo, hacia el sur.

Numerosos caminos pavimentados comunican a la cabecera municipal con distintos poblados y comunidades, como los que conducen a Tlacotepec, a Tlalpujahuilla, la presa Brockman y San Juan de Dios, la que va de Cuatro Pilares a San Pedro Tarímbaro.

El municipio cuenta también, con varios caminos de terracería y brechas que enlazan a la cabecera municipal con las diversas comunidades, o a éstas entre sí.

La mayor parte de estos caminos son transitables en todas las épocas del año. Cabe mencionar que las localidades mineras de este antiguo distrito se encuentran, por lo general, bien comunicadas por estas terracerías y brechas.



**Figura 2. Principales vías de comunicación del Estado de Michoacán.**

#### **II.4. FISIOGRAFÍA**

El municipio de Tlalpujahua se ubica fisiográficamente en la Provincia del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) o zona del Eje Volcánico o Eje Neovolcánico, Subprovincia de Mil Cumbres (figuras 3 y 4). La Provincia del Cinturón Volcánico Mexicano comprende toda la parte norte del estado de Michoacán y se extiende regionalmente desde Veracruz hasta Nayarit. Es uno de los elementos estructurales mayores y más recientes de la geología de México, su actividad

volcánica inició en el Mioceno y se prolonga hasta el Reciente, y se encuentra fragmentado por lineamientos principales E-W y N-S, conformando estructuras de fosas y pilares, como las del Valle de México, el Lago de Chapala (Jal.) y la Laguna de Cuitzeo (Mich.). La Subprovincia de Mil Cumbres, por su parte, abarca la mayor parte de los municipios del noreste michoacano, entre los que se encuentran Angangueo, Ocampo, Áporo, Tlalpujahua y Epitacio Huerta.

El área presenta dos formas morfológicas diferentes: la primera de formas topográficas relativamente elevadas ocupa un 60% del territorio, tanto al norte, como al sur, poniente y oriente, a excepción de la parte central del municipio, y se expresa en construcciones volcánicas con alturas que varían de 2,800 a 3,200 m.s.n.m., como las de los cerros Santiago, El Manzano y Colorado que conforman un alto estructural orientado este-oeste. En las partes centrales del municipio se localiza la otra zona que se caracteriza por elevaciones suaves conformadas por lomeríos y mesas orientadas sensiblemente al oriente, con elevaciones que varían de 2,500 a 2,700 msnm y que en el sector central conforman, un bajo estructural.

La expresión litológica de este aspecto morfológico de bajo estructural está representado localmente por la secuencia vulcanosedimentaria metamorfozada del Cretácico.



**Figura 3. Provincias Fisiográficas de México.**

Teniendo en cuenta estos aspectos fisiográficos el área del municipio se encuentra cubierta por una secuencia vulcanosedimentaria metamorfizada y por una secuencia volcánica miocénica-cuaternaria, que se considera la manifestación masiva con la que se inicia la actividad volcánica del Cinturón Volcánico Mexicano en la zona (Pasquarè *et al.*, 1991).

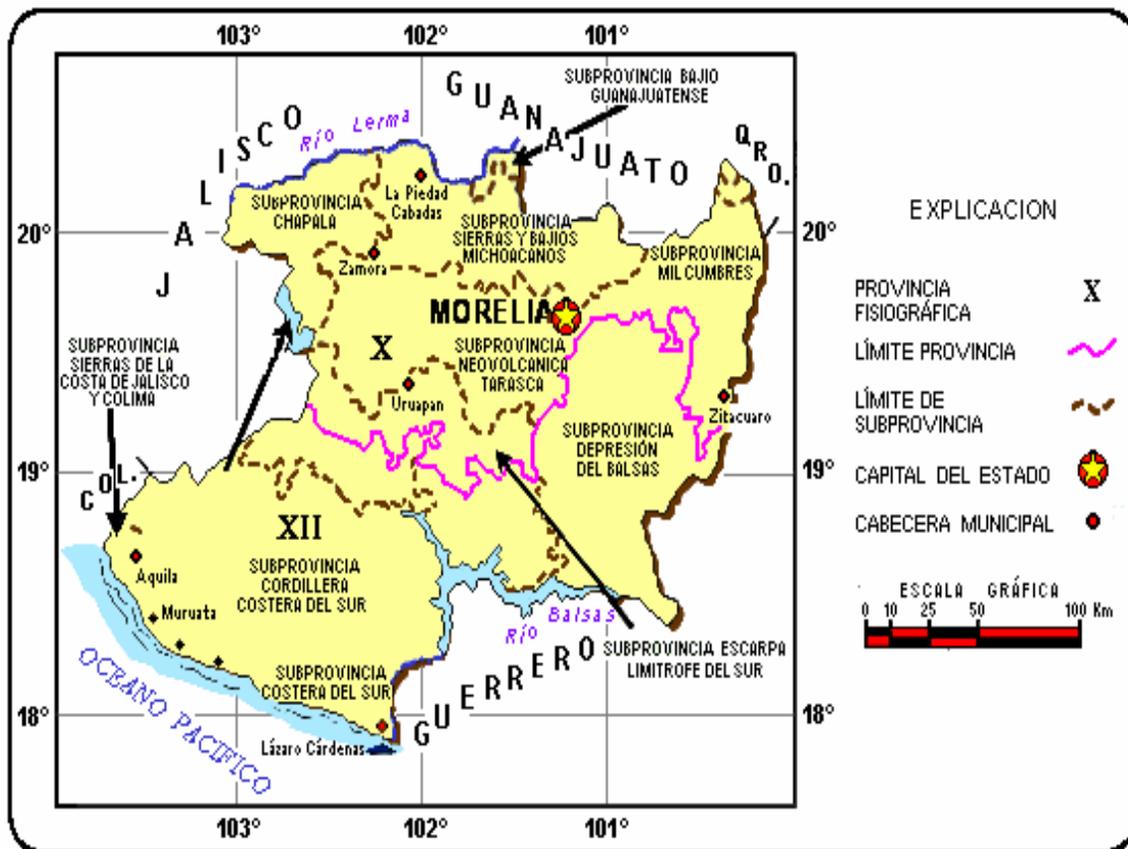
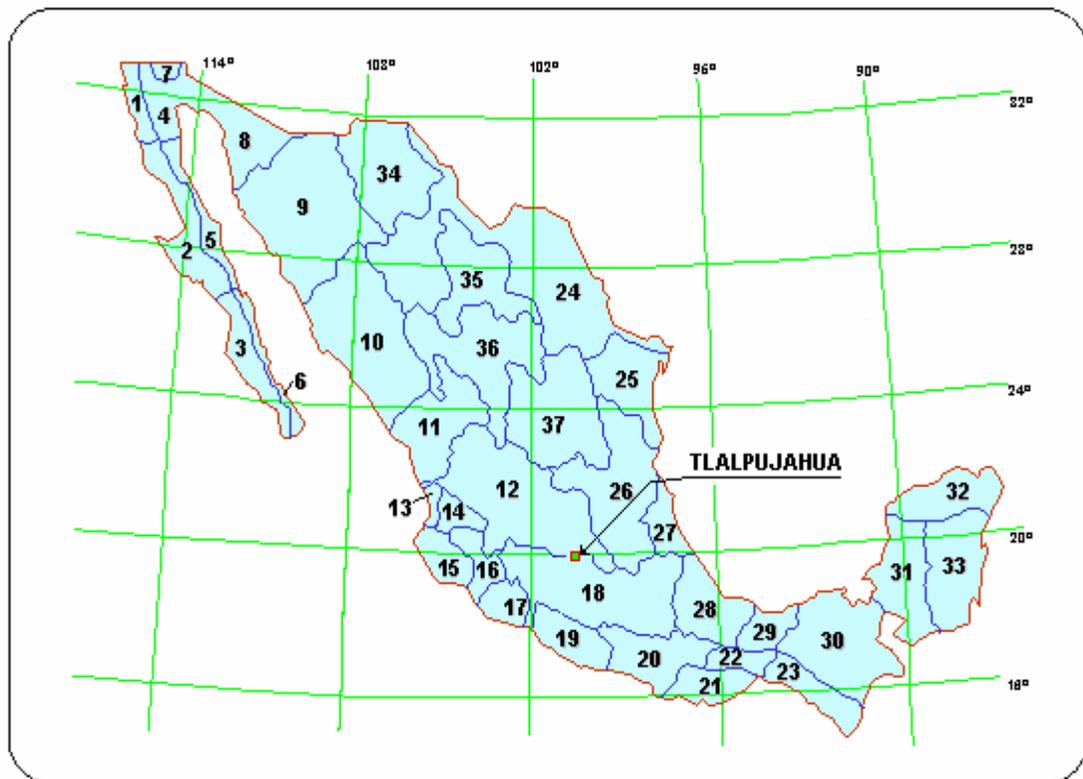


Figura 4. Provincias Fisiográficas del Estado de Michoacán.

## II.5. HIDROGRAFÍA

El territorio del estado de Michoacán se enmarca dentro de tres regiones hidrológicas principales: la del sur o Costa de Michoacán (RH17), donde destacan los ríos Coahuayana, Ostula y Chuta; la del centro o del Balsas (RH18), cuyos ríos principales son el Tepalcatepec y el Balsas y la región septentrional o Lerma-Santiago (RH12), cuyo río principal el Lerma abarca una zona de influencia que comprende los lagos Cuitzeo y Tepuxtepec en las inmediaciones de los municipios del noreste michoacano donde se llevó a cabo el presente inventario minero.



**VERTIENTE OCCIDENTAL**

1. Baja California Noroeste (Ensenada)
2. Baja California Centro-Oeste (Vizcaino)
3. Baja California Suroeste (Magdalena)
4. Baja California Noreste (Laguna Salada)
5. Baja California Centro-Este (Santa Rosalia)
6. Baja California Sureste (La Paz)
7. Río Colorado
8. Sonora Norte
9. Sonora Sur
10. Sinaloa
11. Presidio – San Pedro
12. Lerma Santiago
13. Huicicila

14. Ameca
15. Costa de Jalisco
16. Armería-Coahuayana
17. Costa de Michoacán
18. Balsas
19. Costa Grande
20. Costa Chica – Río Verde
21. Costa de Oaxaca (Puerto Angel)
22. Tehuantepec
23. Costa de Chiapas

**VERTIENTE ORIENTAL**

24. Bravo – Conchos
25. San Fernando – Soto La Marina

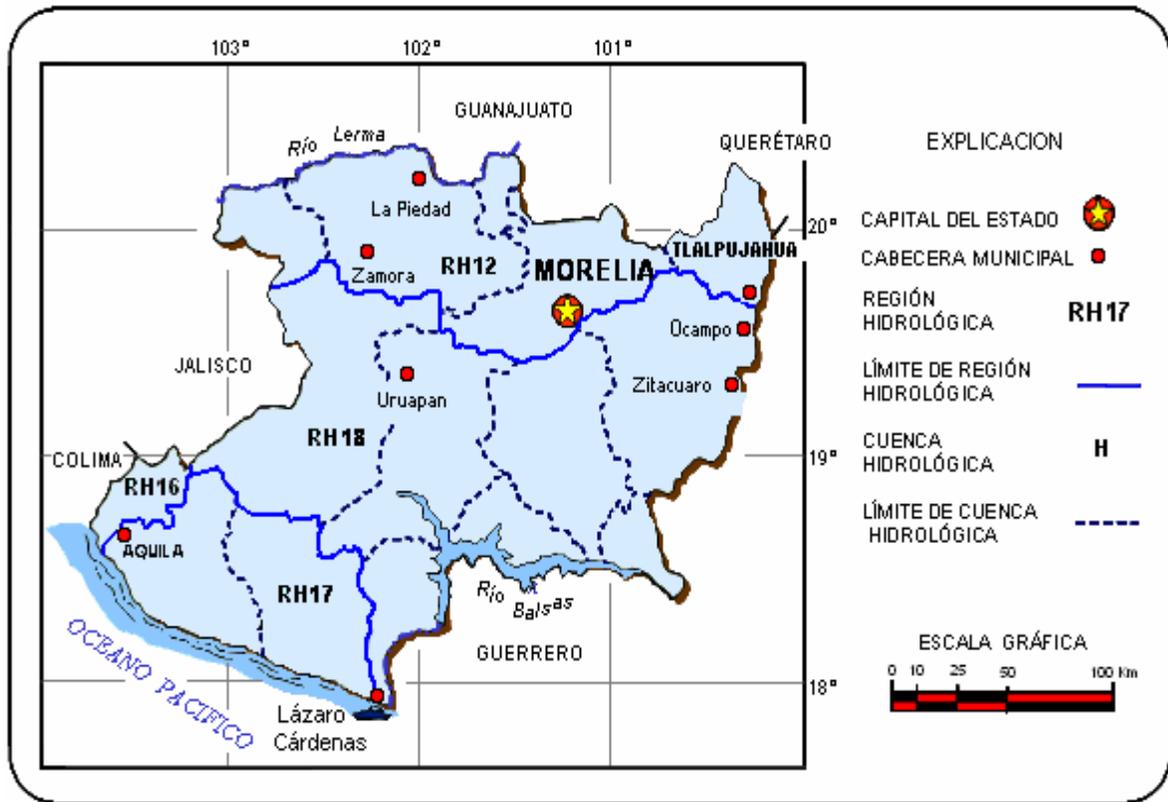
26. Panuco
27. Tuxpan - Nautla
28. Papaloapan
29. Coatzacoalcos
30. Grijalva- Usumacinta
31. Yucatán Oeste
32. Yucatán Norte
33. Yucatán Este

**VERTIENTE INTERIOR**

34. Cuencas Cerradas del Norte
35. Mapimí
36. Nazas - Aguanaval
37. El Salado

**Figura 5. División Hidrológica de México.**

Dentro de este marco hidrológico, el municipio de Tlalpujahua se encuentra situado en las estribaciones más australes de la Región Hidrológica RH12, que corresponde a la cuenca del Lerma-Santiago, al noreste del estado (figuras 5 y 6).



**Figura 6. División Hidrológica en el Estado de Michoacán**

La sierra de Angangueo-Tlalpujahua constituye el parteaguas de las cuencas de los ríos Balsas y Lerma-Santiago, por lo que el sistema hidrográfico del municipio de Tlalpujahua, se ubica en la cuenca del Lerma-Santiago y localmente cuenta con corrientes y cuerpos de agua perennes e intermitentes que conforman arroyos, como el San José, Puerto Santa Marta, San Pedro y El Carmen, entre otros, que fluyen hacia el norte y alimentan los arroyos La Venta y Las Minas que en el poniente desembocan en el Río Lerma. La descarga de los acuíferos se efectúa de manera natural por medio de estos pequeños ríos y arroyos en el área del municipio (figura 7).



### III. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

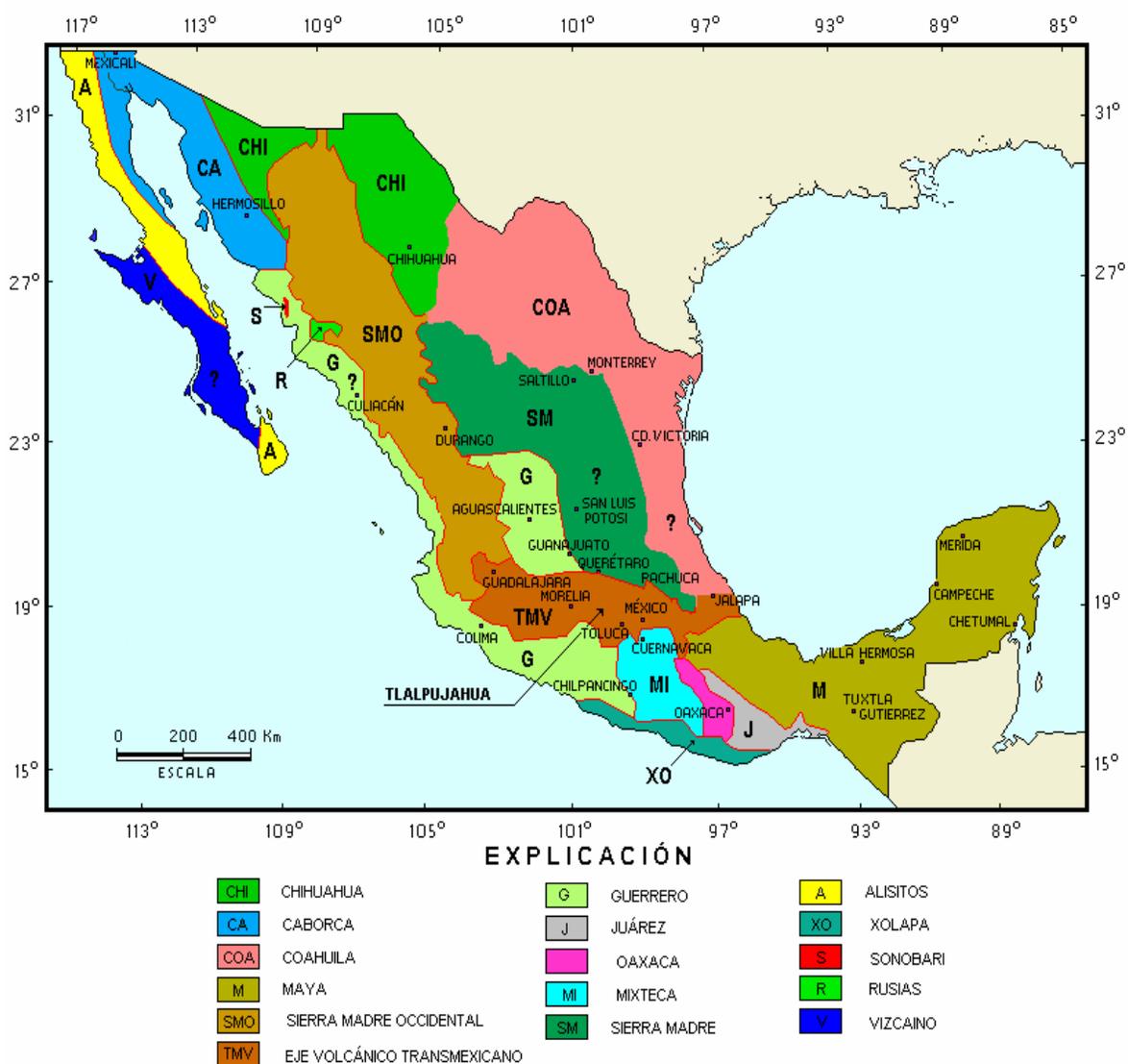
#### III.1. GEOLOGÍA REGIONAL

La región nororiental del estado de Michoacán, donde se encuentra el municipio de Tlalpujahuá, se localiza en la provincia geológica conocida como Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) o Faja Volcánica Transmexicana (figura 8), que corresponde a una secuencia de vulcanismo miocénico-cuaternario que se extiende desde Nayarit a Veracruz (Demant, 1982; Pasquarè *et al.*, 1991).



Figura 8. Provincias Geológicas de México

De acuerdo a la distribución de los terrenos tectonoestratigráficos (Campa y Coney, 1983), la región de Talpujahuja se encuentra dentro del Terreno Eje Volcánico Transmexicano (figura 9), definido como una secuencia de rocas volcánicas de carácter calcoalcalino producto de la subducción de la placa Cocos con la de Norteamérica, que cubre parcialmente al Terreno Guerrero.



**Figura 9. Terrenos Tectonoestratigráficos de México**

Las rocas más antiguas en la región de Tlalpujahua corresponden al Terreno Guerrero, representadas por la Formación Villa de Ayala que constituye el macizo del arco, conformada por rocas metavolcánicas de composición andesítica, sobreyacida por sedimentos arcillo-calcáreos de la Formación Amatepec. Regionalmente la secuencia vulcanosedimentaria metamorfizada se encuentra severamente deformada (Salinas-Pliego, 1994). Un plegamiento de amplio radio de curvatura es la evidencia de la última deformación compresiva (De la Teja-Segura *et al.*, 2000).

La cobertura terciaria está representada por el edificio del Eje Neovolcánico constituido por una secuencia de lavas y tobas andesíticas y riolíticas del Mioceno-Pliocuaternario originada por un vulcanismo fisural multidireccional, evidenciándose con mayor claridad el que tiene una orientación este-oeste donde se presenta un vulcanismo monogenético representado por derrames andesítico-basálticos y conos cineríticos. La composición de los productos emitidos abarca todos los rangos, desde los miembros más básicos hasta los más ácidos, y de alguna manera están relacionados con la evolución que ha tenido cada centro eruptivo.

**Geología estructural.** En la región de Tlalpujahua se presentan dos tipos de deformación: dúctil-frágil y frágil. La primera se observa en rocas de una secuencia vulcanosedimentaria del Cretácico inferior (Aptiano-Albiano) que presenta un metamorfismo de bajo grado, facies esquistos verdes. Esta unidad aflora en el sector central del municipio de Tlalpujahua y presenta deformación dúctil-frágil con microestructuras de plegamiento y foliación. En el área de estudio la orientación promedio de la foliación regional está representada por dos principales, la primera  $N10^{\circ}-25^{\circ}W$  con inclinaciones al SW y NE, y la segunda  $N05^{\circ}-15^{\circ}E$  con inclinaciones al SE, se observa una foliación de menor importancia que tiende a ser E-W con inclinaciones al N, en algunas partes presenta un plegamiento recumbente cerrado e isoclinal con orientación de ejes sensiblemente norte-sur con vergencia al oriente, es posible observar fallas inversas orientadas

norte-sur; precisamente en estas fallas se observó el emplazamiento de diques de composición intermedia a ácida, con espesores hasta de 20 m. y orientaciones este-oeste ( Arroyo Santa María).

La deformación frágil se presenta en las rocas de la secuencia volcánica miocénico-cuaternaria que aflora en todo el municipio, a excepción de la parte central, y en donde por esfuerzos distensivos o transtensivos se conformaron al menos tres sistemas de deformación frágil distintivos: el más antiguo es un sistema extensional con dirección NW-SE que está asociado a la mineralización auroargéntifera del distrito de Tlalpujahua, le sigue un sistema transtensivo NE-SW, el más reciente y complejo es un sistema conjugado de extensión y transtensión, caracterizado por morfoestructuras y fallas de rumbo E-W.

### **III.2. GEOLOGÍA LOCAL**

La unidad más antigua que aflora en la parte central del área del municipio de Tlalpujahua es una secuencia metamorfizada de facies esquistos verdes constituida por pizarra, metalutita, metaandesita, arenisca y vulcanoclásticos finos. Por su parte, las rocas pertenecientes a la secuencia volcánica miocénico-cuaternaria del Cinturón Volcánico Mexicano ocupan la mayor parte del área (Carta Geológica del Municipio de Tlalpujahua, al final del texto).

#### **Formación Villa de Ayala (KnA-Ar)**

Dentro del municipio de Tlalpujahua los afloramientos de esta formación se extienden al norte y poniente y se localizan en las inmediaciones de Santo Niño, Chalmita y Rosa de Castilla, al poniente del municipio, y en los arroyos San Pedro y El Carmen, al norte del mismo.

Corresponde a una secuencia vulcanosedimentaria constituida por alternancias de andesita, lavas almohadilladas, arenisca, lutita, toba, aglomerado, brecha, sedimentos vulcano-detriticos y horizontes calcáreos que presentan metamorfismo de facies esquistos verde de bajo grado, originando metaandesita, pizarra y

metaarenisca. Esta secuencia se puede correlacionar con la Formación Villa de Ayala (Guerrero *et al.*, 1991), estudiada inicialmente por Fries (1960) como Roca Verde Taxco Viejo y luego por Campa y otros (1974) llamándola secuencia vulcanosedimentaria de Ixtapan de la Sal.

Las rocas volcánicas de esta secuencia se observan fuertemente alteradas, mostrando textura sacaroide y estructura esquistosa donde no es posible reconocer sus rasgos originales, intercaladas con rocas arenosas y pelíticas de color negro que presentan estructura laminar a esquistosa, fuertemente deformadas, clasificándose como pizarra.

En el área del municipio esta secuencia encajona depósitos epitermales, en forma de vetas y ocasionales zonas de stockwork, que constituyen la mineralización económica auroargentífera del distrito minero de Tlalpujahua.

### **Formación Amatepec (KapaCz-Ar)**

Aflora extensamente en la zona central del municipio, en las localidades de Tlalpujahuilla, La Estanzuela, Santa María, Monte Alegre, San Pedro Tarímbaro, Cortadura, Coloradillas y Remedios, entre otras. Se trata de una alternancia de metacaliza, pizarra, limonita calcárea, arenisca, lutita y vulcanoclastos, con estratificación laminar delgada (5-10 cm), a veces gruesa, e intenso plegamiento y deformación dúctil.

La caliza es de color gris claro, microcristalina y compacta, con abundancia de calcita como micrita espatita e intraclastos, en menor proporción minerales opacos, cuarzo y pellets, como alteración se observa hematita, limonita, minerales arcillosos y sílice. La limonita calcárea presenta calcita y materia orgánica en bandas, feldespatos potásicos y minerales opacos subhedrales, con alteración a hematita. La arenisca se presenta de color gris con textura clástica, con granos de cuarzo angulosos y subredondeados. La lutita es de color negro, compacta, con

óxidos y disseminación de pirita. Los horizontes vulcanoclásticos son escasos y están constituidos por brecha andesítica y aglomerado de color verde oscuro.

Todo parece indicar que por sus características litológicas, esta secuencia sedimentaria se formó en una cuenca de aguas profundas, donde predominaban condiciones reductoras. Se le asigna una edad Aptiano-Albiano, con base en su correlación estratigráfica, ya que en otros lugares como en la región de Tlalpujahua esta secuencia presenta la base a la Formación Acapetlahuaya de edad Aptiano superior (Campa *et al.*, 1979; Guerrero, 1991).

### **Andesita Angangueo (TmA-TA)**

Es una secuencia volcánica predominantemente andesítico-basáltica, pseudohorizontal, compuesta por lavas masivas, con niveles de brechas y tobas de la misma composición, que cubren discordantemente a las rocas de la secuencia vulcanosedimentaria de las formaciones Villa de Ayala y Amatepec. Se extiende de manera extensa al sur del municipio, conformando la estribación más septentrional de la Sierra de Angangueo y de forma esporádica y aislada al norte del territorio municipal. La Andesita Angangueo representa la manifestación masiva con que se inicia la actividad volcánica continental del Cinturón Volcánico Mexicano en el área (Pasquarè *et al.*, 1991).

La unidad está constituida por varios aparatos volcánicos de composición andesítica con textura porfídica y en algunas zonas afanítica microcristalina. En la mayor parte de los casos la andesita se encuentra como sucesión de derrames, aunque en algunos afloramientos se pueden encontrar esporádicas brechas andesíticas intercaladas. Megascópicamente las rocas andesíticas son lavas de color gris oscuro a gris verdoso, con algunas zonas en tonalidades ocre, de estructura compacta, masiva, con sectores de intenso fracturamiento. Localmente se puede encontrar una brecha intercalada con los derrames andesíticos. Se trata de una brecha de fragmentos andesíticos, angulosos y subangulosos, del tamaño de grava, embebidos en una matriz afanítica, de textura piroclástica. Estos niveles

brechoides regularmente se observan a la base de la secuencia andesítica (Montiel *et al.*, 1998).

El espesor de la Andesita “Anganguero” es muy variable, pero se considera que dentro del municipio no supere los 1,000 m. En cuanto concierne a la edad de este paquete andesítico, se estima que corresponde al Mioceno según dos fechamientos radiométricos realizados al sureste de Anganguero (17.6 y 13.1 Ma) por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en 1992, utilizando el método K/Ar (Corona Chávez *et al.*, 2000). La unidad puede ser correlacionada con la andesita que aflora en la Sierra de Mil Cumbres, con edades del Mioceno Inferior y Medio (Silva-Mora, 1984; Carrasco, 1988).

### **Andesita La Trampa (TplA-B)**

Se ha definido a esta unidad como una sucesión de andesita y basalto, que se manifiesta en forma de lavas, conos, pequeños escudos y domos, que se distribuye al poniente y norponiente del territorio municipal, en las inmediaciones de Cerro Alto y la comunidad de Cebadillas. Los niveles andesíticos y basálticos presentan estructura compacta, textura afanítica y porfídica, color gris a oscuro, con minerales característicos que hacen la diferenciación entre los niveles de acuerdo a su composición.

Por su posición estratigráfica la secuencia cubre a la Andesita Anganguero y subyace, a su vez, a los lahares Cuitzeo-Maravatío en algunos sectores. Reportes radiométricos obtenidos para rocas de esta secuencia reportan valores de 1.03 a 2.78 Ma, que corresponden a una edad de Plioceno superior-Pleistoceno inferior (Pasquarè *et al.*, 1991).

### **Ignimbrita Cuitzeo (Tpll-g-R)**

Se trata de una sucesión de ignimbrita, dacita y material piroclástico, que afloran predominantemente al norte del municipio, en las inmediaciones de La Granja (El Gigante), El Moral, Llano Grande y La América y que puede ser correlacionable a la unidad Ignimbrita Cuitzeo, de edad Plioceno tardío – Pleistoceno (Pasquarè *et al.*, 1991). En el área de La Granja se puede observar con toda claridad como ésta secuencia ignimbrítica, descansa discordantemente sobre la secuencia vulcanosedimentaria mesozoica (fotografía 1).



Fotografía 1: Paquete ignimbrítico en contacto discordante con la secuencia vulcanosedimentaria mesozoica, El Gigante, Tlalpujahuá, Michoacán

La ignimbrita es de color rosa violáceo, con estructura de diseminación, textura microlítica-piroclástica, con fenocristales de cuarzo, plagioclasa, pumicita y fragmentos líticos. En ocasiones se observan estructuras de flujo asociadas a paquetes de brecha. La dacita, por su parte, es de color gris claro, estructura compacta fluidal, textura fanerítica gruesa a media, con plagioclasa, cuarzo y esporádicos cristales de mica (Montiel *et al.*, 1998). La estructura ignimbrítica

también se presenta en rocas de composición andesítica, conformando lo que se llama localmente canteras de color gris oscuro.

Los aparatos volcánicos que generaron esta unidad, penetraron por las grandes fisuras y afectaron a las unidades anteriores, a las que también cubren. Los horizontes de dacita de esta sucesión podrían ser susceptibles de originar yacimientos de caolín por acción de fluidos hipogénicos calientes; sin embargo, en el área de Tlalpujahua no se observaron indicios de que este proceso se haya llevado a cabo. El principal recurso que se obtiene de estas rocas en la actualidad es la cantera de color rosa, casi rojo y con frecuencia de color gris oscuro, roca dimensionable que en la actualidad se extrae y se utiliza como recubrimiento para fachadas y paredes en edificaciones, como laja para pisos, para otras necesidades en la industria de la construcción y para la elaboración de numerosos objetos de uso y adorno doméstico, como fuentes, ceniceros, pilas de agua, lámparas de mesa, percheros, etc.

### **Toba Andesítica-Andesita (TpliTA-A)**

Afloran en una franja norte-sur en el límite oriental del municipio, observándose en las inmediaciones del cerro El Manzano, del poblado de Tlacotepec, del Cerro Somera y en el área de la mina El Cedro y el Socavón Dos Estrellas.

Son de color gris con tonos rosa, de textura afanítica a fanerítica, con minerales observables como piroxeno, anfíbol y plagioclasa, embebidos en una matriz arenosa. A veces se manifiestan horizontes de toba de lapilli y ceniza con espesores de 60 cm, intercalados con derrames de andesita de 2 m de espesor, la que en ocasiones presenta textura porfídica. El espesor de esta unidad es de 300 a 500 m. Los minerales presentan forma anhedral a subhedral, y desarrollo de minerales secundarios de hematita, sericita y minerales arcillosos (De la Teja-Segura *et al.*, 2000).

La unidad se encuentra cubriendo discordantemente a la secuencia mesozoica y en el poblado de Tlacotepec, sobre el arroyo América, se observa claramente cubriendo a la Ignimbrita Cuitzeo, por lo que se infiere su desarrollo durante el Plioceno. Esta secuencia se depositó en un ambiente volcánico generado durante la evolución del Eje Neovolcánico Transmexicano. En algunos lugares se han explotado pequeños bancos para el revestimiento de caminos, así como grava y arena para la construcción.

### **Piroclastos Capula (QhoB)**

Esta unidad aflora en una pequeña extensión al norte del municipio y un poco más extensamente en el sector centro-occidental, entre las localidades de San Francisco de los Reyes, Señor del Llano y Santo Niño (Los Trejo). Regionalmente, fuera del municipio, esta unidad presenta una amplia distribución extendiéndose hacia el norte de Maravatío y hacia el poniente llegando hasta los municipios de Pátzcuaro y Capula. Se trata de una serie de volcanes monogenéticos, conos Zinder, pequeños volcanes en escudo y flujos relacionados, constituidos por piroclastos poco consolidados, cuyos componentes a veces están bien seleccionados y otras veces se encuentran de manera caótica. En ocasiones se observan coladas de basalto, color gris oscuro a negro, con tonalidades rojizas cuando contiene material tobáceo. La textura es piroclástica pumicítica, con plagioclasa, calcita, olivino, escaso cuarzo y óxidos de hierro. Regionalmente la unidad puede alcanzar decenas de metros.

Esta unidad piroclástica se relaciona, probablemente, a los últimos eventos explosivos del Eje Neovolcánico y cubre indistintamente a todas las rocas preexistentes, las partes bajas, los cañones de los paleo-ríos y algunas paleo-lagunas.

Por su posición estratigráfica y por resultados de dataciones radiométricas K/Ar realizadas a rocas semejantes en otras localidades de la región y fuera del

municipio, se les asigna una edad de 0.5 Ma, que corresponde al Holoceno-Pleistoceno medio (Pasquaré *et al.*, 1991).

En muchos lugares de otros municipios, como Maravatío, Ciudad Hidalgo y Zinapécuaro, etc., estos sedimentos son aprovechados para obtener arena, grava, sello y balastre, tanto para la industria de la construcción, como para recubrimiento de caminos.

### **Depósitos Aluviales**

Aunque prácticamente no afloran en el área del municipio, se sabe que se encuentran indistintamente en las partes topográficas más bajas conformando materiales sin consolidar o poco consolidados, originados por la erosión de rocas preexistentes, transportados y posteriormente depositados en las partes bajas. Están compuestos por limos, arenas, arcillas y gravas sin consolidar y pueden alcanzar varios metros de espesor.

## **IV. LOCALIDADES MINERALES**

En la actualidad la actividad minera más importante en el municipio está representada por la explotación de roca volcánica, que se utiliza como cantera para acabados arquitectónicos, mampostería, fabricación de diversos objetos, figuras artesanales y esculturales. Esta actividad se inició débilmente hacia los años sesenta del siglo pasado, pero con el paso del tiempo se ha ido fortaleciendo, hasta el punto que hoy existen más de 150 pequeños productores y alrededor de 40 talleres donde se corta, se pule y se trabaja la cantera para diversos fines, convirtiéndose de esta manera en una alternativa para el desarrollo de la comunidad. La extracción de la cantera y su transformación en los talleres es hoy el acontecimiento minero y económico más importante en el municipio.

Por otra parte, en el área del municipio se documentaron durante este inventario 8 localidades de agregados pétreos, en donde se ha extraído en diversos momentos de manera esporádica balastre de bancos de toba andesítica para recubrimiento de caminos. Esta actividad no ha representado mayor significado como actividad minera económica. Finalmente, en el área del Campo del Gallo, se conoce una pequeña localidad de caliza de la que hace varias décadas se obtenía materia prima para la obtención de cal en bajas proporciones.

En el presente inventario (ver plano de Yacimientos Minerales del municipio) se describen brevemente los depósitos antes mencionados y se hace una estimación de su potencial y sus perspectivas para generar o no proyectos productivos que contribuyan al desarrollo socioeconómico del municipio.

### **IV.1. LOCALIDADES DE ROCAS DIMENSIONABLES**

En cada una de estas localidades hay varios productores pequeños o medianos, que por lo general alquilan un pequeño sector de un banco de roca volcánica para realizar actividades de explotación. Sin embargo, existen 4 o 5 productores

mayores, que cuentan con más gente y equipo y que explotan los bancos más conocidos.

Geológicamente la “roca de cantera” comprende a las rocas volcánicas de composición intermedia a ácida, textura fina, media y granular, constituidas esencialmente de feldespato, plagioclasa, cuarzo, vidrio y mica. La roca de cantera se considera roca dimensionable y material ornamental, que puede cortarse y pulirse a un tamaño y forma específica. Supera al mármol en dureza, en resistencia al desgaste, a la corrosión y a la aplicación de esfuerzos de compresión.

En Tlalpujahua se tiene, por ejemplo, “cantera gris”, “cantera rosa” y “cantera roja”, por mencionar algunas, con sus características texturas ignimbríticas y disseminación alargada y elongada, con determinada dirección (fotografía 2). Cada uno de estos litotipos presenta variaciones texturales que los distinguen y que son apreciadas según sea el uso al que se les destine.

En los años sesenta, cuatro talleres trabajaban la cantera, hoy en día son alrededor de 40. Algunos de esos talleres, como los de los hermanos García, José Cruz Chávez y Moisés García, son ahora grandes productores que emplean tecnología de punta para ofrecer un producto de mayor calidad (fotografía 3).

En los bancos de producción se obtienen bloques de 100 a 150 kilos de peso, fragmentos más pequeños y laja.



a



b

Fotografía 2: Cantera roja con matriz ferruginosa (a) y cantera gris (b). Obsérvese los flammes alargados negros con determinada dirección, El Gigante, Tlalpujahuá, Michoacán



Fotografía 3: Laminado de la cantera con discos de diamante en el taller de Moisés García, Tlalpujahuá, Michoacán

El material se transporta en camión a los talleres y los bloques grandes se fraccionan con cortadoras de discos de diamante, obteniéndose el laminado deseado. Por cada bloque se obtienen hasta 20 láminas con un tamaño de 60 por 40 cm y un espesor de 2 cm (fotografía 4), que se emplean como recubrimiento de piso y para adoquines, mientras que los laminados más pequeños se utilizan en fachadas. Algunos de los talleres más grandes logran generar más de 200 m<sup>2</sup> de laminado semanalmente, cuyo costo de producción varía entre 40 y 50 pesos por metro cuadrado.



Fotografía 4: Láminas de distintas dimensiones que se obtienen tras el cortado de la cantera. Taller de Moisés García, Tlalpujahua, Michoacán

### **Principales Usos**

La roca de cantera se utiliza como material para construcción, en el recubrimiento de fachadas y arquitectura en general, así como en la elaboración de estructuras tales como puentes, muros de contención y escolleras en puertos. También es utilizada para construir cortinas de presas y como material base en la construcción de carreteras. Se emplea como material para elaborar figuras ornamentales y

monumentos (fotografía 5). En la fabricación de cilindros para moler pulpa en molinos de la industria papelera.

En términos comerciales los centros productivos de cantera volcánica en el estado se concentran en los municipios de Tlalpujahua y Morelia, principalmente. En Tlalpujahua en las últimas tres décadas la producción de cantera y su aprovechamiento han tenido un auge inusitado e inédito, que ha redundado en buen desarrollo del municipio y de la comunidad en general.



Fotografía 5: Figuras escultóricas y ornamentales que se obtienen tras el tratamiento de la cantera en Tlalpujahua, Michoacán

En el territorio del municipio de Tlalpujahua existen al menos **16 localidades de roca dimensionable**, en donde en la actualidad, se extrae roca en su variedad de piedra de cantera volcánica para la industria de la construcción.

En el municipio de Tlalpujahua se ha estimado una reserva potencial de  $48 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de la roca cantera (Morales-Gómez y Corona-Chávez, 2005). A continuación se describen los principales bancos de roca cantera que en la actualidad se encuentran en producción.

**TABLA 1. LOCALIDADES DE ROCAS DIMENSIONABLES**

<b>CLAVE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>SUBSTANCIA</b>	<b>POTENCIAL m<sup>3</sup></b>	<b>ORIGEN</b>
TLAL-29	El Gigante	Dacita (cantera)	1'000,000	Volcánico
TLAL-31	El Chimal	Andesita (cantera)	250,000	Volcánico
TLAL-32	El Chimal I	Andesita (cantera)	30,000	Volcánico
TLAL-33	La Escuela	Riolita (cantera)	100,000	Volcánico
TLAL-34	El Moral	Dacita (cantera)	1'500,000	Volcánico
TLAL-35	Llano Grande	Riolita (cantera)	80,000	Volcánico
TLAL-36	El Moral I	Andesita (cantera)	100,000	Volcánico
TLAL-37	La América	Riodacita (cantera)	20'000,000	Volcánico
TLAL-38	El Roble	Andesita (cantera)	90,000	Volcánico
TLAL-39	Llano Grande I	Riolita (cantera)	100,000	Volcánico
TLAL-40	Llano Grande II	Andesita (cantera)	1'200,000	Volcánico
TLAL-42	La América I	Dacita (cantera)	300,000	Volcánico
TLAL-43	La América II	Andesita (cantera)	400,000	Volcánico
TLAL-46	Las Canteras	Andesita (cantera)	200,000	Volcánico
TLAL-56	El Moral II	Andesita (cantera)	1'000,000	Volcánico
TLAL-63	El Agrario	Andesita (cantera)	75,000	Volcánico

## **Banco El Gigante**

Se localiza a 5 km al noroeste de la cabecera municipal, en la comunidad La Granja y su acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, en donde a la altura de El Moral parte una terracería al poniente que conduce al punto de interés.

Las coordenadas UTM son 2194459 de Latitud Norte y 373676 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,505 msnm. En el lugar existe un banco extenso de toba riolítica, andesítica, masiva y compacta, que alcanza 500 m de longitud, 200 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 1'000,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 6).

La toba riolítica es de color gris claro a rosa, estructura compacta, masiva y consistente, textura de grano fino a medio, en ocasiones porfídica, constituida por fenocristales de feldespato, plagioclasa, cuarzo y pequeños fragmentos líticos (fotografía 7, mosaico TLAL-29).

La toba andesítica es de color gris oscuro, constituida por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda.

Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas y flammes alargados y elongados, con determinada dirección.



Fotografía 6. Vista del banco de cantera El Gigante, en donde se obtienen Metros Cúbicos de toba y losa, que son transportados a los talleres de Tlalpujahua, Michoacán



Fotografía 7: Mosaico de cantera rosa (toba riolítica), representativa del banco El Gigante, Tlalpujahua, Michoacán. Muestra TLAL-29

En el banco El Gigante hay dos productores principales, los señores Esteban Alvarado y Moisés García, que extraen del banco bloques de roca de diversas medidas y laja para recubrimiento de pisos. El metro cúbico se vende entre \$800.00 y \$1,000.00 según sea la textura, el color y la consistencia del material. Según Don Esteban Alvarado la explotación en este lugar comenzó hace 30 años y en la actualidad hay 4 pequeños productores.

La muestra TLAL-29 se tomó para corte y pulido y análisis de pruebas físicas, determinándose las características que se muestran en las tablas A y B, de las que se deduce que esta roca volcánica cumple con los requisitos industriales establecidos para ser usada como material ornamental en acabados arquitectónicos y en proyectos de construcción.

**TABLA A. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA EL GIGANTE**

Ident. Campo	Control Lab.	Peso Específico	Abs. de Agua %	R. C. kg/cm <sup>2</sup>	Sanidad 72 h Calidad	R. C. después de sanidad
TLAL-29		2.60	3.0	560	Aceptable	451

Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos, para construcción y propósitos estructurales, la muestra cumple con los requisitos antes y después de sanidad para tales usos. En la siguiente tabla se describen algunas de las características observadas de la muestra evaluada.

**TABLA B. CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA EL GIGANTE**

Muestra	Origen	Clasificación	Color	Minerales observables
TLAL-29	Volcánico	Toba dacítica	Rosa	Plagioclasa, feldespato, cuarzo y fragmentos líticos

### Prospecto El Chimal

Se encuentra a 3 km al noroeste de Tlalpujahua y el acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahua-Venta de Bravo, a la altura de El Moral sale terracería al poniente por donde se recorren 2 km y luego por brecha hacia el sur 1 km, hasta llegar a la localidad. Las coordenadas UTM son 2192820 de Latitud Norte y 375924 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,578 msnm. Se trata de un banco de toba dacítica y andesítica, masiva y compacta, que alcanza 500 m de longitud, 50 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 250,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 8). La toba dacítica es de color gris claro, estructura compacta, masiva y consistente, textura de grano fino a medio, a veces porfídica, constituida por fenocristales de feldespato, plagioclasa, cuarzo y pequeños fragmentos líticos. La toba andesítica a su vez, es de color gris oscuro, constituida



Fotografía 8: Aspecto de extracción de cantera en el banco El Chimal, Tlalpujahua, Michoacán

por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas y flammes alargados y elongados, con determinada dirección.

En el banco El Chimal hay 8 productores, entre quienes destaca el señor Antonio Alvarado. En el lugar se obtienen bloques de roca de diversos tamaños y laja para recubrimiento de pisos. El metro cúbico se vende entre \$500.00 y \$700.00, ya que se trata de cantera gris oscura, con *flammes* negros, menos apreciada que la cantera rosa y gris clara. El metro cuadrado de adoquín se vende a \$90.00. Los 8 pequeños productores producen en conjunto 100 m<sup>2</sup> de adoquín y 15 m<sup>3</sup> de bloques de cantera a la semana.

### **Prospecto El Chimal I**

Se ubica a 3.2 km al noroeste de Tlalpujahuá y el acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, a la altura de El Moral sale terracería al poniente por donde se recorren 2 km y luego por brecha hacia el sur 1.2 km, hasta llegar a la localidad. Las coordenadas UTM son 2192646 de Latitud Norte y 375923 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,570 msnm. Se trata de un banco pequeño de toba andesítica, masiva y compacta, que alcanza 100 m de longitud, 30 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 30,000 m<sup>3</sup>**. La toba andesítica es de color gris oscuro, estructura compacta, masiva y consistente, textura de grano fino a medio, a veces porfídica, constituida por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas y *flammes* alargados y elongados, con determinada dirección.

En el banco El Chimal I hay 2 productores, uno de ellos el señor José Luis Escutía quien nos informó (al igual que en la localidad anterior), que aquí se extraen bloques de roca de diversos tamaños y laja para recubrimiento de pisos. El metro cúbico se vende entre \$500.00 y \$700.00, ya que se trata de cantera gris oscura, con *flammes* negros, menos apreciada que la cantera rosa y gris clara. El metro cuadrado de adoquín se vende a \$90.00. Estos 2 pequeños productores producen en conjunto alrededor de 20 m<sup>2</sup> de adoquín y 3 m<sup>3</sup> de bloques de cantera a la semana.

## Prospecto La Escuela

Esta localidad se encuentra a 4.2 km al noroeste de la cabecera municipal, en el lugar conocido como Campo de Béisbol y su acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, en donde a la altura de El Moral sale terracería al poniente por donde se recorren 4 km hasta llegar al punto de interés. Las coordenadas UTM son 2195345 de Latitud Norte y 374707 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,518 msnm. En el lugar existe un banco de ignimbrita y toba lítica andesítica, masiva y compacta, que alcanza 100 m de longitud, 50 m de ancho y 20 m de profundidad, para un **volumen potencial de 100,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 9).



Fotografía 9: Vista del banco La Escuela de donde se extrae cantera roja y gris oscura, Talpujahuá, Michoacán

La ignimbrita es de color rojo, de estructura compacta, masiva y consistente, textura gruesa, a veces porfídica, constituida por fragmentos de andesita, con escasos fenocristales de plagioclasa, inmersos en una mesostasis ferruginosa,

que es la que da la coloración a la roca. La toba andesítica es de color gris oscuro, constituida por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas y flammes alargados y elongados, con determinada dirección.

En este banco trabaja sólo un productor, el señor Pablo Jiménez Bolaños, que extrae del banco bloques de roca de diversas medidas y laja para recubrimiento de pisos, trabajo que realiza con la simple ayuda de marro y cincel. El metro cúbico lo vende entre \$600.00 y \$900.00 según sea la textura, el color y la consistencia del material.

La muestra TLAL-33 se tomó para corte y pulido y análisis de pruebas físicas, determinándose las características que se muestran en las tablas A y B siguientes, de las que se deduce que esta roca volcánica cumple con los requisitos industriales establecidos para ser usada como material ornamental en acabados arquitectónicos y en proyectos de construcción.

**TABLA A. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA LA ESCUELA**

Ident. Campo	Control Lab.	Peso Específico	Abs. de Agua %	R. C. kg/cm <sup>2</sup>	Sanidad 72 h Calidad	R. C. después de Sanidad
TLAL-33	33235	1.95	6.30	536	Aceptable	451

Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos y para construcción y propósitos estructurales, la muestra cumple con los requisitos antes y después de sanidad para tales usos. En la siguiente tabla se describen algunas de las características observadas de la muestra evaluada.

**TABLA B. CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA LA ESCUELA**

<b>Muestra</b>	<b>Origen</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Color</b>	<b>Minerales observables</b>
TLAL-33	Volcánico	Ignimbrita	Rojo	Plagioclasa, feldespato, cuarzo y fragmentos líticos en matriz ferruginosa

### **Banco El Moral**

Se encuentra a 3 km al noroeste de Tlalpujahuá y el acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, a la altura de El Moral sale terracería al poniente por donde se recorre 1 km hasta llegar a la localidad. Las coordenadas UTM son 2194210 de Latitud Norte y 375798 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,550 msnm.

Se trata de un extenso banco de ignimbrita y toba andesítica, masiva y compacta, que alcanza 500 m de longitud, 200 m de ancho y 15 m de profundidad, para un **volumen potencial de 1'500,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 10).

La toba andesítica es de color gris oscuro, constituida por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas, flammes alargados y elongados, con determinada dirección. La ignimbrita, por su parte, presenta coloración rojiza y se compone de fragmentos de pómez y andesita en una matriz ferruginosa afanítica.



Fotografía 10: Aspecto de el banco de cantera en explotación El Moral, Tlalpujahua, Michoacán

Este banco es explotado por 10 pequeños productores, como los señores Aristeo Cruz, José Luis Pérez y otros, que obtienen bloques de roca de  $1 \text{ m}^3$  y piezas de losa y adoquín. Los primeros se venden entre \$700.00 y \$900.00, y el metro cuadrado de adoquín se vende a \$80.00-\$90.00. Estos 10 pequeños productores producen en conjunto alrededor de  $100 \text{ m}^2$  de adoquín y  $18 \text{ m}^3$  de bloques de cantera a la semana.

### **Banco Llano Grande**

Se ubica a 4 km al norte de Tlalpujahua, en la localidad El Moral, y el acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahua-Venta de Bravo, a la altura de El Moral sale terracería al oriente por donde se recorre 1 km hasta llegar a la localidad. Las coordenadas UTM son 2194232 de Latitud Norte y 376426 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,505 msnm. Se trata de un banco pequeño de toba lítica riolítica e ignimbrita, masiva y compacta, que alcanza 200 m de

longitud, 50 m de ancho y 8 m de profundidad, para un **volumen potencial de 80,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 11). La toba riolítica es de color gris claro a rosa, de estructura compacta, masiva y consistente, de textura de grano fino a medio, a veces porfídica, constituida por plagioclasa, feldespato, cuarzo y fragmentos líticos. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas, flammes alargados y elongados, con determinada dirección.



Fotografía 11: Banco de toba andesítica que puede ser utilizado como cantera, localidad Llano Grande, Tlalpujahuá, Michoacán

Este banco de roca en la actualidad no ha sido explotado, aunque reúne las condiciones físicas indicadas para obtener bloques de diversas medidas y laja para recubrimientos de pisos.

## Prospecto El Moral I

Se encuentra a 3 km al noroeste de Tlalpujahua y el acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahua-Venta de Bravo, a la altura de El Moral se camina al poniente cerca de 500 m, hasta llegar a la localidad. Las coordenadas UTM son 2193855 de Latitud Norte y 375872 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,538 msnm. Se trata de un banco de ignimbrita y toba andesítica, masiva y compacta, que alcanza 200 m de longitud, 50 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 100,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 12).



Fotografía 12: Toba andesítica de color gris oscuro que se explota como cantera en la localidad El Moral I, Tlalpujahua, Michoacán

La toba andesítica es de color gris oscuro, constituida por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas, flammes alargados y elongados, con determinada dirección. La ignimbrita, por su parte, presenta coloración rojiza y se compone de fragmentos de pómez y andesita en una matriz ferruginosa afanítica, muy

semejante a la analizada petrográficamente y por pruebas físicas en el prospecto La Escuela ya descrito en párrafos anteriores (muestra TLAL-33).

Este banco es explotado por 3 pequeños productores, uno de ellos es el señor Eduardo Reyes. Aquí se obtienen bloques de roca de 1 m<sup>3</sup> y piezas de losa y adoquín. Estas últimas se confeccionan de manera manual, con marro y cincel. El metro cuadrado de adoquín se vende en \$80.00.

### **Banco La América**

Esta localidad se encuentra a 2.8 km al norte de la cabecera municipal, en el lugar conocido como La América y su acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, en donde a la altura de la comunidad La América, se toma una brecha al oriente por 500 m hasta llegar al punto de interés.

Las coordenadas UTM son 2193550 de Latitud Norte y 376371 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,538 msnm.

En el lugar existe un banco muy extenso de ignimbrita y toba lítica andesítica, masiva y compacta, que alcanza 1,000 m de longitud, 100 m de ancho y 20 m de profundidad, para un **volumen potencial de 20'000,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 13).

La ignimbrita es de color rojo, de estructura compacta, masiva y consistente, de textura gruesa, a veces porfídica, constituida por fragmentos de andesita, con escasos fenocristales de plagioclasa, inmersos en una mesostasis ferruginosa, que es la que da la coloración a la roca.

La toba lítica andesítica es de color gris oscuro, de estructura compacta, masiva y consistente, que muestra textura piroclástica con una matriz de óxidos (55%), fragmentos de roca andesítica y pómez (25%), plagioclasa (10%) y vidrio (10%), inmersos en una matriz vítrea y ferruginosa (muestra TLAL-37).



Fotografía 13: Vista panorámica del banco de cantera La América, con más de 1 km de longitud, Tlalpujahua, Michoacán

En este banco trabajan al menos 12 productores, entre los que destacan los hermanos Álvaro, Antonio y Mauro García. En el lugar se extraen bloques de roca de diversas medidas, losa y adoquín para recubrimiento de pisos. Los primeros se venden entre \$700.00 y \$900.00, y el metro cuadrado de adoquín se vende a \$80.00-\$90.00.

Estos 12 productores producen en conjunto alrededor de 130 m<sup>2</sup> de adoquín y 14 m<sup>3</sup> de bloques de cantera a la semana.

La muestra TLAL-37 se tomó para corte y pulido y análisis petrográfico, determinándose las características que se muestran en la tabla A siguiente. Esta roca volcánica cumple con los requisitos industriales establecidos para ser usada

como material ornamental en acabados arquitectónicos y en proyectos de construcción.

**TABLA A. CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA LA AMÉRICA**

<b>Muestra</b>	<b>Origen</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Color</b>	<b>Minerales observables</b>
TLAL-37	Volcánico	Ignimbrita y toba lítica andesítica	Rojo, rosa, gris claro y gris oscuro	Fragmentos de roca andesítica (25%), plagioclasa (10%), vidrio (19%), matriz de óxidos (55%) y textura piroclástica

### **Prospecto Llano Grande I**

Se localiza a 2.8 km al norte de la cabecera municipal, y su acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, en donde a la altura de El Moral sale brecha al oriente por donde se recorre 1.5 km hasta llegar al punto de interés. Las coordenadas UTM son 2193698 de Latitud Norte y 377020 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,558 msnm. Se trata de un banco de ignimbrita y toba lítica andesítica, masiva y compacta, que alcanza 200 m de longitud, 50 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 100,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 14).

La ignimbrita es de color rojo, de estructura compacta, masiva y consistente, textura gruesa, a veces porfídica, constituida por fragmentos de andesita, con escasos fenocristales de plagioclasa, inmersos en una mesostasis ferruginosa, que es la que da la coloración a la roca. La toba andesítica es de color gris oscuro, constituida por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas y flammes alargados y elongados, con determinada dirección (fotografía 15, mosaico TLAL-39).

En este banco trabajan 5 productores, entre ellos el señor Genaro Hernández, que extraen del banco bloques de roca de diversas medidas y piezas de losa y

adoquín para recubrimiento de pisos. El metro cúbico se vende entre \$600.00 y \$900.00 según sea la textura, el color y la consistencia del material.

La muestra TLAL-39 se tomó para corte y pulido y análisis de pruebas físicas, determinándose las características que se muestran más abajo en las tablas A y B, de las que se deduce que esta roca volcánica cumple con los requisitos industriales establecidos para ser usada como material ornamental en acabados arquitectónicos y en proyectos de construcción.



Fotografía 14: Vista panorámica del banco de cantera Llano Grande I, actualmente en explotación, Talpujahuá, Michoacán

**TABLA A. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA LLANO GRANDE I**

<b>Ident. Campo</b>	<b>Control Lab.</b>	<b>Peso Específico</b>	<b>Abs. de Agua %</b>	<b>R. C. kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Sanidad 72 h Calidad</b>	<b>R. C. después de sanidad ka/cm<sup>2</sup></b>
TLAL-39	33237	1.81	9.33	566	Aceptable	432

Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos y para construcción y propósitos estructurales, la muestra cumple con los requisitos antes y después de sanidad para tales usos. En la siguiente tabla se describen algunas de las características observadas de la muestra evaluada.

**TABLA B.- CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA LLANO GRANDE I**

<b>Muestra</b>	<b>Origen</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Color</b>	<b>Minerales observables</b>
TLAL-39	Volcánico	Ignimbrita y toba lítica andesítica	Rojo, rosa y gris oscuro	Plagioclasa, feldespato, cuarzo y fragmentos líticos en matriz ferruginosa



Fotografía 15: Mosaico de toba andesítica de aspecto ignimbítico de la cantera Llano Grande I, Tlalpujahuá, Michoacán

## Prospecto Llano Grande II

Se ubica a 2.7 km al norte de la cabecera municipal, y su acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, en donde a la altura de El Moral sale brecha al oriente por donde se recorre 1.3 km hasta llegar al punto de interés. Las coordenadas UTM son 2193644 de Latitud Norte y 377475 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,570 msnm. Se trata de un banco de ignimbrita y toba lítica andesítica, masiva y compacta, que alcanza 600 m de longitud, 200 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 1`200,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 16).



Fotografía 16: Panorama del banco de cantera Llano Grande II, Tlalpujahuá, Michoacán

La ignimbrita es de color rojo, de estructura compacta, masiva y consistente, textura gruesa, a veces porfídica, constituida por fragmentos de andesita, con escasos fenocristales de plagioclasa, inmersos en una mesostasis ferruginosa, que es la que da la coloración a la roca. La toba andesítica es de color gris oscuro,

constituida por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas y flammes alargados y elongados, con determinada dirección.

En este banco laboran 7 pequeños productores, entre ellos Luis García, Miguel García, Candelario Pérez, Severino Pérez, José Cruz y José Vidal, que extraen del banco bloques de roca de 1 m<sup>3</sup> y piezas de losa y adoquín. El metro cúbico se vende entre \$600.00 y \$800.00 según sea la textura, el color y la consistencia del material. El metro cuadrado de adoquín se estima entre \$80.00 y \$90.00.

### **Prospecto La América I**

Esta localidad se encuentra a 2.5 km al norte de Tlalpujahuá, y su acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, en donde a la altura de la desviación a El Llanito se toma terracería al oriente por 1.5 km hasta llegar al punto de interés. Las coordenadas UTM son 2193171 de Latitud Norte y 377207 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,562 msnm. Se trata de un banco de ignimbrita y toba lítica andesítica, masiva y compacta, que alcanza 600 m de longitud, 50 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 300,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 17).



Fotografía 17: Extracción de bloques de cantera en el banco La América I, Tlalpujahuá, Michoacán

La ignimbrita es de color rojo, estructura compacta, masiva y consistente, textura gruesa, a veces porfídica, constituida por fragmentos de andesita, con escasos fenocristales de plagioclasa, inmersos en una mesostasis ferruginosa, que es la que da la coloración a la roca. La toba lítica andesítica es de color gris oscuro, de estructura compacta, masiva y consistente, de textura piroclástica con fragmentos de roca andesítica y pómez, plagioclasa y vidrio de aspecto elongado, inmersos en una matriz criptocristalina (fotografía 18; mosaico TLAL-42).



Fotografía 18: Mosaico de toba riolítica con fragmentos líticos andesíticos flammes elongados de vidrio (negro). Cantera de La América I, muestra TLAL-42, Tlalpujahua, Michoacán

En este banco trabajan al menos 8 productores, que extraen bloques de roca de diversas medidas y losa y adoquín para recubrimiento de pisos. Los primeros se venden entre \$700.00 y \$900.00, y el metro cuadrado de adoquín se vende a \$80.00-\$90.00. Estos 8 productores producen en conjunto alrededor de 80 m<sup>2</sup> de

adoquín y 12 m<sup>3</sup> de bloques de cantera a la semana. La muestra TLAL-42 se tomó para corte y pulido y análisis de pruebas físicas, determinándose las características que se muestran en las siguientes tablas A y B, de las que se deduce que esta roca volcánica cumple con los requisitos industriales establecidos para ser usada como material ornamental en acabados arquitectónicos y en proyectos de construcción.

**TABLA A. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA LA AMÉRICA I**

Ident. Campo	Control Lab.	Peso Específico	Abs. de Agua %	R. C. kg/cm <sup>2</sup>	Sanidad 72 h Calidad	R. C. después de sanidad kg/cm <sup>2</sup>
TLAL-39	33239	1.76	3.83	472	Aceptable	411

Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos y para construcción y propósitos estructurales, la muestra cumple con los requisitos antes y después de sanidad para tales usos. En la siguiente tabla se describen algunas de las características observadas de la muestra evaluada.

**TABLA B. CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA LLANO GRANDE I**

Muestra	Origen	Clasificación	Color	Minerales observables
TLAL-42	Volcánico	Ignimbrita y toba lítica andesítica	Rojo, rosa y gris oscuro	Plagioclasa, feldespato, cuarzo y fragmentos líticos en matriz ferruginosa

### **Prospecto La América II**

Se localiza a 2.8 km al norte de Tlalpujahuá, y su acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, en donde a la altura de la desviación a El Llanito se toma terracería al oriente por 1.8 km hasta llegar al punto de interés. Las coordenadas UTM son 2193361 de Latitud Norte y 377040 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,557 msnm. Se trata de un banco de

ignimbrita y toba lítica andesítica, masiva y compacta, que alcanza 800 m de longitud, 50 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 400,000 m<sup>3</sup>**.

La ignimbrita es de color rojo, de estructura compacta, masiva y consistente, textura gruesa, a veces porfídica, constituida por fragmentos de andesita, con escasos fenocristales de plagioclasa, inmersos en una mesostasis ferruginosa, que es la que da la coloración a la roca.

La toba lítica andesítica es de color gris oscuro, de estructura compacta, masiva y consistente, de textura piroclástica con fragmentos de roca andesítica y pómez, plagioclasa y vidrio de aspecto elongado, inmersos en una matriz criptocristalina.

En este banco trabajan 8 pequeños productores, que extraen bloques de roca cúbicos, laja, losa, adoquín y deshecho. El bloque cúbico de 1 m se vende en \$500.00-\$600.00, el adoquín entre \$80.00 y \$90.00 el m<sup>2</sup> y un camión cargado de deshecho (6 m<sup>3</sup>) en \$300.00. Aquí se produce en conjunto alrededor de 80 m<sup>2</sup> de adoquín y 12 m<sup>3</sup> de bloques de cantera a la semana.

### **Prospecto Las Canteras**

Se ubica a 7 km al suroeste de Tlalpujahua, y el acceso se realiza por la carretera pavimentada Santa María-Angangueo por donde se recorren 8 km hasta llegar a la localidad, que se encuentra a un costado de la carretera, en las coordenadas UTM 2183421 de Latitud Norte y 373847 de Longitud Oeste, y a una elevación de 2,636 msnm.

Se trata de un banco pequeño de toba lítica andesítica, masiva y compacta, que alcanza 200 m de longitud, 100 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 200,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 19).

La toba lítica andesítica es de color gris oscuro, de estructura compacta, masiva y consistente, de textura piroclástica con fragmentos de roca andesítica y pómez, plagioclasa y vidrio de aspecto elongado, inmersos en una matriz criptocristalina.

Este banco de roca en la actualidad no ha sido explotado, aunque reúne las condiciones físicas indicadas para obtener bloques de diversas medidas y laja para recubrimientos de pisos.



Fotografía 19: Aspecto de la toba andesítica en la localidad Las Canteras, que guarda características para ser aprovechada, Tlalpujahua, Michoacán

### **Prospecto El Moral II**

Se encuentra a 4.5 km al noroeste de Tlalpujahua y el acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahua-Venta de Bravo, a la altura de El Moral sale terracería al poniente con dirección a El Gigante por donde se recorren 2 km

hasta llegar a la localidad. Las coordenadas UTM son 2194314 de Latitud Norte y 375298 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,511 msnm.

Se trata de un banco de ignimbrita y toba lítica andesítica, masiva y compacta, que alcanza 500 m de longitud, 200 m de ancho y 10 m de profundidad, para un **volumen potencial de 1'000,000 m<sup>3</sup>**. La toba andesítica es de color gris oscuro, constituida por plagioclasa, feldespato, fragmentos líticos y esporádicos fenocristales de hornblenda. Con frecuencia se observan texturas ignimbríticas y flammes alargados y elongados, con determinada dirección.

La ignimbrita, por su parte, presenta coloración rojiza y se compone de fragmentos de pómez y andesita en una matriz furriginosa afanítica.

Este banco de roca en la actualidad no ha sido explotado, aunque reúne las condiciones físicas indicadas para obtener bloques de diversas medidas y laja para recubrimientos de pisos.

## **IV.2. LOCALIDADES DE MINERALES METÁLICOS**

En el distrito El Oro-Tlalpujahuá, la mineralización epitermal auroargentífera está encajonada principalmente, en rocas de la secuencia vulcanosedimentaria constituida por alternancias de andesita, lavas almohadilladas, arenisca, lutita, toba, aglomerado, brecha, sedimentos vulcanodetríticos y horizontes calcáreos que presentan metamorfismo de facies esquisto verde de bajo grado, originando metaandesitas, pizarras y metaareniscas. La mineralización se extiende en una franja de unos 40 km<sup>2</sup> que contiene más de 30 vetas conocidas, con espesores variables desde unos cuantos centímetros hasta 20 y 33 m (Veta Verde) y longitudes de 150 a 3,500 m. El rumbo general de las estructuras es N10°-30°W, con echados variables 70° NE y SW hasta 90°. La mineralización ha alcanzado en algunos lugares hasta 460 m de profundidad, pero se ha observado que con la profundidad los valores de oro disminuyen paulatinamente, concentrándose en

mayor cantidad en los niveles intermedios y superiores de los depósitos, en un rango vertical de 150-200 m a partir de la superficie.

La principal alteración relacionada a los procesos hidrotermales hipogénicos es la silicificación que constituye el cuerpo principal de las vetas y que se manifiesta pobremente en un halo de unos cuantos metros dentro de la roca encajonante, conformando vetillas delgadas de cuarzo y recristalización a sílice de algunos minerales de las rocas, como sucede en el nivel -50 de la veta La Barranca y en el socavón principal de la Luz de Borda.

Una oxidación conspicua se observa inmediatamente al norte de la cabecera municipal, en una área aproximada de 1 km<sup>2</sup>, en donde a profundidad se emplazan las vetas Coronas, La Borda y Temascales. Está constituida por limonita, hematita y en menor grado, fragmentos de cuarzo. Esta oxidación ha sido producida por los procesos supergénicos acaecidos en los niveles superiores de las estructuras mencionadas. El cuarzo en la zona supergénica de las vetas se presenta celular y sacaroide, con manchitas esponjosas y finos hilillos de óxidos.

El mineral auroargentífero presenta una paragénesis de oro nativo, plata nativa, calcopirita, galena, esfalerita, argentita, freibergita-tetrahedrita-tenantita, bornita, boulangerita y una serie de seleniuros raros de plata y oro asociados, en una ganga de cuarzo y calcita. El mineral supergénico más común es la hematita. Las relaciones microtexturales y la paragénesis mineral evidencian un proceso hidrotermal que se verificó, probablemente, en tres etapas hipogénicas y una supergénica de gran importancia económica, puesto que la mayor parte de las vetas productivas lo fueron precisamente en la zona de enriquecimiento secundario (figura 10; Bustamante-García, 2002). La presencia de seleniuros relacionados a la mineralización auroargentífera en El Oro-Tlalpujahuá, podría indicar una afinidad metalogenética con los yacimientos de plata epitermales conocidos en Guanajuato, donde también se han identificado seleniuros asociados.

En el municipio, sólo en dos localidades de pequeños mineros existe actividad de extracción a muy baja escala. Se trata de la mina La Borda y el fundo San Cristóbal-El Pinto, sin embargo, tienen grandes dificultades para operar su material, ya que no hay plantas de beneficio en las cercanías y casi todo se apila en el patio de sus respectivas minas sin obtener ningún beneficio.

Desde la década de los ochenta del siglo pasado la Compañía Luismin ha realizado labores de exploración, con métodos indirectos y directos, como geofísica y barrenación, respectivamente. Se ha realizado levantamiento de las obras mineras accesibles y se ha clasificado una gran cantidad de información (planos, informes y resultados, etc.), lo que ha conducido a fortalecer las expectativas sobre el potencial de mineral de interés en todo el distrito, que se estima hoy de 10 a 12 millones de toneladas de mineral de interés. La inversión para todos estos trabajos en las dos últimas décadas ha sido bastante significativa por parte de la empresa.

A continuación se dan las características geológico-mineras más sobresalientes de las **38 localidades de minerales metálicos** visitadas durante el presente inventario y se describen sólo las más representativas.

**TABLA 2. LOCALIDADES DE MINERALES METÁLICOS**

<b>CLAVE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>SUBST.</b>	<b>ROCA ENCAJONANTE</b>	<b>ALTERACION</b>	<b>ORIGEN</b>
TLAL-01	Cuatro Pilares	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epitermal
TLAL-03	Sandía	Au y Ag	Pórfido de sienita	Silicificación y oxidación	Epitermal
TLAL-04	Santa Gertrudis	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epitermal
TLAL-05	Santa Isabel	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epitermal
TLAL-06	Tiro San Francisco	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epitermal
TLAL-07	Quebradillas	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epitermal
TLAL-08	El Sagrado Corazón	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epitermal
TLAL-09	San Cristóbal-El Pinto	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epitermal

TLAL-10	Cerrito del Lacolot	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-12	Nueva Luz de Borda	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-13	San Juan Tlalpujahuilla	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-14	Socavón Santa Cruz	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-15	Tiro La Nacional	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-16	Socavón Nochebuena	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-17	Socavón El Carmen	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-18	Tiro El Malacate	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-19	La Barranca	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-20	S/N	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-21	Socavón La lucha	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-22	Socavón La Nacional	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-23	Tiro El Roble	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-24	Tiro La Juanita	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-25	Tiro Bute	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-26	Tiro Reforma	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-27	S/N	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-28	Tiro Regulares	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-44	Santa María	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-45	Tiro El Águila	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-47	San Patricio	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-48	Joyas de Oro	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-49	Socavón Tetela	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-50	La Estanzuela	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-51	Mártires	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-52	Santa María	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-53	Tiro 2	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-55	El Cedro	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-58	Socavón El Orito	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal
TLAL-59	Socavón Dos Estrellas	Au y Ag	Pizarra (metalutita)	Silicificación y oxidación	Epidermal

## Tiro Cuatro Pilares

El Tiro Cuatro Pilares, mina actualmente abandonada (fotografía 20), fue una obra minera importante que operó activamente en la década de los sesenta del siglo pasado.



Fotografía 20: Vista del Tiro Cuatro Pilares, en la comunidad Barrio de Zapateros, Tlalpujahuá, Michoacán

Se localiza a 3 km al suroeste de Tlalpujahuá, en la comunidad Barrio de Zapateros, y se llega a él por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Maravatío hasta el cruce con la terracería que conduce a San Pedro Tarímbaro, en donde se encuentra la mencionada obra minera. Sus coordenadas UTM son 2188945 de Latitud Norte y 375182 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,650 msnm. La roca encajonante es una sucesión de pizarra y metacaliza de la secuencia

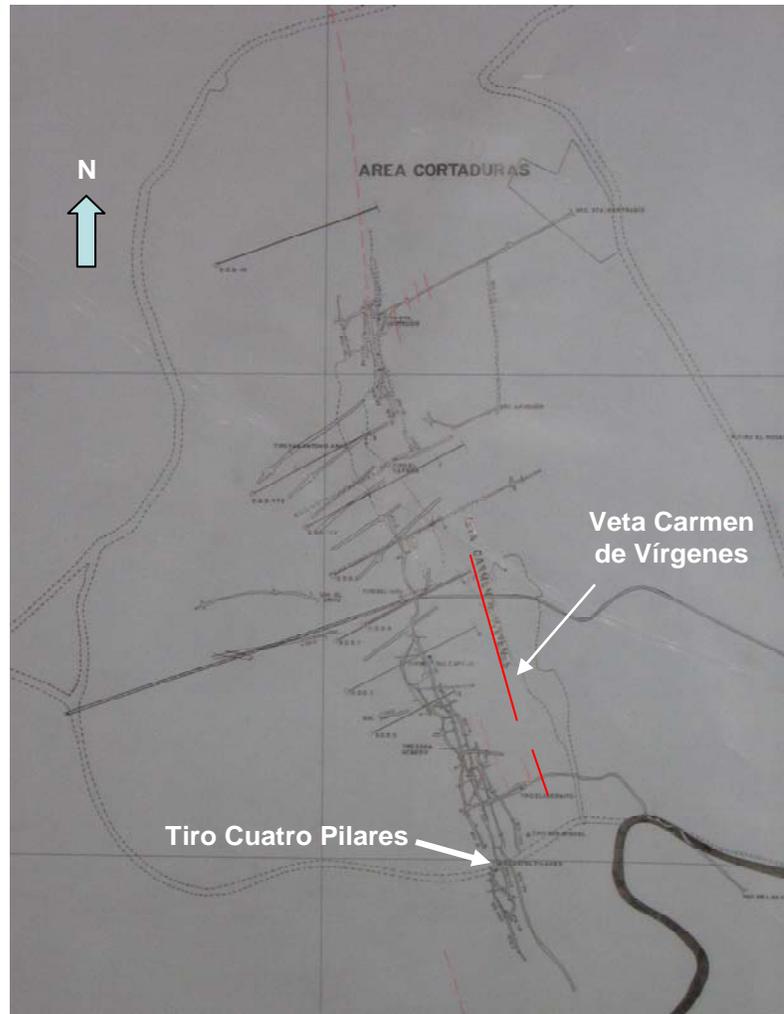
vulcanosedimentaria del Aptiano-Albiano, correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos de hierro como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación.

El tiro Cuatro Pilares tiene una sección de 4 X 4 m y una profundidad que sobrepasa los 100 m (según testimonio de algunos lugareños), actualmente se encuentra inundado con el nivel del agua a 40 m de la superficie.

Se sabe que este tiro da acceso a una serie de obras mineras intercomunicadas (como los tiros San Miguel, El Cuernito, San Nemesio, El aire, El Carmen, San Antonio y los socavones Garduño y Santa Gertrudis), que se labraron sobre el sistema de vetas Carmen de Vírgenes de rumbo N20°-30°W, entre las que destacan las vetas La Platosa y Cuatro Pilares, que fueron explotadas en tres niveles, alcanzando una profundidad de 200 m (fotografía 21).

La mineralización en estas vetas está constituida por cuarzo gris y blanco con tonalidades oscuras, con contenidos de oro y plata, escasa pirita, hematita y limonita. La textura del mineral de veta es gruesa, granular, observable a simple vista.

Las vetas en este sector del distrito de Talpujahuá pueden alcanzar 800 m de longitud, 2 m de ancho y más de 150 m de profundidad. Según comunicación verbal de la señora Blanco, quien vive en los alrededores, esta mina fue trabajada por su padre, el señor Manuel Blanco Matus, en los años sesenta y setenta del siglo pasado. En la actualidad el fundo pertenece a la compañía minera Luismin.



Fotografía 21: Sistema de vetas Carmen de Vírgenes, en las cercanías del Tiro Cuatro Pilares. Modificado de Plano Base de la compañía Luismin

### **Manifestación Sandía (Au y Ag)**

Se localiza a 500 m al sur de la comunidad Sandía y a 4 km al noroeste de la cabecera municipal y el acceso se realiza por la terracería que sale del Barrio de Zapateros al noroeste hacia el poblado de San Pedro Tarímbaro y que continúa al noreste hasta la comunidad de Sandía, en un recorrido aproximado de 8 km. Sus coordenadas UTM son 2199160 de Latitud Norte y 373783 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,550 msnm. Se trata de una manifestación mineral en afloramiento, que consiste en vetillas subparalelas de cuarzo gris con tonalidades

ocres de 5 a 50 cm de espesor, de rumbo N35°W y echado indeterminado, que se manifiestan en una franja de 3 m de ancho.

La roca encajonante es un pórfido de sienita con deformación moderada, que presenta halos pequeños de silicificación y oxidación en las cercanías de la franja de vetillas. Aunque el cuarzo de esta localidad guarda semejanzas megascópicas con el cuarzo auroargentífero de las vetas de Tlalpujahuá, el análisis químico de la muestra TLAL-03 no reportó contenidos de interés.

### **Socavón Santa Gertrudis**

El Socavón Santa Gertrudis (fotografía 22), de rumbo 70° SW, fue una obra minera importante, actualmente abandonada, que daba acceso al sector norte del sistema de vetas Carmen de Vírgenes, en el área Cortaduras.

Se encuentra a 3 km al poniente de Tlalpujahuá, en la comunidad de Remedios, y el acceso se realiza por la terracería que del Barrio de Zapateros se dirige a la comunidad antes mencionada. Sus coordenadas UTM son 2189626 de Latitud Norte y 375340 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,750 msnm.

La roca encajonante es una sucesión de pizarra y metacaliza de la secuencia vulcanosedimentaria del Aptiano-Albiano, correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación.

El socavón presenta una sección de 2 X 2 m y una longitud de más de 200 m, hasta que intercepta varias estructuras silicificadas y brechadas, con fragmentos de cuarzo gris y cementante silico-arcilloso. La mineralización en estas vetas está constituida por cuarzo gris y blanco con tonalidades oscuras, con contenidos de oro y plata, escasa pirita, hematita y limonita. La textura del mineral de veta es gruesa, granular, muy bien observable a simple vista. Esta mina fue trabajada por el señor Manuel Blanco Matus, en los años sesenta y setenta del siglo pasado.

En la actualidad se encuentra abandonada y el fondo pertenece a la compañía minera Luismin.



Fotografía 22: Aspecto del socavón Santa Gertrudis, al norte del sistema de vetas Carmen de Vírgenes

### **Socavón Santa Isabel**

Se localiza en la periferia al poniente de la cabecera municipal, a un costado de la carretera Tlalpujahuá-Maravatío, en la localidad Real de Arriba y a un costado de las antiguas instalaciones de Fomento Minero. Sus coordenadas UTM son 2189166 de Latitud Norte y 376791 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,570 msnm. El Socavón Santa Isabel (fotografía 23), de rumbo W-E y más de 500 m de desarrollo, marca el nivel base de referencia para todas las obras mineras con las que se enlaza en la profundidad en el sistema de vetas del fondo Luz de Borda. Por él se transportaba al patio gran parte del mineral extraído de esas vetas, como La Borda, La 31, La Muerta y varias más.

El socavón fue labrado en una sucesión de pizarra y metacaliza de la secuencia vulcanosedimentaria del Aptiano-Albiano, correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización está representada en las vetas antes mencionadas por cuarzo gris y blanco con tonalidades ocre, hematita, limonita y escasa pirita. La muestra TLAL-05, tomada en terrero, reportó contenidos de 3.0 g/t de Au y 52 g/t de Ag. El concesionario actual es el señor Jorge Romero, vecino de Tlalpujahua.



Fotografía 23: Bocamina del Socavón Santa Isabel, que da acceso hacia al sur del distrito al sistema de vetas La Borda, Tlalpujahua, Michoacán

### **Localidad Quebradillas**

Esta localidad se ubica a 1.8 km al sur de Tlalpujahua y se llega por la brecha que sale de las antiguas instalaciones de Fomento Minero en dirección al sur por 1 km, hasta llegar al lote minero San Cristóbal, cuyo concesionario es el señor Jorge Romero. Sus coordenadas UTM son 2189113 de Latitud Norte y 377109 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,665 msnm. En la localidad se observan varios laboríos (fotografía 24) que se hicieron a rumbo de una veta de orientación N20°W por más de 200 m de longitud.



Fotografía 24: Laborío a rumbo de veta en el área de Quebradillas, Tlalpujahua, Michoacán

La roca encajonante consiste en una sucesión de pizarra y metacaliza de la secuencia vulcanosedimentaria del Aptiano-Albiano, correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos de fierro como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización está constituida de cuarzo gris, con tonalidades oscuras, a veces bandeado y con texturas crustiformes. Esta estructura forma parte del sistema La Borda, uno de los principales grupos de vetas al sur del distrito de Tlalpujahua.

### **Tiros San Cristóbal-El Pinto**

Se localiza a 2.1 km al sur de Tlalpujahua y se llega por la brecha que sale de las antiguas instalaciones de Fomento Minero en dirección al sur por 1 km, hasta llegar al lote minero San Cristóbal, cuyo concesionario es el señor Jorge Romero. Sus coordenadas UTM son 2188751 de Latitud Norte y 377219 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,655 msnm.

Se trata de dos tiros separados 50 m entre sí, el San Cristóbal y El Pinto, que alcanzan una profundidad de 120 m y se labraron para explorar las vetas La Borda, Veta 31 y algunas otras que presentan un rumbo general N5<sup>0</sup>-20<sup>0</sup>W (fotografía 25). La roca encajonante consiste en una sucesión de pizarra y metacaliza de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización está constituida de cuarzo gris, con tonalidades oscuras, a veces bandeado y con texturas crustiformes. Esta estructura forma parte del sistema La Borda, uno de los principales grupos de vetas al sur del distrito de Tlalpujahua. Las muestras TLAL-09 A y TLAL-09 B tomadas sobre estructura, reportaron los siguientes contenidos, respectivamente: 4.1 g/t Au y 555 g/t Ag; y 10.7 g/t Au y 616 g/t Ag, resultados que indican las buenas perspectivas económicas de estas vetas en este sector del distrito de Tlalpujahua.



Fotografía 25; Vista de los tiros San Cristobal y El Pino en el fundo La Lupita, Tlalpujahua, Michoacán

### **Localidad Cerrito Lacolot**

Se encuentra a 500 m al poniente de Tlalpujahua y se llega por terracería al Campo del Gallo y después, por una brecha que conduce a las ruinas del antiguo convento de monjas en el Cerrito de Lacolot. Sus coordenadas UTM son 2189720 de Latitud Norte y 376777 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,635 msnm. Se trata de un socavón o comido de dirección N25°W, labrado a rumbo de veta de cuarzo con óxidos, que alcanza un desarrollo de 80 m (fotografía 26). La roca encajonante consiste en una sucesión de pizarra y metalutita de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos de fierro como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización está constituida de cuarzo gris, con tonalidades oscuras, a veces bandeado y con texturas crustiformes. Las muestra TLAL-10 tomada sobre

estructura, reportó los siguientes contenidos: 2.4 g/t Au y no detectó valores de Ag.



Fotografía 26: Socavón en el Cerrito Lacolot a rumbo de veta, Tlalpujahua, Michoacán

### **Mina Luz de Borda**

La mina Luz de Borda se localiza a 1.5 km al sur de la cabecera municipal de Tlalpujahua, por la carretera que conduce a Tlalpujahuilla. De la casa del señor Jorge Romero se toma brecha al suroeste por 1 km hasta llegar al patio de la mencionada mina (fotografía 27). Sus coordenadas UTM son 2189162 de Latitud

Norte y 377418 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,584 msnm. El Socavón Luz de Borda, de rumbo N20°E y más de 340 m de desarrollo, atraviesa las vetas Quirinos, Trigueros y Primera Veta, de donde se extrae el mineral para ser transportado al patio de la mina.



Fotografía 27: Patio de la mina Luz de Borda y aspecto del mineral auroargentífero (arriba, a la derecha). Al fondo se observa la bocamina. Talpujahuá, Michoacán

El socavón fue labrado en una sucesión de pizarra y metalutita de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos de hierro como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización está representada en las vetas antes mencionadas por cuarzo gris y blanco con tonalidades ocre, hematita, limonita y escasa pirita. Las muestras TLAL-12 y TLAL-12 A tomadas sobre estructura, reportaron los siguientes contenidos, respectivamente: 2 g/t Au y 28 g/t Ag; y 8.1 g/t Au y 907 g/t Ag,

resultados que indican las buenas perspectivas económicas de estas vetas en este sector del distrito de Tlalpujahua.

La Mina Luz de Borda, del señor Emilio Mercado Martínez, es la única por minerales de Au y Ag, que se encuentra semiactiva en el distrito y es el único fondo minero, junto con La Lupita del señor Jorge Romero, que no pertenece a la compañía Luismin. En la mina trabajan 4 personas que sacan el mineral de veta y lo acumulan en el patio del socavón principal. En la actualidad el mineral no es transportado a ninguna planta de beneficio y se acumula en el lugar.

### **Tiro El Malacate**

Se localiza a 2 km al noroeste de Tlalpujahua y se llega por la brecha que sale de la cabecera municipal hacia Coloradillas. Sus coordenadas UTM son 2190684 de Latitud Norte y 376313 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,600 msnm. Se trata de dos tiros profundos, separados 60 m entre sí en dirección N60°W, que probablemente daban acceso a la continuidad hacia el noroeste de la veta La Barranca, explotada hace algunos años por el señor Manuel Vázquez.

La roca encajonante consiste en una sucesión de pizarra y metacaliza de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización está constituida de cuarzo gris, con tonalidades oscuras, a veces bandeado y con texturas crustiformes. El concesionario actual es la compañía minera Luismin.

### **Mina La Barranca**

Se encuentra a 1.7 km al noroeste de Tlalpujahua y se llega por la brecha que sale de la cabecera municipal hacia Coloradillas. Sus coordenadas UTM son 2190419 de Latitud Norte y 376458 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,580 msnm. Se trata de dos tiros profundos, separados 60 m entre sí en dirección N60°W, con acceso a la veta La Barranca, de rumbo N30°W e inclinación 70°NE

(fotografía 28). La roca encajonante consiste en una sucesión de pizarra y metalutita de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización está constituida de cuarzo gris, con tonalidades oscuras, hematita, limonita, escasa pirita, sulfosales de plata y argentita.

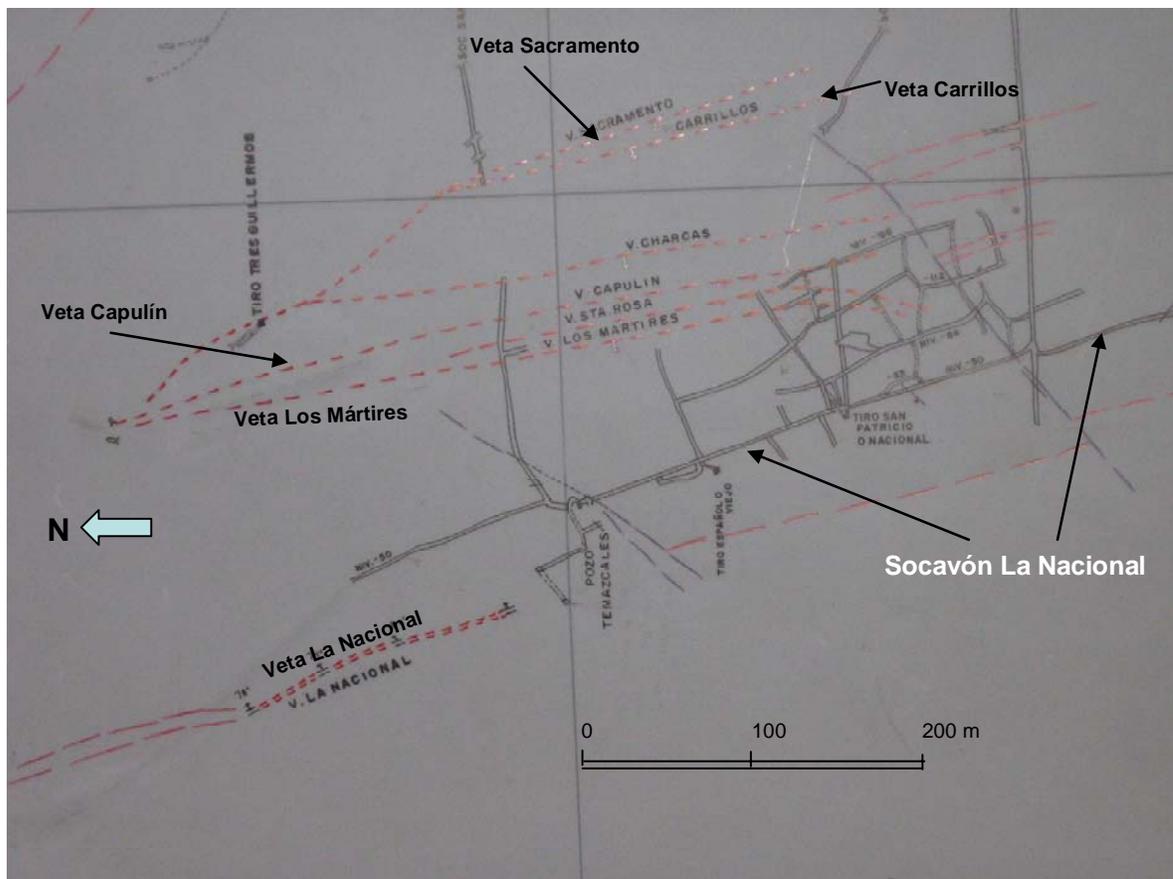
Se sabe que en el interior de la mina los valores varían de 0.1 a 26.7 g/t de Au y de 58 a 463 g/t de Ag, alcanzando un potencial probable de 15,000 toneladas con leyes promedio de 4 g/t de Au y 190 g/t de Ag (Bastida-Jiménez, 1994). Esta mina estaba trabajando en el 2003, a cargo del señor Manuel Vásquez. En la actualidad se encuentra inactiva y concesionada a la compañía minera Luismin.



Fotografía 28: Vista del Tiro La Barranca, sobre la veta del mismo nombre, cuya explotación cesó apenas hace 3 años. Tlalpujahua, Michoacán

## Socavón La Nacional

Se localiza en la periferia al suroeste de la cabecera municipal, a un costado de la carretera Tlalpujahuá-Maravatío. Sus coordenadas UTM son 2189033 de Latitud Norte y 376420 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,584 msnm. El Socavón La Nacional, de rumbo  $50^{\circ}$  NW, se encuentra en la actualidad totalmente derrumbado, pero se sabe que en su época el socavón pasaba por el tiro La Nacional y el Campo de Gallo, atravesando varias vetas como Temascales, Carrillos, Sacramentos, La Nacional, San Juan de Dios y otras más, de rumbos  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$  NW y espesores de 0.1 a 1.5 m (fotografía 29).



Fotografía 29: Plano que ilustra el trazo del Socavón La Nacional y el acceso a las vetas de este sector del distrito. Modificado de plano base de la compañía Luismin, Tlalpujahuá, Mich.

El socavón fue labrado en una sucesión de pizarra y metalutita de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de

óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización está representada en las vetas antes mencionadas por cuarzo gris y blanco con tonalidades ocre, probablemente sulfosales de plata, hematita, limonita y escasa pirita.

### **Tiro Bute**

Se localiza a 500 m al poniente de Tlalpujahuá, a un costado del arroyo Cerro del Lacolot. Sus coordenadas UTM son 2189937 de Latitud Norte y 376630 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,600 msnm. Se trata de dos tiros profundos (Bute y Pabellones), separados 100 m entre sí en dirección N30°W (fotografía 30), probablemente labrados a rumbo de una estructura mineralizada.



Fotografía 30: Vista del Tiro Bute, en las cercanías de la cabecera municipal. Tlalpujahuá, Michoacán

Según algunos lugareños estos tiros son muy antiguos y estuvieron en operación en el siglo XIX, dando acceso a la continuidad hacia el noroeste de la veta.

La roca encajonante consiste en una sucesión de pizarra y metalutita de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con abundante desarrollo de óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación. La mineralización observada en terrero está constituida de cuarzo gris, con tonalidades oscuras, a veces bandeado y con texturas crustiformes, con hematita y limonita. El concesionario actual es la compañía minera Luismin.

### **Tiro Reforma**

El Tiro Reforma fue una obra minera importante, actualmente abandonada, que operó activamente a comienzos del siglo pasado. Se localiza a 3.5 km al oriente de Tlalpujahuá y a 1.2 km al este de Tlacotepec, y se llega a él por la carretera pavimentada que une a este último poblado con El Oro. Sus coordenadas UTM son 2191866 de Latitud Norte y 379928 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,722 msnm. La roca encajonante en superficie, es una riolita de color gris claro a rosa, de grano fino a medio, a veces porfídica, y a mayor profundidad se encuentra una sucesión de pizarra y metalutita de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación.

El tiro presenta una sección de 2 X 3 m en superficie y una profundidad que sobrepasa los 120 m, pues se supone que llega al nivel del socavón Dos Estrellas, en la cota 2640 msnm. Esta obra forma parte del intenso complejo de obras mineras desarrolladas para la explotación del sistema de vetas La Verde y San Rafael que presentan un rumbo general N10°-30°W y que puede alcanzar más de 3 km de largo, 500 m de profundidad y espesores de 1 a 20 m en algunas de las estructuras mineralizadas.

Este sistema, constituido por las vetas La Verde, La Amarilla, Veta Nueva, La Colorada, Amparo y San Rafael, etc., fue el más importante del distrito de Tlalpujahua a finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

La mineralización en estas vetas está constituida por cuarzo gris y blanco con tonalidades oscuras, con contenidos de oro y plata, escasa pirita, hematita y limonita. La textura del mineral de veta es gruesa, granular, observable a simple vista (Benítez-Muro y Gómez-Caballero, 1976).

En la actualidad el fundo pertenece a la compañía minera Luismin, que ha realizado trabajos de exploración en todo este sector. Seguramente la compañía posee datos sobre la ley media de Au y Ag que aún existe en el sistema de vetas San Rafael-La Verde y sobre las reservas estimadas, pero no los dan a conocer.

### **Tiro Regulares**

Se encuentra a 2.8 km al noreste de Tlalpujahua y a 1.3 km al sureste de Tlacotepec, y se llega por terracería 1.2 km hacia el oriente desde Tlacotepec y luego por brecha al suroeste durante 500 m. Sus coordenadas UTM son 2191501 de Latitud Norte y 379339 de Longitud Oeste, con una elevación de 2,730 msnm. La roca encajonante en superficie y en el Tiro Reforma, es una riolita de color gris claro a rosa, de grano fino a medio, a veces porfídica; a mayor profundidad se encuentra una sucesión de pizarra y metalutita de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec, con desarrollo de óxidos como limonita y hematita, y fuerte presencia de silicificación.

El tiro presenta una sección de 2 X 2 m en superficie y una profundidad desconocida, pero se supone que llega al nivel del socavón Dos Estrellas y que por aquí se sacaba mineral del sistema de vetas La Verde-San Rafael, como lo atestigua un amplio terrero que existe en el patio de esta obra minera. Este tiro forma parte del intenso complejo de obras mineras que se construyeron para la explotación del sistema de vetas La Verde y San Rafael que presenta un rumbo

general N10°-30°W y que alcanza más de 3 km de largo, 500 m de profundidad y espesores de 1 a 20 m en algunas de las estructuras mineralizadas. Este sistema, constituido por vetas como La Verde, La Amarilla, Veta Nueva, La Colorada, Amparo y San Rafael, etc., fue el más importante del distrito de Tlalpujahuá a finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

La mineralización en estas vetas está constituida por cuarzo gris y blanco con tonalidades oscuras, con contenidos de oro y plata, escasa pirita, hematita y limonita. La textura del mineral de veta es gruesa, granular, observable a simple vista (Benítez-Muro y Gómez-Caballero, 1976).

En la actualidad el fundo pertenece a la compañía minera Luismin, que ha realizado trabajos de exploración en todo este sector. Seguramente la compañía posee datos sobre la ley media de Au y Ag que aún existe en este sistema de vetas San Rafael-La Verde y sobre las reservas estimadas, sin darlos a conocer.

### **Localidad Joyas de Oro**

Se localiza a 2 km al suroeste de Tlalpujahuá y a 1 km al oriente del poblado de Santa María, por la brecha que va de este poblado a la gasolinera de Zapateros, exactamente en la casa de Erasmo. Sus coordenadas UTM son 2188342 de Latitud Norte y 375359 de Longitud Oeste, a una altura topográfica de 2,648 msnm. En la localidad hay varios tiros pequeños y un socavón de rumbo S20°E, labrados en caliza y pizarra, probablemente a rumbo de veta N10°-20°W.

En algunos sectores se observan zonas de stocwork de cuarzo en pizarra. El cuarzo es blanco, con tonalidades grises, a veces ocre. Hay presencia de drusas y texturas de crustificación. En el patio del socavón hay un pequeño terrero de donde se tomó la muestra TLAL-48, que aportó contenidos muy bajos, del orden de 0.3 g/t de Au y 10 g/t de Ag.

### **Socavón La Estanzuela**

Se ubica a 5.5 km al suroeste de la cabecera municipal y a 2 km al oriente de la comunidad de San Isidro, en el arroyo Río Grande, ejido de San Lorenzo. Sus coordenadas UTM son 2184705 de Latitud Norte y 374110 de Longitud Oeste a una altura topográfica de 2,650 msnm.

El Socavón La Estanzuela, de rumbo S25°E y más de 200 m de desarrollo se encuentra inundado (según versión del guía Mario Moreno Salgado).

El socavón fue labrado en andesita en la bocamina y, probablemente en pizarra en los sectores más profundos.

Existe un pequeño terrero en donde se observó poco cuarzo gris oscuro, hematita y limonita. La muestra TLAL-50 tomada en el terrero no reportó contenidos de oro y plata de interés.

### **Localidad Tierras Blancas (Mártires)**

Se encuentra a 1.5 km al norte franco del poblado San Francisco de los Reyes, al costado poniente del Cerro de Santiago, con coordenadas UTM 2188031 de Latitud Norte y 371038 de Longitud Oeste y a una altura topográfica de 2,721 msnm. En el área afloran pizarra, filita, lutita y toba andesítica de la secuencia vulcanosedimentaria correspondiente a la Formación Amatepec.

La mineralización de oro y plata está emplazada en vetas de cuarzo que siguen un rumbo general N10°-20°W echado al NE y al SW, alcanzando espesores entre 0.80 m a 1.50 m. La veta Dolores o Hilo Rojo, en uno de sus ramaleos en la mina Santa María, reporta leyes de 112 g/t y 782 g/t, de plata (Mérida-Cruz y Galicia-Fernández, 1976).

Existen al menos 20 labrados y pequeñas obras mineras en el área del Cerro Santiago, siendo los más importantes los socavones Mártires, Santa María,

Madruño, Cuates, Descubridora, Ánimas y Del Agua, que cortan y siguen a rumbo las vetas Dolores o Hilo Rojo y las vetas No. 1 y No. 2 (fotografía 31).



Fotografía 31: Vista del Tiro Mártires en la localidad minera Tierras Blancas, sobre la veta Dolores, área de San Francisco de los Reyes, Tlalpujahua, Michoacán

Esta localidad fue trabajada infructuosamente en la década de los setenta del siglo pasado por el señor Manuel Blanco Matas, y el Consejo de Recursos Minerales realizó trabajos de reconocimiento en 1976.

### **Socavón El Cedro**

Se localiza a 1.7 km al oriente de la cabecera municipal y a 200 m de la casa de Juan Soto, dentro de la zona considerada como Museo de Dos Estrellas. Sus coordenadas UTM son 2189701 de Latitud Norte y 378744 de Longitud Oeste, a una altura topográfica de 2,638 msnm. El Socavón El Cedro (fotografía 32), de rumbo N70°E, se encuentra en la actualidad inaccesible, pero se sabe que en su

época el socavón atravesaba los sistemas de vetas La Verde y San Rafael, alcanzando varios kilómetros de longitud. Se sabe que estos sistemas de vetas, los más importantes históricamente en el distrito minero de Tlalpujahuá, presentan un rumbo general N10°-30°W y pueden alcanzar más de 3 km de largo, 500 m de profundidad y espesores de 1 a 33 m en algunas de las estructuras mineralizadas como La Verde (Benítez-Muro y Gómez-Caballero, 1976). Este sistema, constituido por vetas como La Verde, La Amarilla, Veta Nueva, La Colorada, Amparo y San Rafael, etc., fue el más importante del distrito de Tlalpujahuá a finales del siglo XIX y principios del siglo XX.



Fotografía 32: Aspecto actual de la bocamina del Socavón El Cedro que daba acceso al sistema de vetas de La Verde, Tlalpujahuá, Michoacán

El socavón fue labrado en la capa de riolita que cubre a la secuencia vulcanosedimentaria, pero unos cuantos metros adentro las rocas labradas son pizarra y metalutita de ésta última secuencia. La mineralización estaba representada en las vetas antes mencionadas por cuarzo gris y blanco con

tonalidades ocres, sulfosales de plata, oro y plata nativos, argentita, hematita, limonita y escasa pirita (Elvir, 1955, en Benítez-Muro y Gómez-Caballero, 1976).

### **Socavón Dos Estrellas**

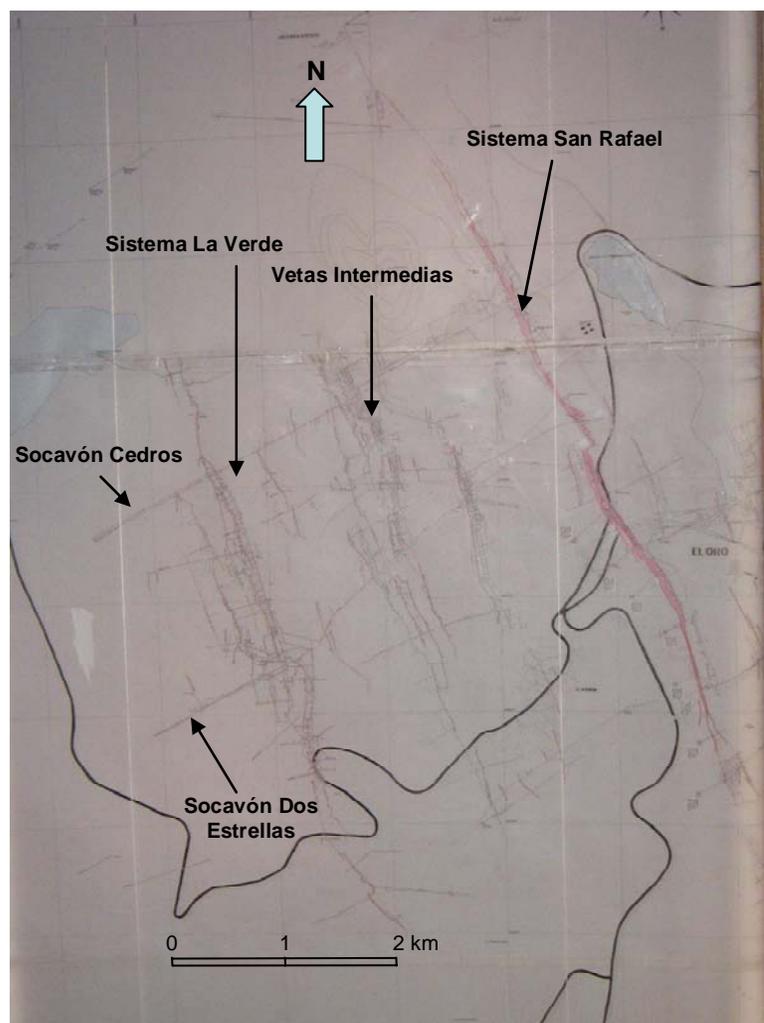
Se localiza a 2 km al oriente de la cabecera municipal, en donde se encuentra en la actualidad el Museo Dos Estrellas, con coordenadas UTM 2188817 de Latitud Norte y 378972 de Longitud Oeste, a una altura topográfica de 2,640 m.s.n.m. El Socavón Dos Estrellas (fotografía 33), de rumbo  $70^{\circ}$  NE, y varios kilómetros de desarrollo, marca el nivel base de referencia para todas las obras mineras con las que se enlaza en la profundidad en los sistemas de vetas La Verde y San Rafael.



Fotografía 33: Socavón Principal Dos Estrellas, el más importante históricamente en el distrito minero, hoy convertido en museo. Tlalpujahua, Michoacán

Se sabe que estos sistemas de vetas, los más importantes históricamente en el distrito minero de Tlalpujahua, presentan un rumbo general  $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$  NW y pueden alcanzar más de 3 km de largo, 500 m de profundidad y espesores de 1 a 33 m en

algunas de las estructuras mineralizadas como La Verde (Benítez-Muro y Gómez-Caballero, 1976). Estos sistemas, constituidos por vetas como La Verde, La Amarilla, Veta Nueva, La Colorada, Ámparo y San Rafael, etc., fueron los más importantes del distrito de Tlalpujahua a finales del siglo XIX y principios del siglo XX (fotografía 34).



Fotografía 34: Ubicación de los socavones Cedros y Dos Estrellas que dan acceso al sistema de vetas La Verde-San Rafael. Modificado del plano base de la Compañía Luismin

El socavón se trazó en 1898, primero en la capa de riolita que cubre a la secuencia vulcanosedimentaria, y luego en pizarra y metalutita de la secuencia vulcanosedimentaria que encajona a las vetas. La traza horizontal de las vetas es lenticular elongada, formando una secuencia de “rosario”, con su mayor potencia en la porción central de cada una de las cuentas del rosario, existiendo en algunos casos ramaleos hacia los límites de ellas y hacia arriba, con ocasionales caballos de tepetate en las partes medias.

La mineralización está representada por cuarzo gris y blanco con tonalidades ocre, oro y plata nativos, argentita, tetrahedrita, embolita, estefanita, polibasita, cerargirita, pirrotita, arsenopirita, hematita, limonita y escasa pirita (Elvir, 1955, en Benítez-Muro y Gómez-Caballero, 1976).

### **IV.3. LOCALIDADES DE AGREGADOS PÉTREOS**

La propiedad física más relevante de un agregado pétreo aplicado a la construcción, es su resistencia o durabilidad, la que depende de la porosidad, tamaño de poros y de su volumen total; también es importante su tendencia a quebrarse en partículas relativamente cúbicas.

Los materiales pétreos se usan para proporcionar estabilidad y alta resistencia a la compresión, cuando llegan a compactarse. Se utilizan para bases de caminos, como rellenos solos o combinados, así como en la construcción residencial y comercial.

Los materiales para la construcción deben ser inertes, duros, de peso natural o gravedad específica alta, 2.6 para caliza, andesita, dacita, riolita y traquita, y de 2.8 en caso del basalto. De acuerdo con la prueba de resistencia llamada Los Ángeles test, que es la prueba más común de la medida de la resistencia de un agregado pétreo a la abrasión, la caliza tiene un valor de abrasión 26, y la andesita un valor 18 (ver tabla siguiente); en esta tabla se le compara con el basalto y otras felsitas (rocas de color claro) como la dacita, riolita y traquita.

## CLASIFICACIÓN DE ROCAS COMÚNMENTE USADAS PARA MATERIALES PÉTREOS

Grupo	Clasificación General	Roca	Gravedad específica aproximada	Prueba de abrasión Los Ángeles*	
				Promedio	Variación media **
Ígneo	Intrusiva	Granito	2.6	38	27-49
		Diorita	2.8		
	Extrusiva	Basalto	2.8	14	10-17
		Felsitas +	2.6	18	
Sedimentario	Calcárea	Dolomita	2.7	25	18-31
		Caliza	2.6	26	19-30

\* Fuente: Wolf, 1953, modificado por Schencky y Torries, 1983.

\*\* Los valores más altos se excluyeron después de quitar 1/5 al valor más alto y 1/5 al valor más bajo de las pruebas reportadas por D.O. Wolf.

+ Incluyen: andesita, dacita, riolita y traquita.

La carretera de terracería es un camino acondicionado con materiales naturales: tezontle, piedra bola, balastre, limo, arcilla y arena grava, etc. Incluyen fragmentos grandes mayores de 75 cm y menores de 2 m, medianos mayores de 20 cm y menores de 75 cm chicos mayores de 7.6 cm y menores de 20 cm. Todos ellos para ser tendidos en el cuerpo del terraplén (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1985).

La carretera pavimentada es un camino hecho sobre la base de un revestimiento, con materiales resistentes para el tránsito de vehículos pesados y con una superficie tersa de rodamiento de asfalto. Se definen como materiales pétreos seleccionados que aglutinados con un material asfáltico, se emplean para construir carpetas o mezclas asfálticas. El asfalto es un material bituminoso, sólido o semisólido con propiedades aglutinantes, que se licua gradualmente al calentarse. Está constituido principalmente por asfaltenos, resinas y aceites, estos constituyentes le dan al asfalto sus características de consistencia, poder de aglutinación y ductilidad.

Dentro del municipio de Tlalpujahua se identificaron **8 localidades de agregados pétreos**, las cuales se muestran en la tabla siguiente y las más importantes se describen a continuación:

**TABLA 3. LOCALIDADES DE AGREGADOS PÉTREOS**

CLAVE	NOMBRE	MATERIAL	TIPO DE ROCA	POTENCIAL m <sup>3</sup>	ORIGEN
TLAL-02	Sandía	Balastre	Pizarra	32,000	Metamórfico e intemperismo mecánico
TLAL-30	Sin Nombre	Balastre	Pizarra	40,000	Metamórfico e intemperismo mecánico
TLAL-41	Sin Nombre	Balastre	Pizarra	25,000	Metamórfico e intemperismo mecánico
TLAL-54	Tiro 2	Balastre	Lutita	2,500	Metamórfico e intemperismo mecánico
TLAL-57	El Moral III	Balastre	Andesita	45,000	Metamórfico e intemperismo mecánico
TLAL-60	La Estanzuela I	Balastre	Andesita	25,000	Metamórfico e intemperismo mecánico
TLAL-61	Las Avestruces	Balastre	Andesita	10,000	Metamórfico e intemperismo mecánico
TLAL-62	Las Lajas	Balastre	Andesita	32,000	Volcánico e intemperismo mecánico

### **Banco Sandía**

Se localiza a 3.5 km al noroeste de la cabecera municipal, con coordenadas UTM 2191667 de Latitud Norte y 373883 de Longitud Oeste, a una elevación de 2,550 msnm. El acceso desde Tlalpujahua se realiza por la carretera pavimentada a Maravatío y a la altura del barrio de Zapateros, se toma terracería al noroeste hasta el poblado San Pedro Tarímbaro y luego se continúa al noreste por la misma terracería hasta la comunidad de Sandía, en un recorrido de 10 km aproximadamente. Se trata de un banco de pizarra, frágil y semideleznable, que se utiliza como balastre para recubrimiento de caminos en el área.

El banco presenta forma irregular, con dimensiones aproximadas de 150 m de longitud, 30 m de ancho y 7 m de profundidad, que corresponde a un **volumen**

**potencial de 31,500 m<sup>3</sup>** (fotografía 35). La producción en este banco de material pétreo es irregular, y sólo se lleva a cabo cuando hay que cubrir una necesidad local en el mantenimiento de los caminos.



Fotografía 35: Vista del banco de agregado pétreo en la localidad de Sandía, Tlalpujahua, Michoacán

### **Banco Sin Nombre**

Este banco se ubica a 4.5 km al noroeste de Tlalpujahua, en el área El Gigante, con coordenadas UTM 2193971 de Latitud Norte y 375427 de Longitud Oeste, a una elevación de 2,545 msnm. El acceso se lleva a cabo por la carretera pavimentada Tlalpujahua-Venta de Bravo y a la altura de El Moral, se toma terracería al poniente por 3 km hasta llegar a la localidad de interés. Se trata de un banco de pizarra perteneciente a una secuencia vulcanosedimentaria, de constitución frágil y deleznable, que se utiliza esporádicamente como balastre para relleno y recubrimiento de la terracería y caminos locales.

El banco es pequeño, de forma irregular, con dimensiones aproximadas de 100 m de longitud, 80 m de ancho y 5 m de profundidad, que corresponde a un **volumen potencial de 40,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 36). La producción en este banco de material pétreo es esporádica, y sólo se lleva a cabo cuando hay que cubrir una necesidad local en el mantenimiento de los caminos aledaños.



Fotografía 36: Aspecto del banco Sin Nombre, en donde esporádicamente se obtiene grava gruesa a partir de pizarra, área El Gigante, Tlalpujahuá, Mich.

### **Banco El Moral III**

Se encuentra a 6 km al norte de Tlalpujahuá, en el área de El Moral, con coordenadas UTM 2195027 de Latitud Norte y 375966 de Longitud Oeste, a una elevación de 2,410 msnm. El acceso se realiza por la carretera pavimentada Tlalpujahuá-Venta de Bravo, hasta llegar a la localidad de interés, que se encuentra a un costado de la carretera. Se trata de un banco de andesita, frágil y deleznable, de donde se ha obtenido grava burda que se utiliza como balastre en recubrimiento de caminos. El banco es de forma irregular, con dimensiones

aproximadas de 150 m de longitud, 30 m de ancho y 10 m de profundidad, que corresponde a un **volumen potencial de 45,000 m<sup>3</sup>** (fotografía 37).



Fotografía 37: Banco de toba andesítica, en donde se obtiene esporádicamente grava burda para balastre, localidad El Moral III, Tlalpujahuá, Michoacán

La producción en este banco de material pétreo es esporádica, y sólo se lleva a cabo cuando hay que cubrir una necesidad local en el mantenimiento de los caminos aledaños.

### **Banco Las Lajas**

Se localiza a 11 km al suroeste de Tlalpujahuá, y a 1 km al norte de San José de Guadalupe, por la carretera que desde Tlalpujahuá conduce a Angangueo, en las coordenadas UTM 2182029 de Latitud Norte y 373645 de Longitud Oeste, a una elevación de 2,683 msnm. Se trata de un banco de andesita, frágil y deleznable, de donde se ha obtenido grava burda que se utiliza como balastre en recubrimiento de caminos. El banco es pequeño, de forma irregular, con

dimensiones aproximadas de 80 m de longitud, 40 m de ancho y 10 m de profundidad, que corresponde a un **volumen potencial de 32,000 m<sup>3</sup>**. La producción en este banco de material pétreo es esporádica e irregular. Por ejemplo, en noviembre de 2005 el dueño, señor José Mora, vendió la carga de 100 camiones, equivalentes a 4 m<sup>3</sup> cada camión, a razón de \$25.00 cada unidad. Pero durante 2006 no hubo ninguna actividad de extracción.

Otros bancos de material pétreo dentro del municipio son el Tiro 2, La Estanzuela, Las Lajas y Las Avestruces, pero todos ellos son de pequeñas dimensiones y se encuentran inactivos desde hace varios años.

#### **IV.4. LOCALIDADES DE MINERALES NO METÁLICOS**

Las calizas son rocas carbonatadas, compuestas por lo general de calcita. El carbonato de calcio en la gran mayoría de los casos, se ha extraído de agua del mar por agencia de organismos diminutos y luego depositado en capas que finalmente se consolidan en rocas. Estas rocas son, por general, de estructura de grano fino y uniforme y algunas veces bastante densas con una gran resistencia a la meteorización, sin embargo, la acción del agua de lluvia y ríos provoca la disolución de la caliza, creando un tipo de erosión característica denominada kárstica.

La caliza se usa para la fabricación del cemento, es la materia prima elemental; como roca fragmentada; roca para coraza; en relleno de asfalto; como agregado incluyendo concreto, balastre en el ferrocarril, lastre, techo, gránulos, terrazo y estuco; en mezcla de materiales para bases, subbases y carpetas en la construcción de caminos; en morteros y puzolanas; en forma de lecho de roca para filtro y como roca dimensionable. También se usa para producir cal, la que es un químico básico como materia prima en la industria química. La cal mezclada con jabón de pastilla amarillo y alumbre funciona como impermeabilizante. Como agente caustificante en las plantas de papel kraft al sulfato. En la manufactura de cartón de paja. En tratamiento de desperdicios de pulpa y papel molido como

coagulante para remover el color; acondicionador para filtrado y como agente neutralizante. También es utilizada en la manufactura de la sosa comercial y carburo. Es la materia prima para obtener carbonato de calcio. Como fundente, en la fundición y refinación del hierro y otros metales, como aglomerante de mena de fierro, así como polvo inerte en minas de carbón.

En el municipio de Tlalpujahua se reconoció solamente **una localidad de minerales no metálicos**, correspondiente a caliza en el Campo del Gallo. Este recurso se explotó localmente y a muy baja escala para obtener cal, a mediados del siglo pasado. En la tabla siguiente se muestran sus principales características.

**TABLA 4. LOCALIDADES DE MINERALES NO METÁLICOS**

CLAVE	NOMBRE	SUBST.	FORMA	OPERACIÓN	POTENCIAL m <sup>3</sup>	ORIGEN
TLAL-11	Campo del Gallo	Caliza	Irregular	Prospecto	100,000	Sedimentario

#### **Localidad Campo del Gallo**

Se localiza a 1 km al noroeste de la cabecera municipal, con coordenadas UTM 2189832 de Latitud Norte y 376050 de Longitud Oeste, a una elevación de 2,734 msnm. El acceso desde Tlalpujahua se realiza por la terracería que conduce al Campo del Gallo; se trata de un banco de caliza de color gris oscuro (fotografía 38), masiva y compacta, que se utilizaba para obtener cal en los años cincuenta del siglo pasado, en las cercanías de la Mina Dos Estrellas.

El banco presenta forma irregular, con dimensiones aproximadas de 100 m de longitud, 100 m de ancho y 10 m de profundidad, que corresponde a un **potencial de 100,000 m<sup>3</sup>**. Según testimonio de habitantes del área, en los alrededores se contaba con 6 hornos de calcinación, semejantes al que se observa en las cercanías de la mina Dos Estrellas (fotografía 39).



Fotografía 38: Vista del depósito de caliza en Campo del Gallo, Tlalpujahua, Mich.



Fotografía 39: Horno de calcinación de caliza en las cercanías del socavón Dos Estrellas, Tlalpujahua, Michoacán

En el plano de Yacimientos Minerales, anexo a este trabajo, se presenta una tabla donde se muestran las 63 localidades visitadas en el municipio Tlalpujahua.

El distrito de Tlalpujahua presenta todavía un atractivo potencial de mineral auroargentífero, a pesar de que ha sido explotado desde la Colonia. Por otra parte, la extracción y aprovechamiento de la toba andesítica y riolítica como cantera, es la actividad minera económica más importante en la actualidad en el municipio.

**TABLA GENERAL DE LOCALIDADES MINERALES, MUNICIPIO  
TLALPUJAHUA, MICHOACÁN**

IDENT.	NOMBRE	C.UTM-Y	C.UTM-X	SUBST.	POTENCIAL m <sup>3</sup>	ROCA ENCAJONANT	USOS	ACCESO DE TLALPUJAHUA (km)
TLAL-01	Cuatro Pilares	2188945	375182	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 3 km
TLAL-02	Sandía	2191667	373883	(Balastre)	32,000	Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 3 km, terracería 8 km
TLAL-03	Sandía	2191160	373783	Au y Ag		Pórfido de sienita	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 3 km, terracería 8 km
TLAL-04	Santa Gertrudis	2189626	375340	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 3 km, terracería 1.5 km
TLAL-05	Santa Isabel	2189166	376781	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 0.5 km
TLAL-06	Tiro San Francisco	2189353	377079	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Brecha, 1.5 km
TLAL-07	Quebradillas	2189113	377109	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Brecha 1.8 km
TLAL-08	El Sagrado Corazón	2189048	377181	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Brecha 1.5 km
TLAL-09	San Cristóbal-El Pinto	2188751	377219	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Brecha 2 km
TLAL-10	Cerrito del Lacolot	2189720	376777	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Terracería 1 km
TLAL-11	Campo del Gallo	2189832	376050	Caliza (cal)	100,000	Caliza	Cal hidratada para construcción, industria del cemento, hormigón premezclado y otros productos	Terracería 1 km
TLAL-12	Nueva Luz de Borda	2189162	377418	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 1 km, brecha 1 km
TLAL-13	San Juan Tlalpujahuilla	2188248	378004	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 2.5 km
TLAL-14	Socavón Santa Cruz	2188516	377355	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Terracería 2 km
TLAL-15	Tiro La Nacional	2189287	375887	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 1.5 km, terracería 1 km
TLAL-16	Socavón Nochebuena	2188330	376009	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 2 km, a pie 500 m
TLAL-17	Socavón El Carmen	2190909	376969	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Terracería 1.5 km
TLAL-18	Tiro El Malacate	2190684	376313	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Terracería 2 km
TLAL-19	La Barranca	2190419	376458	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Terracería 1.8 km

IDENT.	NOMBRE	C.UTM-Y	C.UTM-X	SUBST.	POTENCIAL m <sup>3</sup>	ROCA ENCAJONANT	USOS	ACCESO DE TLALPUJAHUA (km)
TLAL-20	S/N	2190429	376341	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Terracería 1.9 km
TLAL-21	Socavón La Lucha	2190295	376112	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Terracería 2.5 km
TLAL-22	Socavón La Nacional	2189033	376420	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 1.5 km
TLAL-23	Tiro El Roble	2189204	374806	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 2 km, terracería 2 km
TLAL-24	Tiro La Juanita	2189914	371290	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 2 km, terracería 4 km
TLAL-25	Tiro Bute	2189937	376630	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	En Tlalpujahua
TLAL-26	Tiro Reforma	2191866	379928	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 3 km
TLAL-27	S/N	2191950	379870	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 2.8 km
TLAL-28	Tiro Regulares	2191501	379339	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 2.5 km, brecha 1 km
TLAL-29	El Gigante	2194459	373676	Cantera	1'000,000	Dacita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, terracería 6 km
TLAL-30	S/N	2193971	375427	Balastre	40,000	Pizarra	Grava para recubrimiento de caminos	Pavimento 5 km, terracería 3 km
TLAL-31	El Chimal	2192820	375924	Cantera	250,000	Andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, terracería 3 km
TLAL-32	El Chimal I	2192646	375923	Cantera	30,000	Andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, terracería 3.5 km
TLAL-33	La Escuela	2195345	374707	Cantera	100,000	Riolita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, terracería 4 km
TLAL-34	El Moral	2194210	375798	Cantera	1'500,000	Dacita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, terracería 1 km
TLAL-35	Llano Grande	2194232	376426	Cantera	80,000	Riolita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, terracería 1 km
TLAL-36	El Moral I	2193855	375872	Cantera	100,000	Andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, terracería 1 km
TLAL-37	La América	2193550	376371	Cantera	20'000,000	Riodacita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 3 km, brecha 0.5 km
TLAL-38	El Roble	2194125	376935	Cantera	90,000	Andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, brecha 2 km
TLAL-39	Llano Grande I	2193698	377020	Cantera	100,000	Riolita, andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, brecha 2 km
TLAL-40	Llano Grande II	2193644	377475	Cantera	1'200,000	Andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, brecha 2.5 km
TLAL-41	S/N	2192553	377531	Balastre	25,000	Pizarra	Grava para recubrimiento de caminos	Pavimentada 2 km, terracería 1 km
TLAL-42	La América I	2193171	377207	Cantera	300,000	Dacita, andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 4 km, brecha 1 km
TLAL-43	La América II	2193361	377040	Cantera	400,000	Andesita, dacita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 4 km, brecha 0.7 km
TLAL-44	Santa María	2188283	374501	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 3 km
TLAL-45	Tiro El Águila	2185377	373249	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 6 km

IDENT.	NOMBRE	C.UTM-Y	C.UTM-X	SUBST.	POTENCIAL m <sup>3</sup>	ROCA ENCAJONANT	USOS	ACCESO DE TLALPUJAHUA (km)
TLAL-46	Las Canteras	2183421	373847	Cantera	200,000	Andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 8 km
TLAL-47	San Patricio	2192451	378789	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 3 km, terracería 2 km
TLAL-48	Joyas de Oro	2188342	375359	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 2 km
TLAL-49	Socavón Tetela	2185949	372840	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 2 km, brecha 1.5 km
TLAL-50	La Estanzuela	2184705	374110	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 6 km, a pie 2 km
TLAL-51	Mártires	2188031	371038	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 8 km, terracería 2 km
TLAL-52	Santa María	2188017	370818	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 8 km, terracería 2.5 km
TLAL-53	Tiro 2	2190397	379108	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 1 km, brecha 1.5 km
TLAL-54	Tiro 2	2190400	379058	Au y Ag	2,500	Lutita	Grava para recubrimiento de caminos	Pavimento 1 km, brecha 1.5 km
TLAL-55	El Cedro	2189701	378744	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 1 km, brecha 500 m
TLAL-56	El Moral II	2194314	375298	Cantera	1'000,000	Andesita	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 5 km, terracería 1 km
TLAL-57	El Moral III	2195027	375966	Balastre	45,000	Andesita	Grava para recubrimiento de caminos	Pavimento 6 km
TLAL-58	Socavón El Orito	2188930	374996	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 3 km
TLAL-59	Socavón Dos Estrellas	2188817	378972	Au y Ag		Pizarra	Joyería, fabricación de monedas y electrónica	Pavimento 1 km, terracería 1 km
TLAL-60	La Estanzuela I	2184567	373425	Balastre	25,000	Andesita	Grava para recubrimiento de caminos	Pavimento 7 km
TLAL-61	Las Avestruces	2179224	373853	Balastre	10,000	Andesita	Grava para recubrimiento de caminos	Pavimento 10 km
TLAL-62	Las Lajas	2182029	373645	Balastre	32,000	Andesita	Grava para recubrimiento de caminos	Pavimento 9 km
TLAL-63	El Agrario	2185626	374695	Cantera	75,000	Toba andesítica	Recubrimiento de fachadas, pisos, muros de contención, monumentos y figuras ornamentales	Pavimento 6 km

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente Inventario Minero del municipio Tlalpujahuá se visitaron y analizaron en campo, con levantamiento de fichas y toma de muestras correspondientes, **un total de 63 localidades**, de las cuales **38 corresponden a minerales metálicos, 16 a rocas dimensionables (cantera), 8 a agregados pétreos (balastre) y 1 a minerales no metálicos (caliza)**.

### V.1. CONCLUSIONES

Los **minerales metálicos** ocupan el primer lugar por abundancia en el municipio, alcanzando un total de **38 localidades** documentadas en el presente inventario, todas por mineralización de Au y Ag. La mineralización está representada por vetas, salbandas y cuerpos tabulares de origen epitermal, emplazados en pizarra, lutita y metaandesita de una secuencia vulcanosedimentaria del Cretácico correspondiente a las formaciones Villa de Ayala y Amatepec. La zona mineral se extiende en una franja de unos 40 km<sup>2</sup> que contiene más de 30 vetas conocidas, con espesores variables desde unos cuantos centímetros hasta 20-33 m (Veta Verde) y longitudes de 150 a 3,500 m. El rumbo general de las estructuras es de N 10°-30° W, con echados variables 70°-90°, tanto al NE, como al SW. La mineralización ha alcanzado en algunos lugares hasta 460 m de profundidad.

El mineral auroargentífero presenta una paragénesis de oro nativo, plata nativa, calcopirita, galena, esfalerita, argentita, freibergita-tetrahedrita-tenantita, bornita, boulangerita y una serie de seleniuros raros de plata y oro asociados, como la naumanita, aguilarita, fischesserita y crookesita, en una ganga de cuarzo y calcita.

Las **16 localidades de roca dimensionable** en el municipio de Tlalpujahuá están representadas por extensos bancos de dacita, riolita y andesita, rocas que se utilizan como cantera para la industria de la construcción, mampostería, acabados arquitectónicos, esculturas y objetos artesanales. Se conocen en Tlalpujahuá al menos tres variedades de cantera: “gris”, “rosa” y “roja”, con sus características,

texturas ignimbríticas, flammes alargados y elongados, con determinada dirección. Cada uno de estos litotipos presenta variaciones texturales que los distinguen y que son apreciadas según sea el uso al que se les destine. Se ha estimado una reserva potencial de 48 millones de m<sup>3</sup> de la roca cantera en el municipio de Tlalpujahuá (Morales-Gómez y Corona-Chávez, 2005).

En estas localidades se extrae roca de cantera volcánica para la industria de la construcción. En cada una de esas localidades hay varios productores pequeños o medianos, que por lo general, alquilan un pequeño sector de un banco para realizar actividades de explotación. Sin embargo, existen unos 4 o 5 productores mayores, que cuentan con más gente y equipo y que explotan los bancos más conocidos, como La América y El Gigante.

En los años sesenta del siglo pasado eran sólo cuatro los talleres que trabajaban la cantera, pero hoy en día son alrededor de 40. Algunos de esos talleres, son ahora grandes productores que emplean tecnología de punta para ofrecer un producto de mayor calidad y logran generar más de 200 m<sup>2</sup> de laminado semanalmente, cuyo costo de producción varía entre 40 y 50 pesos por metro cuadrado.

Los **agregados pétreos** en el municipio están representados por **8 localidades** de pizarra y toba andesítica, frágil y deleznable, que se utiliza como balastre para relleno de terracerías y brechas.

Los **minerales no metálicos** están representados por **una localidad** en que se observa un afloramiento de caliza en el Campo del Gallo, utilizada a mediados del siglo pasado para la obtención de cal a muy baja escala y sólo para satisfacer necesidades locales, cuando todavía se extraía mineral auroargentífero en el distrito.

## V.2. RECOMENDACIONES

En relación a los **minerales metálicos**, se recomienda apoyar a empresas como Luismin, para generar empleo en la comunidad, ya que desde la década de los ochenta del siglo pasado, esta empresa ha realizado labores de exploración con métodos indirectos y directos, como geofísica y barrenación, ha realizado levantamiento de las obras mineras accesibles y se ha clasificado una gran cantidad de información (planos, informes y resultados, etc.), lo que ha conducido a fortalecer las expectativas sobre el potencial de mineral de interés en todo el distrito, que se estima hoy entre 10 a 12 millones de toneladas de mineral de interés. Es posible que actualmente haya una reactivación de la minería metálica con base en los precios de los metales, para beneficio del municipio, ya que todavía posee un potencial atractivo de mineral económico.

En relación a la **roca dimensionable**, en las últimas tres décadas, la producción de cantera en Tlalpujahuá y su aprovechamiento, ha tenido un auge inusitado, que ha redundado en bien del desarrollo del municipio y de la comunidad en general, por lo que se recomienda brindar toda la ayuda necesaria de parte del municipio y del estado, para engrandecer aún más esta industria naciente en el municipio.

En relación a los **agregados pétreos**, el aprovechamiento de este recurso en el municipio, se realiza de manera restringida y a muy pequeña escala, sólo para cubrir las necesidades locales en el mantenimiento de las principales vías rurales del municipio, por lo que se recomienda hacer conciencia en los habitantes, de que este recurso también se puede explotar y vender a los constructores y reparadores de caminos y carreteras, creando un ingreso extra para los habitantes del municipio.

## BIBLIOGRAFÍA

Benítez-Muro, J.A., y Gómez-Caballero, J.A., 1976, Informe de los trabajos de evaluación preliminar en el distrito minero El Oro-Tlalpujahua, Mich., Consejo de Recursos Minerales, Informe Inédito.

Bustamante-García, J., 2002, Carta metalogenética y de blancos de exploración Morelia, escala 1:250,000, Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.

Campa-Uranga M. F. and Coney, P. J., 1983. Tectono-Stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico. Canadian Journal Of Earth Sciences, vol. 26, pp. 1040-1051.

Carrasco, N. G., 1988. Estudio geológico de semidetalle, petrológico y geoquímico de elementos mayores de los campos volcánicos de los Azufres Mich., Amealco y El Zamorano, Qro. Tesis de Maestría, F. I. UNAM. Inédita.

Carreño, G., 1983, Angangueo, el pueblo que se negó a morir, Impresora Publicitaria y Editorial S.A., México.

Centro Nacional de Desarrollo Municipal, 1999, Enciclopedia de los Municipios de México-Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán.

Corona-Chávez, P., Soto-Zacarías, S., Viaro-Luca, M., Garduño-Monroy, V. H., 2000, Carta Geológico-Minera Angangueo, E14A26, escala 1:50,000, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con la metodología y supervisión del Consejo de Recursos Minerales.

De la Teja-Segura, M.A., Moctezuma-Salgado, M.D., Vergara, A., 2000, Carta geológico-minera El Oro de Hidalgo E14-A16, Consejo de Recursos Minerales, Pachuca, Hidalgo.

Demant A., 1982. Interpretación geodinámica del Eje Nevocánico Transmexicano; UNAM, México, Inst. de Geol. Revista, Vol. 5 Núm. 2, pp. 43-59.



Ortega-Gutiérrez F., 1992, Provincias Geológicas de México, Cap. VI del Texto Explicativo de la Quinta Edición de la Carta Geológica de la República Mexicana. UNAM, Instituto de Geología. 74 p.

Pasquaré G., Covelli L., Ferrari L., Garduño V.H., Innocenti F., Israde I., Masuoli G., Pagliaro L., Paquare G., Perezoli V., Tibaldi A., Tiberi M., Turcheti F., Vezzoli L., Villari L., 1991, Geologic Map of the Central Sector of the Mexican Volcanic Belt, States of Guanajuato and Michoacán, MCH072, Geol. Soc. of Amér.

Silva-Mora, I. y Salgado, S. Z., 1988. Estudio estratigráfico-estructural en la región de Tlalpujahua-El Oro, Estados de Michoacán y México: ESIA.IPN. Tesis inédita.

Uribe-Salas, J.A., 2002, Historia de la minería en Michoacán, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Volumen 1, p. 159-186.

**SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO  
SECRETARIA DE DESARROLLO ECONÓMICO  
GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN.**

## **ANEXO I**

**FICHAS PARA EL INVENTARIO FÍSICO DE LOS  
RECURSOS MINERALES DEL MUNICIPIO  
TLALPUJAHUA, ESTADO DE MICHOACÁN.**

ELABORÓ: ING. JORGE BUSTAMANTE GARCÍA

REVISÓ: ING. JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ GONZÁLEZ

SUPERVISÓ: ING. FERNANDO CASTILLO NIETO

OCTUBRE DE 2007