



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

*"INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS MINERALES
DE LA CARTA IXTAPAN DE LA SAL E14-A57"*

INFORME QUE PRESENTA:

VÍCTOR MANUEL GÓMEZ LUNA

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
GEÓLOGO BAJO LA MODALIDAD DE TRABAJO
PROFESIONAL**

DIRECTOR DE INFORME

Dr. Enrique González Torres



MÉXICO D.F.

2014

ÍNDICE

I. GENERALIDADES

I.1 Introducción 1

I.2 Objetivo 1

II. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

II.1 Localización y extensión 2

II.2. Vías de comunicación y Acceso 3

III.3 Fisiografía 4

III. MARCO GEOLÓGICO

III.1 Geología Regional 7

III.2 Geología Local 15

IV. YACIMIENTOS MINERALES

III.1. Localidades de Minerales Metálicos 22

III.2. Localidades de Rocas Dimensionables 88

III.3. Localidades de Agregados Pétreos 116

III.4. Localidades de Minerales No Metálicos 157

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 173

VI. BIBLIOGRAFÍA 175

I. GENERALIDADES

I.1. Introducción

El Servicio Geológico Mexicano, instituyó un programa para realizar Cartas – Inventario, escala 1:50,000, para proporcionar a los gobiernos de los Estados, el servicio de información geológica–minera de manera completa, eficiente y actualizada.

En el desarrollo de este programa, se trabaja en cartas geológico–mineras y geoquímicas editadas por el Servicio Geológico Mexicano, para complementar y actualizar la información de minerales metálicos, no metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos, siendo estos tres últimos poco considerados cuando se habla de minera, no obstante la importancia de los minerales no metálicos (fluorita, cuarzo, etc.), las rocas dimensionables que son usadas en fachadas y pisos, algunas de las cuales se llegan a exportar a China y otros países, y los agregados pétreos (arena, y grava), que se utilizan para la industria de la construcción. Todos estos productos son muy importantes para la economía nacional.

En este inventario de la carta Ixtapan de la Sal, se utilizó como base la información Geológico-Minera y Geoquímica de la Carta Ixtapan de la Sal E14-A57, escala 1:50,000, del año 2010; levantada con anterioridad por el Servicio Geológico Mexicano. Los trabajos de campo del inventario minero de los recursos minerales de la Carta Ixtapan de la Sal E14-A57 iniciaron el 5 de Marzo del 2013 y concluyeron el 21 de Junio del mismo año, cubriendo un área de 970 km².

I.2. Objetivo

Elaborar una carta–inventario 1:50,000 que permita localizar recursos minerales metálicos, no metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos, que permita atraer inversión nacional y extranjera para el desarrollo de nuevos proyectos mineros, la cual incida en elevar el nivel de vida de las comunidades rurales y marginadas, generando empleos, derrama económica, evitando la migración y de esta manera contribuir al desarrollo de la pequeña minería y minería social.

II. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

II.1. Localización y extensión.

La carta Ixtapan de la Sal, se encuentra en la región VI del Estado de México (EDOMEX, 2013) que comprende a los municipios de Almoloya de Alquisiras, Coatepec de Harinas, Joquicingo, Malinalco, Ocuilán, San Simón de Guerrero, Sultepec, Temascaltepec, Tenancingo, Texcaltitlán, Tonatico, Villa Guerrero, Zacualpan, Zumpahuacán e Ixtapan de la Sal (*Figura 1*), se localiza a 51 Km en línea recta al sur de la Cd. de Toluca, está delimitada por las coordenadas geográficas 19° 00' 00" a 18° 45' 00" de latitud norte y 99° 40' 00" a 100° 00' 00" de longitud oeste, cubre una superficie de 970 km².

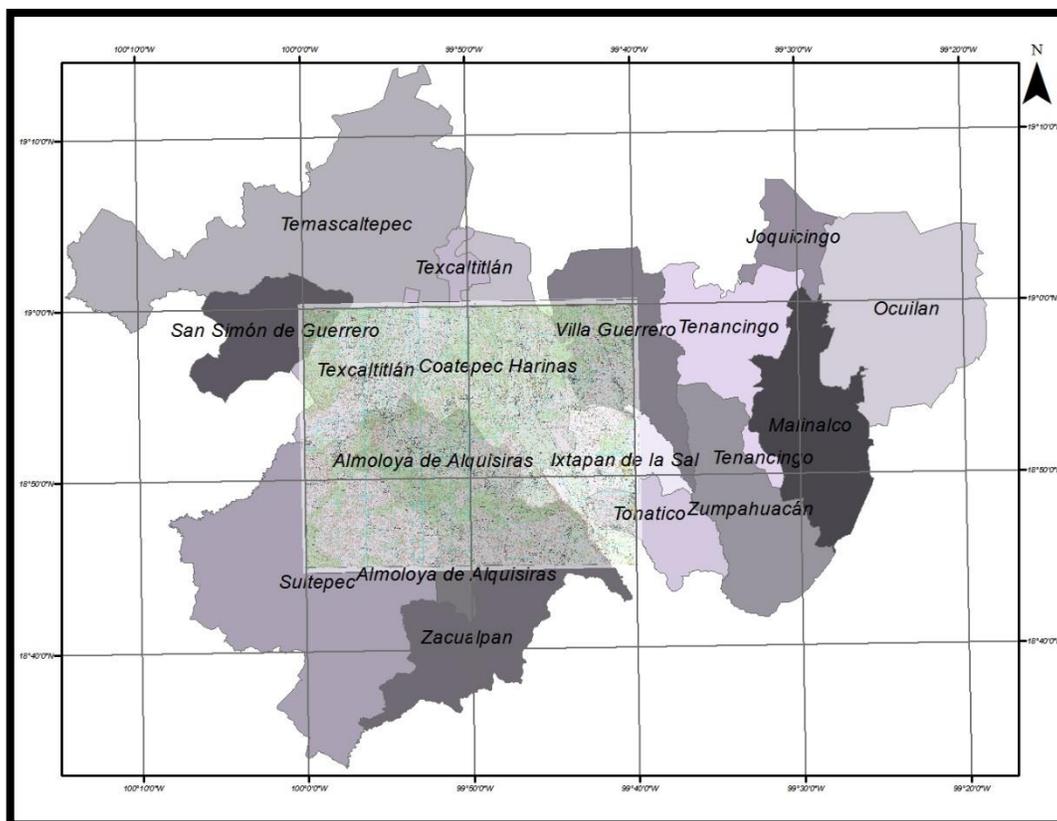


Figura 1: Localización de la carta Ixtapan de la Sal en la zona VI del Estado de México.

II.2. Vías de comunicación y acceso.

Los accesos principales para llegar a los sectores centro, noreste, este y sureste de la carta son los siguientes: A partir del centro de Toluca para llegar por autopista libre se toma la carretera federal No. 55 Toluca – Tenango de Arista – Tenancingo de Degollado – Ixtapan de la Sal, en un recorrido de 80 km y por cuota se toma la carretera federal No. 55 Toluca – Tenango de Arista hasta la desviación para tomar la carretera federal No. 55D Santiaguillo Cuaxustenco – Ixtapan de la Sal con un recorrido en total de 54 km. Otro acceso a partir del centro de Toluca es por la carretera federal No. 134 Toluca – Ciudad Altamirano hasta la desviación hacia la carretera estatal No. 10 La Puerta – Sultepec con un recorrido de 70 km; De estas dos carreteras se desprenden dos estatales que abarcan también la carta la No. 7 y la No. 12 que atraviesan el centro de la carta; a partir de estas carreteras tenemos varias ramificaciones pavimentadas y de brecha que cubren los caminos de la carta. (Figura 2)

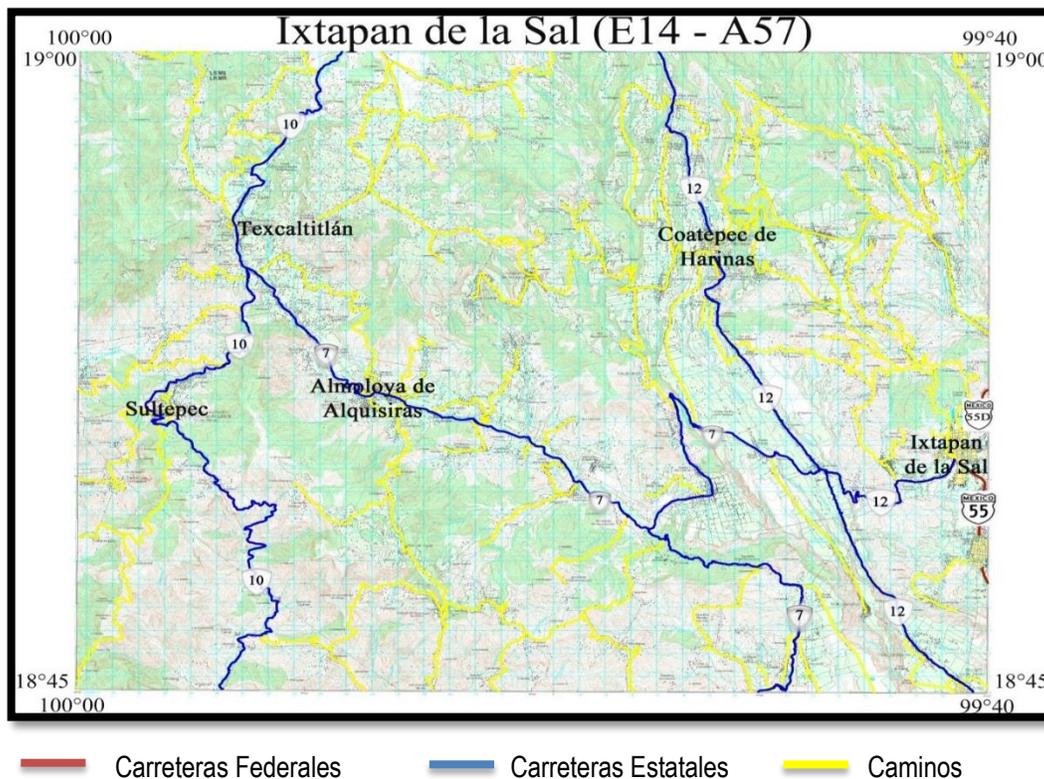


Figura 2: Localización y vías de acceso junto con las cabecera municipales de la carta 1:50,000

III.3 Fisiografía

La carta Ixtapan de la Sal se ubica en el límite entre la Faja Volcánica Transmexicana, y la Sierra Madre del Sur (Figura 3), en la subprovincia denominada Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses (INEGI 2010). (Figura 4)

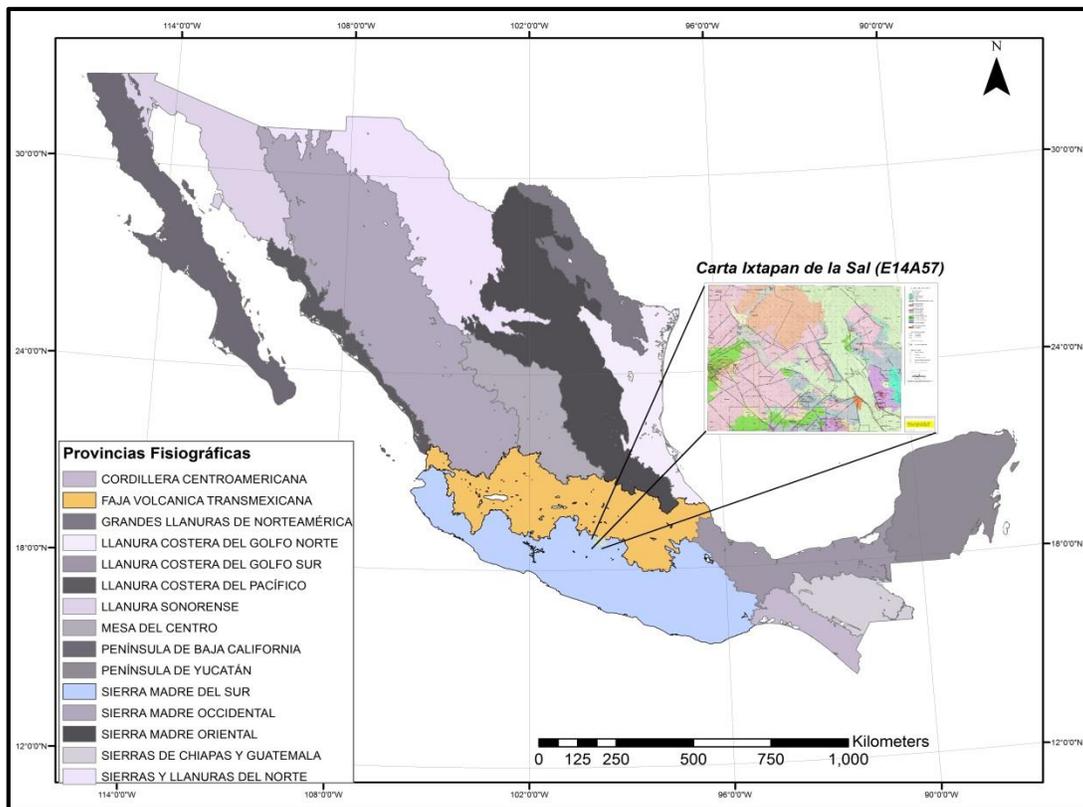


Figura 3: Provincias Fisiográficas de la República Mexicana donde se ubica la Carta Ixtapan de la

La subprovincia está conformada por rocas metamórficas del Mesozoico y volcánicas del Terciario mientras que la Sierra Madre del Sur está compuesta por rocas de diferente naturaleza geológica y se prolonga desde Bahía de Banderas en el estado de Jalisco, hasta el Golfo de Tehuantepec lo constituyen rocas intrusivas cristalinas, especialmente granitos y rocas metamórficas, muchos de sus atributos característicos están relacionados con la zona de subducción de la Placa de Cocos. La dirección de algunos ejes estructurales como la depresión del Balsas, las cordilleras costeras, la línea de costa, etc. presentan una dirección NW – SE.

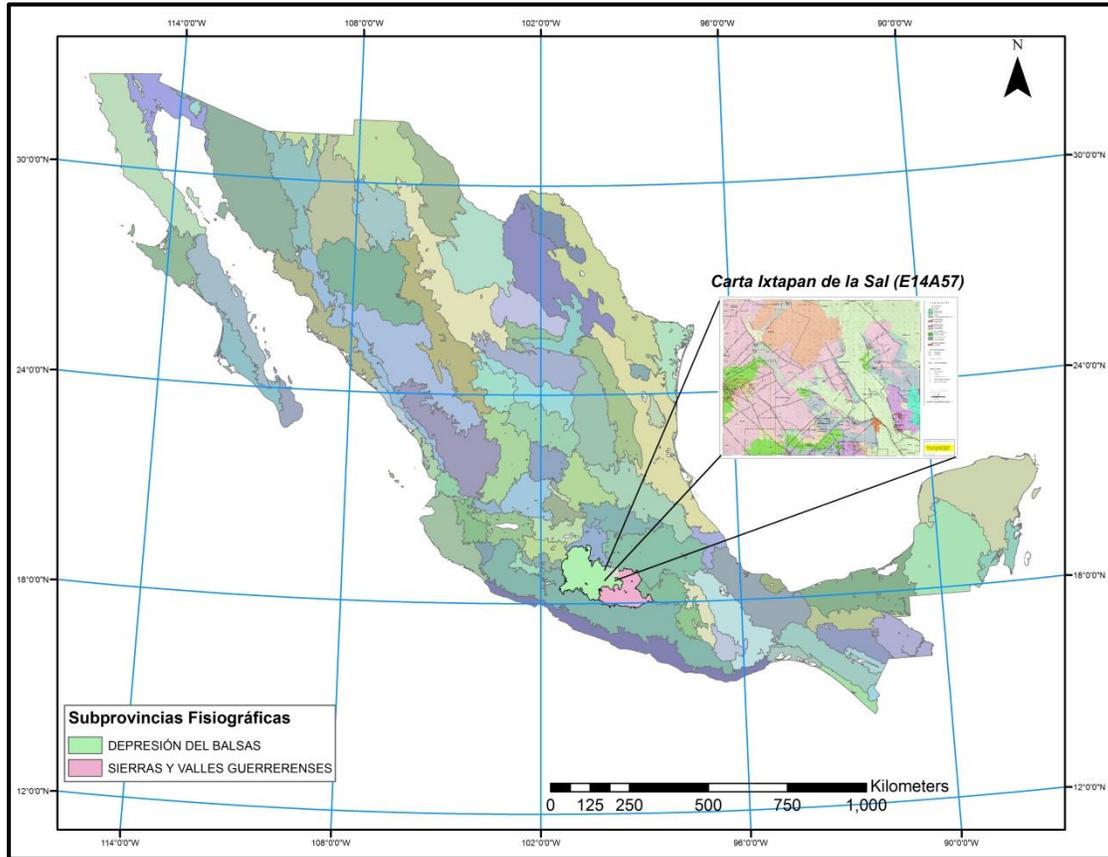


Figura 4: Subprovincias Fisiográficas de la República Mexicana donde se ubica la Carta Ixtapan de la Sal.

En general, el relieve montañoso es variado, forma sierras complejas, así como lomeríos y mesetas alargadas, mismos que son profundamente disectadas por cañones en forma de “V”, en algunos casos mostrando pendientes acantiladas. Las geoformas están en función de la litología y las estructuras tectónicas que afectaron la región. Geomorfológicamente el área denota dos etapas erosivas. La primera relacionada a paisajes seniles, con algunos levantamientos que dan la apariencia de rejuvenecimiento por neotectonismo, y la segunda, a paisajes erosivos juveniles relacionado a una tectónica distensiva que dio lugar a la Faja Volcánica Transmexicana (*Fotografía 1*).



Fotografía 1: Geomorfología de la zona sureste de la carta donde se pueden apreciar los cañones en forma de “V”

Hidrográficamente la carta se localiza en la cuenca del Río Balsas, y la distribución hidrográfica está relacionada con el patrón estructural y litológico que afloran en la zona, marcando drenajes de tipo dendrítico con variante a subparalelo. La orientación del drenaje subparalelo son es NW-SE, controlados por fosas tectónicas distensivas representadas en la carta. (Figura 5)

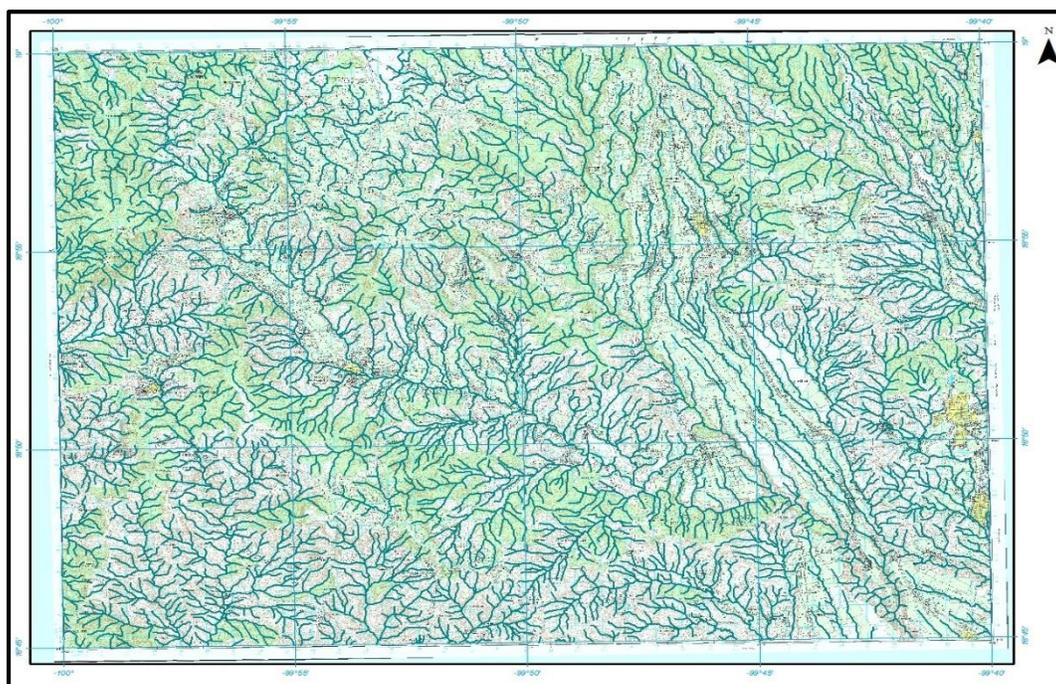


Figura 5: Hidrografía de la Carta Ixtapan de la Sal donde se puede apreciar el drenaje dendrítico de

III. MARCO GEOLÓGICO

III.1. Geología Regional

La Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) tiene de 1000 km de longitud y es un arco volcánico continental del Neógeno, que muestra una gran variación en la composición y el estilo volcánico, y tectónica extensional intra-arco. Su origen se asocia a la subducción de las placas de Rivera y Cocos (Ferrari et al., 2011). Estudios geofísicos indican que el manto de la litosfera es muy delgado o ausente por debajo del pre-arco y arco, los fluidos del bloque se liberan en 40 a 100 km de ancho de la Faja por debajo de la parte frontal del arco, y la corteza inferior debajo del arco es parcialmente fundida. Al este de 101°W la FVTM está construida sobre la corteza cuyas edades van del Precámbrico al Paleozoico con espesor de 50 a 55 km. Al Oeste de 101°W la FVTM está edificada sobre rocas que atestiguan antiguos arcos continentales e insulares del Jurásico al Cenozoico con 35 a 40 km espesor de corteza. (Ferrari et al., 2011).

La carta Ixtapan de la Sal, queda comprendida en el Terreno Guerrero dentro de la división de terrenos tectono–estratigráficos (Figura 6). Es el segundo terreno más grande de América del Norte, que en su mayor parte se caracteriza por el vulcanismo submarino y está formado por cinco sub-terrenos. El Terreno Guerrero registra enormes y complejos procesos de subducción influenciados por una gran translación y rifting. Se compone de los Terrenos Teloloapan, Guanajuato, Arcelia, Tahues y Zihuatanejo. Dentro de estos terrenos la carta elaborada se encuentra principalmente en el Terreno Teloloapan que se compone de un arco de isla del Cretácico Inferior con andesítica a flujos de lava basálticos submarinos intercalados con calizas y rocas volcanoclásticas someras. La composición del Terreno Guerrero se caracteriza sobre todo por sucesiones locales subaéreas y submarinas y sedimentarias que se extienden de la era del Jurásico (Titoniano) al Cretácico Medio y Tardío (Cenomaniano), y las escasas exposiciones de las rocas más antiguas, (Centeno-García; Guerrero-Suastegui; Talavera-Mendoza; 2008)

La composición del Terreno Guerrero

Las áreas con grandes volúmenes de rocas volcánicas y volcanoclásticas del Cretácico Inferior, ubicadas hacia el oeste de Oaxaquia y del Terreno Mixteco, fueron agrupados originalmente como el Terreno Guerrero por Campa y Coney (1983) y 10 años después se dividió en los Terrenos Tahue, Náhuatl y Tepehuano por Sedlock et al. (1993). Por lo tanto, las revisiones posteriores de la distribución del terreno de México (por ejemplo, Centeno-García, 2005) se han basado en Campa y Coney (1983). El Terreno Guerrero está formado por al menos cinco terrenos: Tahue, Zihuatanejo, Guanajuato, Arcelia y Teloloapan; Talavera-Mendoza et al, 1995; Mendoza y Suastegui, 2000; Centeno-García et. al., 2003; Centeno-García, 2005). Su estratigrafía se describe brevemente del NNW a ESE.



Figura 6: Terrenos Tectonoestratigráficos de la Republica Mexicano donde se observa la localización de la carta Ixtapan de la Sal perteneciente al terreno Guerrero.

El Terreno Teloloapan

El Terreno Teloloapan es una unidad volcano-sedimentaria de aproximadamente 100 km de ancho y 300 km de longitud que representa el conjunto más al oriente del Terreno Guerrero. Se compone de una sucesión aproximadamente 3.000 m de espesor, de composición básica a intermedia de almohadillas y lavas masivas, pillow brechas y hialoclastitas. Las rocas volcánicas de los niveles inferiores son intercaladas con lutitas y arcillas cuarzosas que contiene radiolarios del Cretácico Inferior. Los niveles superiores se componen de flujos de lava intercalados con depósitos de flujo de escombros y capas discontinuas de calizas del Aptiano (Guerrero et al., 1993). Las rocas volcánicas son de composición intermedia, típica de arcos de islas maduros (Talavera-Mendoza et al, 1995; Mendoza y Guerrero, 2000). Estas rocas volcánicas están cubiertas por una gruesa capa (aprox. 1.500 m) por una sucesión de grauvaca y tobas arcillosas del Albiano–Cenomaniano inferior, calizas arrecifales y bioclásticas, areniscas turbidíticas y arcillas del Turoniano (Campa y Ramírez, 1979; Talavera-Mendoza et al, 1995; Monod et al, 2000). La naturaleza de su basamento es desconocido.

El Terreno Teloloapan está expuesto en las partes orientales de la composición del Terreno Guerrero. Se caracteriza estructuralmente por un sistema complejo de fallas inversas hacia el borde este. Sus rocas del Cretácico Inferior son severamente deformadas y metamorfoseadas en facies de esquistos verdes de bajo grado. El Terreno Teloloapan no hace caso de los carbonatos de plataforma del Cretácico Inferior al Medio o los sedimentos clásticos que pertenecen al Terreno Mixteco del Cretácico Superior (Campa y Ramírez, 1979). Las rocas metamórficas que están expuestas cerca de la frontera noroeste del Terreno Teloloapan con el Terreno Arcelia se han interpretado como un posible basamento (Elías-Herrera y Sánchez-Zavala, 1990; Sánchez-Zavala, 1993). Las rocas de esta zona son de origen y edad incierta.

La estratigrafía de la región oriental, desde la base hacia lo más reciente está compuesta por basalto a andesítica almohadillada y flujos de lava masivos, brechas volcánicas y depósitos de flujos piroclásticos de la Formación Villa de Ayala (Talavera – Mendoza et al., 1995). Estos depósitos son intercalados con arenisca epiclástica y conglomerados.

Las estructuras primarias en las rocas volcanoclásticas sugieren un ambiente de depósito marino (Guerrero-Suastegui et al, 1991; Guerrero-Suastegui, 2004). Depósitos de tormenta, fragmentos de coral y otros fósiles sugieren aguas poco profundas y cálidas. Esta unidad contiene gasterópodos y bivalvos fósiles que van en edad desde Hauteriviano al Aptiano (Guerrero-Suastegui et al, 1991; Ramírez-Espinoza et al, 1991; Talavera-Mendoza et al, 1995).

Los análisis geoquímicos de rocas volcánicas de la Formación Villa de Ayala del Terreno Teloloapan indican que el magmatismo similar a la de los arcos interoceánicos activos (Talavera-Mendoza, 1993; Talavera-Mendoza et al, 1995; Lapierre et al., 1992; Mendoza y Suastegui, 2000; Centeno-García et al, 1993a). La base de la Formación Villa de Ayala no está expuesta.

La base de la Formación Teloloapan se compone de calizas intermareales intercaladas con rocas volcanoclásticas conteniendo rudistas y nerineas de edad del Aptiano Tardío – Albiano Inferior (Guerrero-Suastegui et al, 1991, 1993; Guerrero-Suástegui, 2004). Por tanto el magmatismo cesó antes del Aptiano Tardío (Guerrero-Suastegui et al, 1991; Mendoza y Suastegui, 2000; Guerrero-Suástegui, 2004).

La estratigrafía de la parte occidental del Terreno Teloloapan comprende basalto submarino, andesítica, flujos de lava félsica y rocas volcanoclásticas de la Formación Villa de Ayala depositados en condiciones de aguas más profundas que los sedimentos del este del Terreno Teloloapan. En contacto transitorio con la Formación Acapetlahuaya, integrada por una fina capa de lutitas volcánicas y areniscas en la base, en algunas localidades, con intercalaciones de caliza negra, finamente laminada. Cambia transitoriamente en la parte alta a esquisto, con poco o nada de material volcánico en la parte superior (Campa y Ramírez, 1979; Guerrero–Suástegui, 2004).

En cuanto a las provincias geológicas de Ortega–Gutiérrez et al. (1992) la carta se encuentra en la Faja Volcánica Transmexicana y el Complejo Orogénico Guerrero – Colima (Figura 7).

La Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) es el más largo arco volcánico del Neógeno en América del Norte, que abarca 160 000 km² y una longitud de casi 1.000 km entre 18 ° 30' y 21° 30' N en el centro de México. Se superpone a las placas de Rivera y Cocos. La FVTM se construye sobre provincias magmáticas Cenozoicas y Cretácicas y un basamento heterogéneo hecho de terrenos tectono-estratigráficos de diferente edad y litología.



Figura 7: Provincias Geológicas de la República Mexicana donde se observa la localización de la carta Ixtapan de la Sal perteneciente al Complejo Orogénico Guerrero – Colima.

Del Cretácico Superior al Paleógeno la sucesión ígnea consiste en rocas plutónicas y volcánicas que se incluyen en el Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental (McDowell y Clabaugh, 1979), el rango de los Batolitos de la península de Baja California y su prolongación sur de la FVTM en el Bloque Jalisco (por ejemplo, Ortega-Rivera, 2003).

Un segundo arco magmático del Eoceno está representado por lavas discontinuas andesíticas y menos riolíticas – dacíticas expuestos en la Sierra Madre Occidental (Aguirre-Díaz y McDowell, 1991; Ferrari et al, 2007), y lavas basálticas a andesíticas y granítica a plutones dioríticos expuestos al sur de la FVTM occidental (Martini et al., 2009, 2010). Estas rocas están cubiertas por un manto de ignimbritas silíceas emplazadas en dos pulsos principales, o brotes.

El pulso del Eoceno Tardío – Oligoceno Inferior afectó en su totalidad a la Sierra Madre Occidental (Ferrari et al., 2007) y continúa hacia el sur de la FVTM centro-oriental (Morán-Zenteno et al., 1996), mientras que el pulso del Mioceno Inferior sólo se reconoce en el sur Sierra Madre Occidental, al sur de Baja California y al lado del Golfo de California, e inmediatamente al sur del frente volcánico de la FVTM central (Ferrari et al, 2002;. Orozco-Esquivel et al, 2009, 2010a).

Al norte de la FVTM, el arco magmático migro hacia el este entre el tiempo del Cretácico y Eoceno y luego regresó hacia la trinchera en el Oligoceno y el Mioceno Inferior. Por el contrario, al sur de la FVTM el arco se trasladó progresivamente hacia el este. En su conjunto, los cinturones magmáticos mantuvieron una orientación general NNW hasta el Eoceno pero desde Oligoceno comenzó una rotación hacia la izquierda, hasta alcanzar su actual orientación transversal E – W típica de la FVTM en el Mioceno Medio (Ferrari et al., 1999). Debido a que la FVTM está orientada oblicua a la tendencia de las provincias tectónicas mexicanas, su basamento Pre-Cretácico es muy heterogéneo (Ortega-Gutiérrez et al., 2008).

La mitad oriental de la FVTM, al este de 101° W, está construido sobre terrenos precámbricos, agrupados en el llamado microcontinente Oaxaquia (Ortega-Gutiérrez et al., 1995), así como en el terreno Mixteco de la era Paleozoica (Nance et al., 2006). Al oeste de 101 ° W, la FVTM está sustentada por la composición del terreno Guerrero, un conjunto del Jurásico a arcos marginales marinos del Cretácico construido sobre turbiditas siliciclásticas del Triásico – Jurásico Inferior (Centeno-García et al., 2011).

Lo más occidental de la composición del Terreno Guerrero es el bloque Jalisco, dominado por batolitos del Cretácico tardío al Paleoceno intrusionando a los esquistos del Jurásico medio a tardío (Schaaf et al, 1995; Valencia et al, 2009) y cubierto por ignimbritas subaéreas y lavas del Cretácico Tardío al Eoceno (Ferrari et al, 2000b; Frey et al, 2007). Parte del batolito tiene valores bajos a negativos ϵNd (-1.7 a +2.4) y edades Precámbricas del modelo Nd (Schaaf et al., 2003), lo que sugiere que el basamento continental pre-mesozoico puede existir en el bloque Jalisco. Lo más oriental de la composición del Terreno Guerrero también es probablemente sustentado por un basamento continental, como se infiere de xenolitos corticales granulíticos en Pepechuca y Rincón de Parangueo (Ortega-Gutiérrez et al., 2008).

La región intermedia consiste probablemente en una delgada corteza parcialmente oceanizada del Mesozoico (Centeno – García et al, 2011; Elías-Herrera et al, 2000; Martini et al, 2011), con un manto superior modificado por los fluidos relacionados por la subducción y se funde por lo menos desde ~ 110 Ma. (Martini et al., 2009).

Por el contrario, la corteza y el manto superior debajo de la mitad oriental de la FVTM fueron escasamente afectados por el magmatismo desde el Jurásico Inferior. Como resultado, la litosfera debajo de la FVTM puede variar en espesor, composición y reología, afectando la evolución petrogenética del arco. (Ferrari, 2011).

Los depósitos continentales están constituidos por conglomerados, que Fríes en 1960, propone como Formación Balsas. Este grupo de rocas comprende una variedad grande de tipos litológicos, que se presentan en la cuenca hidrológica del Río Balsas. Sus componentes principales son conglomerados formados por clastos de caliza, volcánicos y metamórficos, soportados en matriz lodosa y arenosa, también se compone de arcosas, areniscas, limolitas, lodolitas, lutitas, brechas, tobas volcánicas, derrames lávicos interestratificados (andesitas, dacitas, y basalto), caliza lacustre y yeso; la edad de la formación es variable, y se restringe únicamente por posición estratigráfica.

En Tierra Caliente, se le asigna tentativamente una edad que abarca desde el Campaniano – Maastrichtiano al Eoceno (De Cserna, 1982), en la parte oriental se le considera del Paleoceno – Oligoceno, Eoceno – Oligoceno (Salinas – Prieto, 1986). A estos sedimentos les sobreyace un sucesión volcánica de composición félsica que se correlaciona con la Ignimbrita Tilzapotla, representada por tobas, ignimbritas, derrames y brechas riolíticas en capas muy gruesas o masivo. Al W y N de Taxco, contiene una mayor proporción de brechas y lavas (Moran-Zenteno et al., 2004).

Los últimos datos radiométricos obtenidos en rocas de la Ignimbrita Tilzapotla, en la sierra de Taxco, fueron obtenidos por Morán-Zenteno et al (2004), y reporta una edad del Oligoceno inferior (34.5 Ma)

Las unidades litológicas pre-cretácicas y terciarias son cortadas por un intrusivo de composición granodiorítica con diferenciación adamelita (González – Partida et, al, 2001), es de color gris con tonos verdes, denota cambios texturales de porfídica a fanerítica cristalina de grano grueso, su composición esta está representada por fenocristales de plagioclasa tabular, cuarzo, vidrio y hornblenda.

Estructuralmente al sub-basamento definido como esquistos Tejupilco, se le han observado tres fases compresivas de deformación, y en el arco Arcelia- Teloloapan, se han reconocido dos fases de deformación compresivas; las estructuras resultantes tienen vergencias divergentes; hacia el este y al oeste (Salinas – Prieto, 1994.). La secuencia ha sido afectada seriamente por una tectonogénesis polifásica que involucró por lo menos dos etapas mayores de deformación; la deformación produjo un patrón complejo de pliegues isoclinales asociados a la foliación penetrante y cabalgaduras. El área de Tejupilco se encuentra cerca de la frontera oriental aparente del terreno Guerrero, aproximadamente a 130 km al WSW de la Ciudad de México. En la base litológica, estructural y de relaciones tectonotermales, las rocas del Mesozoico en el área de Tejupilco se subdividen en dos secuencias submarinas metavolcánicas-sedimentarias, las cuales ambas tienen afinidades de arco de isla. La parte inferior, llamada conjunto metamórfico de Tejupilco, es una secuencia intensamente deformada de rocas metamórficas de facies de esquistos verde; La parte superior, el grupo Arcelia-Palmar Chico, consiste en una secuencia deformada de ligera a moderada de rocas metamórficas de facies prehnita – pumpellita.

El conjunto metamórfico Tejupilco consiste en rocas metamórficas de facies de esquistos verdes expuestas en la región de Tejupilco-Taxco. Estas rocas metamórficas también se han considerado para representar un conjunto metavolcánico-sedimentario de arco de isla del Jurásico Tardío –Cretácico Inferior (Campa y Ramírez, 1979), y se agrupan en el subterreno Teloloapan – Ixtapan (Campa y Coney, 1983), o más recientemente, como el subterreno Teloloapan del Cretácico Inferior (Talavera-Mendoza et al, 1993, 1995;.. Centeno-García et al, 1993a).

Este sistema tiene una actividad reportada en su posición centro y norte del Mioceno medio hasta el reciente. (Alaniz – Álvarez et al., 2002). En el área de estudio se trabajó con la imagen de satélite, en el cual se interpretan una serie de líneas regionales con tendencia NW, que forman parte del cizallamiento del sistema Taxco – San Miguel de Allende.

III.2. Geología local.

La Geología local (Figura 8) de la carta de Ixtapan de la Sal, Estado de México, en la porción suroeste se tiene las rocas más antiguas. Estas son rocas metamórficas expuestas en las áreas de Ixtapan de la Sal, Tonicato y Zacualpan. Constituyen una secuencia meta-volcano-sedimentaria, con afinidad de arco volcánico submarino– marginal y con un metamorfismo de facies de esquistos verdes, constituida por filita, esquistos de sericita, esquistos de clorita – epidota – actinolita y metatoba riolítica. La edad de la secuencia es de 137.1 Ma para el Esquisto Taxco y 135.6 Ma para la Roca Verde Taxco Viejo (Campa et al., 2012).

En el área de Ixtapan de la Sal - Tonicato, las rocas metamórficas están cubiertas discontinuamente por un paquete de rocas sedimentarias marinas, predominantemente calcáreas con una edad que varía desde el Jurásico Tardío hasta el Cretácico Tardío las cuales se relacionan con toda las rocas dimensionables que se utiliza en Ixtapan de la Sal. Las unidades litológicas antes mencionadas se encuentran cubiertas discordantemente por depósito continental sedimentario, y derrames volcánicos ácidos de la Sierra Madre del Sur, así como magmatismo básico del Cinturón Volcánico Transmexicano.

Los depósitos continentales de la Formación Balsas, principalmente los conglomerados formados por clastos de caliza, volcánicos y metamórficos, soportados en matriz lodosa y arenosa, y derrames lávicos interestratificados (andesitas, dacitas, y basalto), están relacionadas principalmente con todo el material de agregados pétreos de arenas y gravas de toda la carta. Otro elemento importante es la Ignimbrita Tilzapotla por sus tobas, ignimbritas, derrames y brechas riolíticas ya que este tipo de roca lo encontramos en la parte central y suroeste de la carta de la cual se puede dimensionar toda la riolita que se encuentra en la carta. Las tobas deleznable hasta vitrificados de esta Formación se pueden encontrar en el municipio de Texcaltitlán. La cubierta más reciente corresponde a derrames basálticos y andesíticos, de textura afanítica, estructura fluidal y vesicular, constituidos de abundante plagioclasa y en ocasiones denotando fenocristales de olivino. Se le asigna una edad del Plioceno por posición estratigráfica, ya que cubre a los Lahares de edad Mioceno – Cuaternario.

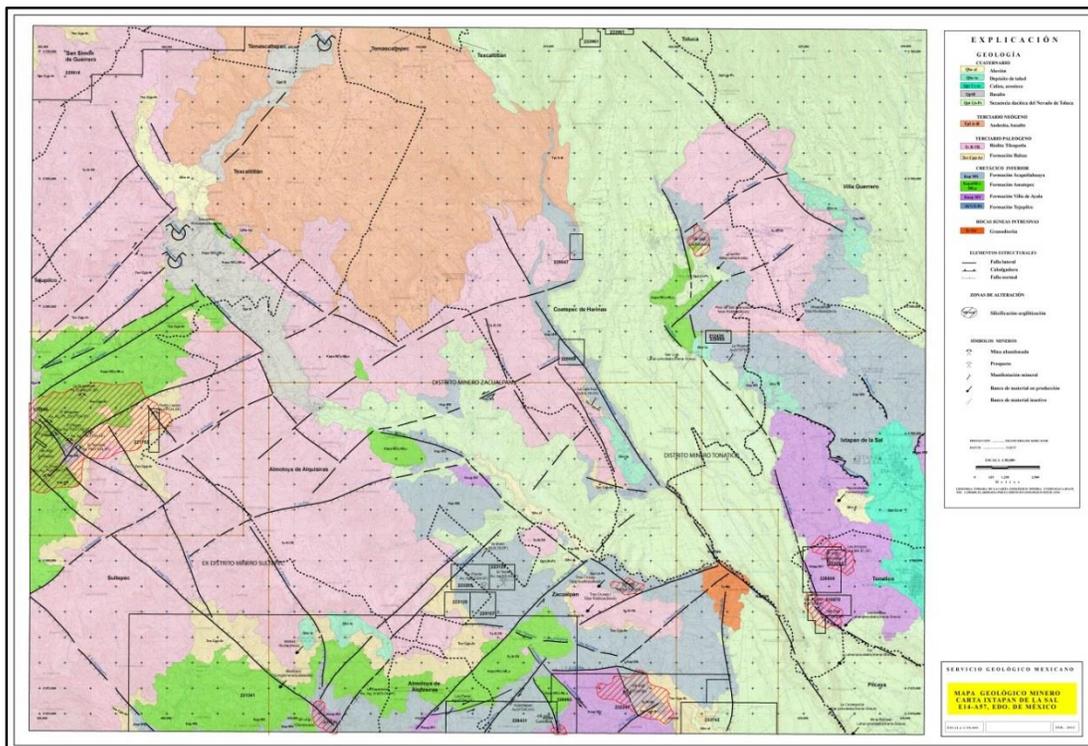


Figura 8: Carta Geológica Ixtapan de la Sal donde se observa la geología de la zona.

IV. YACIMIENTOS MINERALES

El terreno guerrero ha producido una variedad de productos minerales de los yacimientos del Cretácico y el Terciario. La producción más importante del metal proviene de los depósitos del Terciario. Los depósitos de metales base y preciosos son sulfuros masivos volcanogénicos (VMS) estos no han sido económicamente tan importantes como los yacimientos epigenéticos del Terciario. Algunos de los yacimientos del Terciario fueron explotados por los indios nativos y más tarde por los españoles como por ejemplo Tlalpujahuá y Zacualpan. Los yacimientos del Terciario de Fe-skarn que se tienen en este terreno han producido la mayor parte del hierro de México. De los depósitos Laramídicos de pórfidos de cobre que se encuentran en el área solo algunos de estos han sido sometidos a la producción sobre una base limitada.

Los depósitos metálicos del Cretácico en el Terreno Guerrero son estrato – ligados y se encuentran en rocas volcánicas y volcanoclásticas. Estos depósitos han sido clasificados como yacimientos de sulfuros masivos volcanogénicos (VMS; Miranda-Gasca, 1995). Los depósitos del subterreno Teloloapan van de menos de 100.000 toneladas métricas (t) hasta 6 millones de toneladas (Mt). La pirita, esfalerita y calcopirita están presentes en todos los depósitos. La Galena está presente en la mayoría de los depósitos, pero no en los cuerpos de Guanajuato. Las Sulfosales se han identificado en los yacimientos VMS de los subterrenos de Teloloapan, Zihuatanejo, y Arteaga. Los únicos depósitos de magnetita donde se ha identificado son La Minita, Michoacán. La Pirrotita se tiene en Campo Morado, Copper King, y Francisco I. Madero. La zonificación mineralógica y química en los lentes es generalmente de la siguiente manera: una zona de Pb ± Ag-rica en la parte superior y hacia los bordes, más abajo una zona rica en Cu, y en la parte basal un stockwork rico en Cu. El stockwork no siempre contiene calcopirita, a veces sólo la pirita y el cuarzo. La mayoría de los depósitos son del tipo Kuroko Zn – Pb – Cu y se encuentran en los subterrenos Zihuatanejo y Teloloapan (Miranda-Gasca et al., 1993).

Depósitos del Terciario.

Existen varios tipos de yacimientos del Terciario se encuentran en rocas del Mesozoico del Terreno Guerrero. Los distritos epigenéticos de metales base y preciosos han producido en abundancia durante la colonia hasta la actualidad. Skarns de Hierro y Fe – Au se encuentran en la parte sur del terreno. Depósitos Epitermales a mesotermiales de Pb – Zn – Ag (Au) y de Au – Ag ocurren principalmente en la frontera oriental del Terreno Guerrero. Los Yacimientos de cobre están asociados a rocas subvolcánicas porfídicas presentes en la porción centro – sur del Terreno, mientras que el grupo de yacimientos Fe-skarn están a lo largo de la costa sur del Pacífico.

Yacimientos de Zn – Pb – Cu – Ag (Au) y Au –Ag

Los yacimientos de Zn – Pb – Cu – Ag (Au) y Au –Ag son por mucho los yacimientos económicamente más importantes del Terreno Guerrero. La mayoría de los distritos mineros, entre ellos Zacualpan, El Oro – Tlalpujahuá, Temascaltepec y Sultepec, producían antes de que los españoles llegaran a México. Las cifras totales de producción para estos distritos antiguos no están disponibles.

Los sulfuros más comunes presentes en estos yacimientos son pirita, marcasita, pirrotita, galena, esfalerita, calcopirita y arsenopirita. Las sulfosales están comúnmente presentes, por ejemplo, pirargirita, freibergita, tetraedrita, proustita, estefanita y argentita. El Au libre y electrum son comunes. Sultepec, Temascaltepec son considerados de edad terciaria basados en las relaciones estratigráficas.

Los yacimientos minerales presentes en el Terreno Guerrero son de diferentes edades y contenidos metálicos y reflejan los procesos geológicos que han actuado en este Terreno desde su formación. Durante la primera época metalogenética, los yacimientos tipo Kuroko VMS se desarrollaron en el Neocomiano – Aptiano evolucionando los arcos de islas de los subterrenos Teloloapan y Zihuatanejo. Copper King es un yacimiento VMS tipo Chipre (Cyprus) de Cu – Zn alojado en la corteza oceánica del subterreno Papanoa – Las Ollas.

El segundo episodio metalogenético ocurrió durante el Paleoceno y se asocia con la orogenia Laramide. Se caracteriza por yacimientos de Cu asociados a granodioritas, cuarzo – monzonitas y andesitas en La Sorpresa, Tiamaro y Las Salinas, Guerrero (Damon et al, 1983; González-Partida, 1985). La tercera época metalogenética que afectó al Terreno Guerrero fue en general entre 28 y 36 Ma. Los yacimientos de cobre con características similares a los sistemas de pórfidos de cobre están asociados con cuarzo – monzonitas, granodioritas y andesitas, 31 – 36 Ma. en La Verde, Inguarán y Tiamaro (Damon et al, 1983; González-Partida y Torres-Rodríguez, 1988; Osorio et al, 1991). Yacimientos Epitermales de Ag – Au y de metales base mesotérmicos se formaron del 29 al 31 Ma., por ejemplo, los yacimientos de Fresnillo y Guanajuato (Rubalcaba-Ruiz y Thompson, 1988; Stein et al, 1993.). Esta época metalogenética se asocia con el derramamiento de las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental. (Miranda – Gasca, 1995).

En el inventario de la Carta de Ixtapan de la sal se localizan recursos minerales metálicos y no metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos como materia prima para la industria minera y de transformación en la construcción. A los cuales se definen de manera general de la siguiente manera:

- **Minerales metálicos:** Todo aquel recurso que presente una mineralización, alteración y pueda contener cualquier tipo de mineral metálico principalmente Au, Ag, Cu, Pb, Zn.
- **Minerales No metálicos:** Son todos aquellos minerales que no presentan metales en su composición como son la fluorita, el cuarzo, la arcilla, la barita, etc.
- **Agregados pétreos:** Son todos aquellos que son usados en la industria de la construcción y revestimiento de caminos, como son arena y grava derivada de caliza, granito, andesita, arenisca, toba, tezontle, piedra pómez.
- **Roca Dimensionable:** son aquellos cuerpos de roca que se extraen a cielo abierto, se reduce a una dimensión determinada y se cortan y pulverizan de acuerdo al uso final ya sean artesanías o Parquet de diferentes tamaños. Principalmente se usa el ónix, travertino, caliza, granito y mármol.

La carta Ixtapan de la sal presenta todo tipo de yacimientos minerales ya sean metálicos y no metálicos simplemente depende de la zona en que uno se encuentre ya que al centro de la carta se pueden encontrar las riolitas de la Formación Tilzapotla para la roca dimensionable, en la parte este tenemos los agregados pétreos más importantes sobre todo en el municipio de Tonatico, Pilcaya e Ixtapan de la Sal y en la parte oeste de la carta se tienen los principales minerales metálicos en el municipio de Sultepec, siendo estas las zonas más representativas de la carta. Se tienen diferentes tipos de yacimientos en toda la carta pero con menos importancia ya que son prospectos o bancos inactivos.

El total de la carta en cuanto a localidades visitadas durante el inventario de los recursos minerales es de 65 las cuales son divididas en la siguiente tabla y posteriormente explicadas en el texto. Las figuras 9 y 10 muestran la posición de cada una de ellas en la carta topográfica y geológica respectivamente:

Minerales Metálicos	32
Rocas Dimensionables	11
Minerales No Metálicos	8
Agregados pétreos	14
TOTAL	65

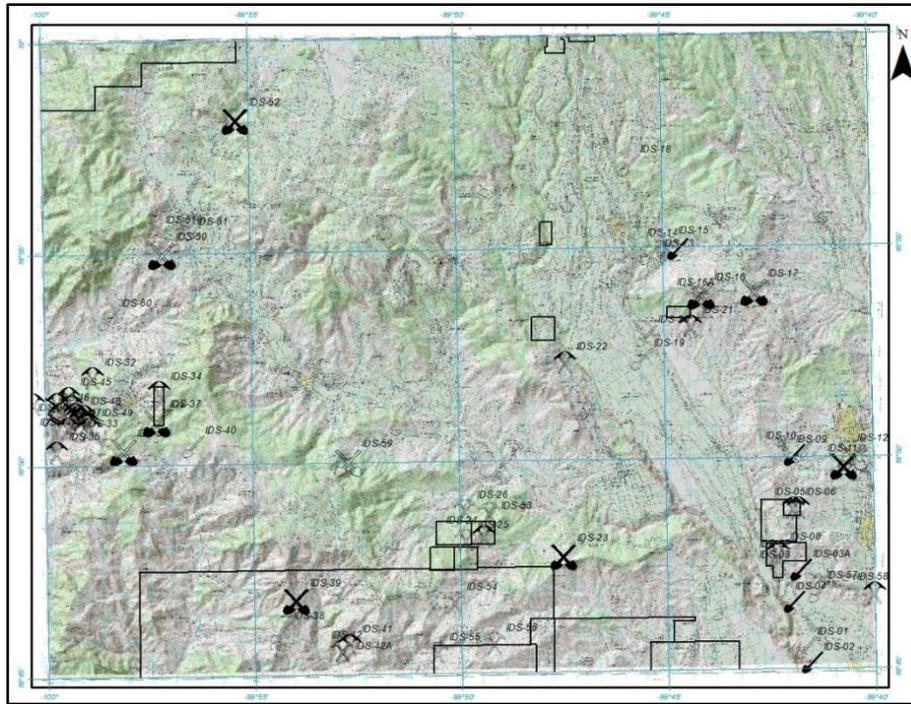


Figura 9: Carta Topográfica de Ixtapan de la Sal con sus respectivos denuncios y las 65 localidades visitadas

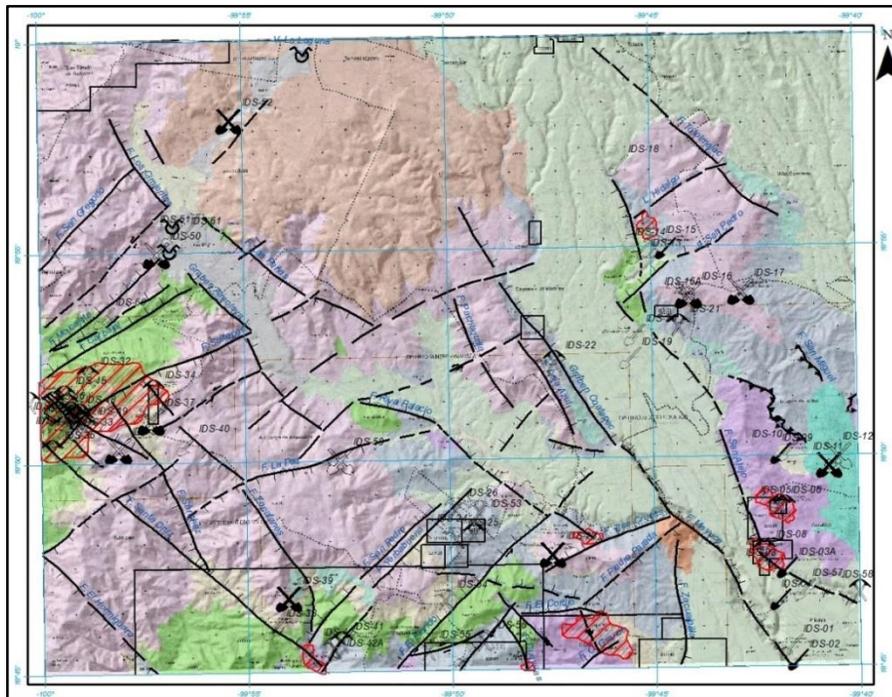


Figura 10: Carta Geológica de Ixtapan de la Sal con sus respectivos denuncios y las 65 localidades visitadas

III.1. Minerales Metálicos

Los yacimientos más importantes de la carta se encuentran en la zona sur en el Municipio de Zacualpan y la parte oeste en el Municipio de Sultepec. Se tiene un total de 32 localidades de minerales metálicos (*Figura 11* y *Tabla 1*) las cuales fueron divididas en tres zonas mineralizadas por el área de cartografía por lo que se retomaran para la explicación de cada una de ellas, de estas 32 localidades se tienen 1 mina activa, 6 prospectos y 25 minas abandonadas, en cuanto al plano legal se tiene 22 localidades libres de concesión. En la zona sur y sureste de la carta se tienen yacimientos de origen vulcanosedimentario en metatobas andesíticas de la Formación Villa de Ayala de edad Hauteriviano–Aptiano, también en filitas sericitizadas, pizarras y meta–areniscas de la Formación Acapetlahuaya de edad Aptiano mientras que en la parte oeste tenemos yacimientos de origen hidrotermal en meta–lutitas y meta–calizas de la Formación Amatepec del Aptiano–Albiano Inferior y en meta–areniscas y pizarras de la Formación Acapetlahuaya de edad Aptiano Superior.

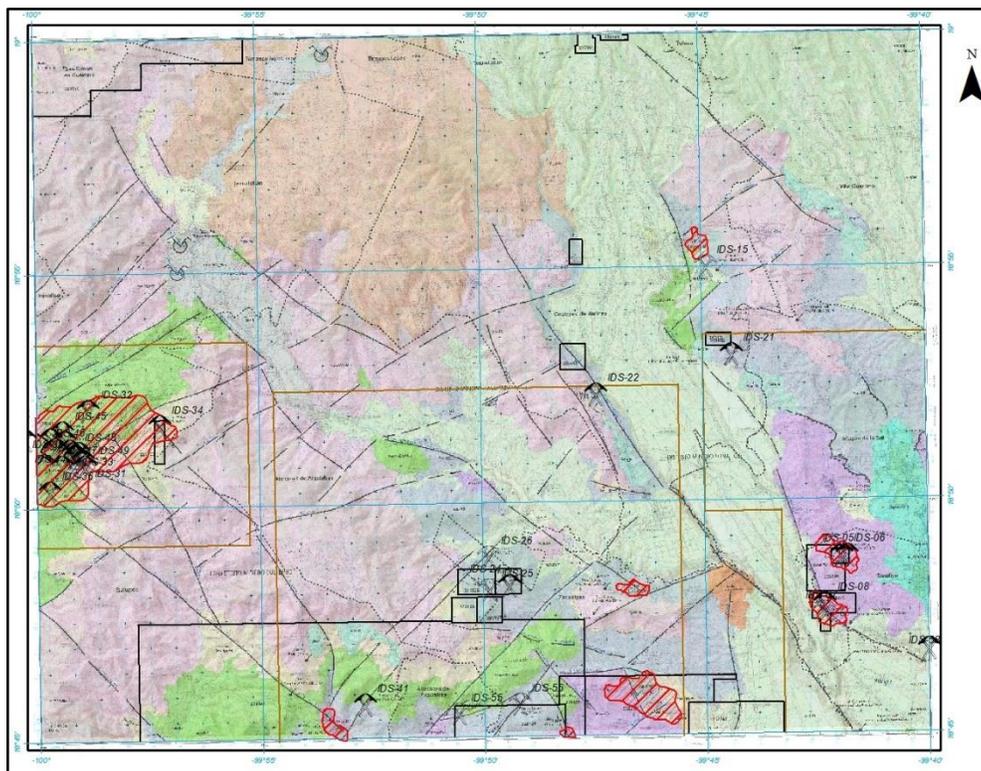


Figura 11: Carta Geológica de Ixtapan de la Sal con las 32 localidades de minerales metálicos junto con las tres zonas mineralizadas marcadas con los cuadros de color pardo.

Clave	Localidad	Municipio	x	y	sustancia	Edo de operación	tipo de yacimiento	estructura	roca encajonante	alteración
IDS-05	El Rincón	Tonatico	426570	2080146	Au, Pb, Zn	Abandonado	VMS	Lenticular	andesitas	argilización y Silicificación
IDS-06	Los Arroyos 2	Tonatico	426362	2080148	Au, Pb, Zn	Abandonado	VMS	Veta	andesitas	argilización y Silicificación
IDS-07	Los Amates I	Tonatico	425671	2077899	Au, Pb, Zn	Abandonado	VMS	Veta	andesitas	Silicificación y oxidación
IDS-08	Los Amates II	Tonatico	425683	2078226	Au, Pb, Zn	Abandonado	VMS	Vetas	andesitas	Silicificación y oxidación
IDS-15	Arroyo Cuentla	Coatepec de Harinas	421201	2091637	Au, Pb, Zn	Abandonado	Hidrotermal	vetas	calizas	Silicificación y oxidación
IDS-21	La Roama	Coatepec de Harinas	422160	2088143	Au, Pb, Zn	Abandonado	Hidrotermal	veta	Filitas	Silicificación y oxidación
IDS-22	Baja de Laja Azul	Coatepec de Harinas	416780	2086656	Au, Pb, Zn	Abandonado	VMS	veta	Esquistos	Silicificación y oxidación
IDS-24	El Terrero	Zacualpan	413217	2079158	Au, Pb, Zn	Abandonado	VMS	Veta	Filitas y Pizarras	Silicificación argilización y oxidación
IDS-25	Río Florido	Zacualpan	412443	2079009	Au, Pb, Zn	Prospecto	VMS	veta	Filitas y Pizarras	Silicificación y oxidación
IDS-26	La Unión	Zacualpan	412439	2080295	Au, Pb, Zn	Prospecto	VMS	veta	Filitas y Pizarras	Silicificación y oxidación
IDS-27	Santa Elena	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	394200	2085268	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	Veta	calizas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-28	Muñoz	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	396328	2084708	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	Veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-29	2do socavón del Pájaro	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	396191	2084609	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	Veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-30	Los Rieles	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	396159	2084540	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	Veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-31	El Tecolote	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	396468	2084419	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	Veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-32	La Guadalupe	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	396728	2086372	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	Veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación

Clave	Localidad	Municipio	x	y	sustancia	Edo de operación	tipo de yacimiento	estructura	roca encajonante	alteración
IDS-33	Lumbrera del Pájaro	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	395957	2084815	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	Veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-34	Pedro Lázaro	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	399526	2085705	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	Veta	andesitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-36	La Zona	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	395141	2083161	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	En Operación	Hidrotermal	Veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-41	La Esperanza	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	407427	2074555	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Prospecto	VMS	estratiforme	Filitas	argilización y Silicificación
IDS-43	San Lázaro	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	395203	2085282	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-44	El Fresno	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	395801	2085188	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	veta	calizas y lutitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-45	San Alejo	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	395681	2085531	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	veta	Filitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-46	San Antonio	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	395385	2084880	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	veta	Filitas	Silicificación argilización y oxidación
IDS-47	El Chiflón	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	395659	2084187	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Prospecto	Hidrotermal	crestón		Silicificación y oxidación
IDS-48	El Pájaro	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	396071	2084676	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	veta	calizas y lutitas	Silicificación y oxidación
IDS-49	La Presentación	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	396561	2084158	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	vetas	Filitas y Pizarras	Silicificación y oxidación
IDS-55	Los Pérez	Zacualpan	411150	2074127	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Prospecto	Hidrotermal	vetas	filitas	Oxidación y silicificación
IDS-56	Huizoltepec	Zacualpan	413560	2074477	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Prospecto	Hidrotermal	vetas	Calizas	Oxidación y silicificación
IDS-58	El Carmen	Tonatico	429751	2076402	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	vetas	filitas	Oxidación y silicificación
IDS-62	La Química	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	429751	2076402	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	vetas	Calizas	Silicificación y oxidación
IDS-63	Mina San Juan	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	429751	2076402	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Abandonado	Hidrotermal	vetas	Filitas	Silicificación y oxidación

Tabla 1. Localidades de minerales metálicos de la carta Ixtapan de la Sal, Estado de México.(Carta Geológica SGM 2011 e IFOMEGEM 1990-2000)

El Rincón (IDS – 05)

Se localiza a 4.2 km y 56° al SW de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 426570 2080146. El acceso es partiendo de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal, se toma la carretera pavimentada con dirección a San Alejo por 4.5 km y se desvía a la izquierda por un camino de terracería por 2 km, hasta llegar al afloramiento.

Se trata de un lente de 30 metros de longitud, con un ancho de 5 metros y un espesor de 3 metros con rumbo NE 55° SW e inclinación 24° SE (fotografía 2). La mineralización que presenta es de galena, esfalerita, arsenopirita, pirita, hematita y cuarzo, en metatobas andesíticas de la Formación Villa de Ayala de edad Hauteriviano – Aptiano, presenta alteración argílica y silicificación (Fotografía 3).

La mojenera (14Q 426194 2078278) se encuentra en la punta del cerro del Moral donde señala el tamaño de la concesión de 170 has. Se recolectó una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS–05 para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Ba mg/kg	Cr mg/kg	P mg/kg	Mn mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg
IDS-05	0.007	2	0.0014	0.0044	0.0053	13.76	51	162.9	133	312	606	1,034	139.7

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu al contrario del Fe, Ba, Cr, P, As, Mn, Ti, y V.



Fotografía 2: Vista panorámica del afloramiento El Rincón actualmente abandonada.



Fotografía 3: Detalle de la mineralización y alteración que muestra el afloramiento

Los Arroyos 2 (IDS – 06)

Se localiza A 4.2 km y 56° al SW de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 426361 2080148. El acceso es partiendo de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal se toma la carretera pavimentada con dirección a San Alejo por 4.5 km, y se desvía a la izquierda por camino de terracería por 1.8 km y se desciende al arroyo hasta llegar al socavón.

Se trata de un socavón 150 metros de longitud con 4 metros de ancho y 2 metros de espesor con rumbo N 20° W e inclinación 5° SW (fotografía 4). La mineralización es galena, esfalerita, limonita y cuarzo, en metatobas andesíticas de la Formación Villa de Ayala de edad Hauteriviano–Aptiano, la alteración observable es silicificación y argilización (Fotografía 5).

A unos metros cuesta arriba del socavón, se tiene la mojonera (14Q 426363 2080157), en mal estado y sin datos, el expediente de la concesión es 228508. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 06 para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Ba mg/kg	Cr mg/kg	P mg/kg	Mn mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg
IDS-06	0.033	2	0.0014	0.0058	0.0029	1.81	17	678.4	49	67	114	387	57.6

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe, al contrario del Ba, Cr, P, As, Mn, Ti, y V.



Fotografía 4: Afloramiento de los Arroyos 2 donde se observa la oxidación que presenta junto a la entrada del socavón



Fotografía 5: Entrada del socavón donde se observan las dimensiones del mismo junto con la oxidación y vetas de cuarzo.

Los Amates I (IDS – 07)

Se localiza a 3.8 km y 74° al SW de la cabecera municipal de Tonicato, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 425671 2077899. El acceso es partiendo de la cabecera municipal de Tonicato, se toma la carretera pavimentada a San Jose de los Amates por 4.2 km, se toma un camino de terracería por 1.4 km hasta llegar al arroyo y caminar 900 metros hasta llegar al afloramiento.

Se trata de una pequeña cata de 3 metros de largo, 1 metro de ancho y 1 de profundidad en un afloramiento de 10 metros de largo, 2 metros de ancho y 3 metros de espesor, el cual presenta un rumbo de N 80° E con 12° NW (fotografía 6), la meta-andesita presenta mucha alteración, principalmente oxidación y argilización, por lo que presenta poca mineralización solo trazas de sulfuros. (Fotografía 7).

A unos metros se tiene la mojonera (14Q 425745 2077860), se encuentra en mal estado y sin datos, el expediente de la concesión es 215870. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 07 para su análisis dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	Ba mg/kg	Cr mg/kg	P mg/kg	Mn mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg
IDS-07	0.002	2	0.0014	0.0059	0.0042	5.71	653.8	39	593	998	3,807	228.8

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, al contrario del Fe, Ba, Cr, P, Mn, Ti, y V.



Fotografía 6: Los Amates I donde se observa las dimensiones del afloramiento



Fotografía 7: Detalle de la roca totalmente meteorizada del afloramiento de los Amates I

Los Amates II (IDS – 08)

Se localiza a 3.8 km y 74° al SW de la cabecera municipal de Tonatico. El acceso es partiendo de la cabecera municipal de Tonatico, se toma la carretera pavimentada a San Jose de los Amates por 4.2 km, se toma un camino de terracería por 1.4 km hasta llegar al arroyo y caminar 1.1 metros hasta llegar al afloramiento. Se tienen dos lugares con el mismo acceso solo con diferencia de 100 metros

La IDS – 08 con coordenadas UTM en NAD27 14Q 425683 2078226. Es un pequeño afloramiento de 5 metros de largo, 2 metros de ancho y 1 metro de espesor, con rumbo S40°E, inclinación 22° NE (fotografía 8). La mineralización presente son trazas de sulfuros junto con vetillas de cuarzo de 2 a 5 cm en rocas meta – andesíticas, las alteraciones que presenta son oxidación incipiente, silicificación y argilización (fotografía 9).

La IDS – 08A con coordenadas UTM en NAD27 14Q 425665 2078062. Es una pequeña cata de 2 metros de largo, 1 metros de ancho y 5 de profundidad, las vetas presentan un espesor de 20 a 30 cm de cuarzo con oxidación con rumbo N30°E inclinación 12°SW (fotografía 10). La mineralización presente es de pirita y arsenopirita junto con el cuarzo, en rocas meta–andesíticas, las alteraciones que presenta son oxidación y argilización (fotografía 11).

La mojonera (14Q 426194 2078278) se encuentra en la punta del cerro del Moral, donde muestra el tamaño de la concesión de 817 has con número de expediente 228508. Se recolectaron dos muestras de esquirilas con nomenclatura IDS–08 e IDS–08^a, para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	Ba mg/kg	Cr mg/kg	P mg/kg	Mn mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg
IDS-08	0.001	2	0.0014	0.0050	0.0023	3.63	51.1	46	267	534	1,933	82.2
IDS-08A	0.001	2	0.0014	0.0089	0.0026	1.35	17.5	39	74	171	195	10.4

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe.



Fotografía 8: Afloramiento de los Amates II, se observan sus dimensiones



Fotografía 9: Detalle de las vetillas de cuarzo junto con la oxidación que presenta



Fotografía 10: IDS-08A que se encuentra 100 m del primer punto.



Fotografía 11: Detalle de IDS-08A se observan las vetas de cuarzo así como también la oxidación de las andesitas.

Arroyo Cuentla (IDS – 15)

Se localiza a 2.3 km al S66°E de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas con coordenadas UTM en NAD27 14Q 421201 2091637. El acceso es partiendo de la cabecera municipal, se toma el camino viejo a Cochisquila rumbo a Cuentla por 2.7 hasta el arroyo y se camina por 15 metros para llegar al tiro.

Se trata de un socavón 50 metros de longitud con 3 metros de ancho y 20 metros de espesor, con rumbo N 25° W e inclinación 15° SW (fotografía 12). La mineralización que presenta es de galena y cuarzo en metacalizas de la Formación Amatepec del Albiano, las vetillas de cuarzo tienen un espesor de 2 a 6 cm, la alteración observable es silicificación y argilización (Fotografía 13).

Dentro del socavón se tienen estalactitas de calcita, también se tienen otros accesos más profundos que salen al río. Se recolectaron dos muestras de esquirlas con nomenclatura IDS – 15 (Cuarzo) e IDS – 15A (Caliza), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	Ba mg/kg	Cr mg/kg	P mg/kg	Mn mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg
IDS-15	0.006	2	0.0014	0.0004	0.0002	0.18	<1,4	7	<80	41	<14	6.5
IDS-15A	0.001	2	0.0014	0.0020	0.0017	0.71	21.4	23	1,303	132	20	<6,6

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe.



Fotografía 12: Vista general se aprecian las dimensiones del socavón de Arroyo Cuentla.



Fotografía 13: Detalle donde se aprecia la alteración que presenta la caliza cubierta con una capa de calcita.

La Roama (IDS – 21)

Se localiza a 5.4 km al S35°E de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 422160 2088143. El acceso es a partir de la cabecera municipal, se toma la carretera principal hacia San Alejo por 5.6 km, hasta la desviación a El Reynoso por 3.7 km y se camina por 200 metros hasta llegar al banco.

Se trata de una cata de 50 metros de longitud con un ancho de 5 metros y un espesor de 2 metros con rumbo N 55° W e inclinación 25° SW (fotografía 14). La mineralización que presenta es de galena, arsenopirita, pirita, hematita y cuarzo, en metasedimentos de la Formación Acapetlahuaya del Aptiano, presenta alteración argílica y silicificación (Fotografía 15).

Las vetas de cuarzo tienen un espesor de 2 a 10 cm. La cata ha sido barrenada en una ocasión para su estudio, el dueño del terreno no está interesado explotar en la cata. Se recolectaron dos muestras de esquirlas con nomenclatura IDS–21 (Cuarzo) e IDS–21A (Filitas), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	P mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-21	0.014	2	0.0051	0.0020	0.0010	2.25	351	15	318	1,566	0.007	32.3
IDS-21A	0.011	2	0.0015	0.0014	0.0006	8.20	165	59	1,322	585	0.209	216.2

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe.



Fotografía 14: Vista Panorámica de la localidad La Roama, actualmente se encuentra abandonada



Fotografía 15: Detalle donde se observa el espesor de las vetillas de cuarzo junto con la alteración que presenta la roca encajonante.

Baja de Laja Azul (IDS – 22)

Se localiza a 6.4 al S21°W de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas con coordenadas UTM en NAD27 14Q 416780 2086656. El acceso es partiendo de la cabecera municipal, se toma la carretera principal hacia Llano Grande por 9.4 km y se desvía a la derecha por camino de terracería por 4.3 km, hasta llegar a una pequeña cata.

Se trata de una cata de 2 metros de longitud con un ancho de 1 metros y un espesor de 2 metros con rumbo N 70° E e inclinación 13° SW (fotografía 16). La mineralización que presenta es de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metasedimentos de la Formación Acapetlahuaya del Aptiano, presenta silicificación (Fotografía 17).

Las vetas de cuarzo tienen un espesor de 2 a 20 cm. la cata se realizó enfrente de otra obra minera, buscando la mineralización debido a que se encuentra cerrada por problemas de derrumbes, las dos obras se localizan a un costado de un parteaguas del cerro, por lo que presentan mucha agua. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS–21, para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	P mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-22	0.003	2	0.0053	0.00003	0.0009	24.45	94	18	52	1,079	0.008	<6,6

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, al contrario del Fe.



Fotografía 16: Cata de la localidad Baja de Laja Azul donde se pueden apreciar sus dimensiones



Fotografía 17: Detalle donde se observa el espesor de las vetillas mineralizadas junto con la alteración que presenta la roca encajonante.

El Terrero (IDS – 24)

Se localiza a 10.8 km al N28°W de la cabecera municipal de Zacualpan, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 413217 2079158. El acceso es de la cabecera municipal de Zacualpan, se toma la carretera principal hacia el Puente de los Sabinos, se desvía a la izquierda hasta la entrada a Río Florido por 22 km y se continua hacia Río Florido segunda sección por 3.7 km al banco.

Se trata de una cata de 5 metros de longitud con un ancho de 3 metros y un espesor de 4 metros con rumbo N 35° E e inclinación 20° NW (fotografía 18). La mineralización que presenta es de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metasedimentos de la Formación Acapetlahuaya del Aptiano, presenta silicificación y oxidación. Las vetas de cuarzo tienen un espesor de 2 a 15 cm.

A 124 metros dirección N 36° W de la pequeña obra minera se encuentra otra cata (Fotografía 19) de 3 metros de longitud con un ancho de 5 metros y un espesor de 2 metros con rumbo N 15° E e inclinación 7° NW de coordenadas UTM en NAD27 14Q 413144 2079257. Las vetas de cuarzo tienen un espesor de 5 a 20 cm.

La mojonera (14Q 433194 2079192) se encuentra a orillas del camino separando las dos pequeñas obras mineras. La cual presenta datos de referencia borrosos, sin saber si realmente son los datos más recientes de la concesión. Se recolectaron tres muestras de esquirlas con nomenclatura IDS – 24 (Filitas) correspondiente a la cata de 3 metros de largo, IDS – 24A (Cuarzo) IDS – 24B (Filitas) de la obra principal, para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-24	0.8	14.1	0.0017	0.0146	0.0046	1.08	110	21	229.8	51	0.020	36.8
IDS-24A	1.8	36.4	0.0013	0.0077	0.0023	0.63	198	4	299.4	11	0.001	<6,6
IDS-24B	0.262	18.0	0.0021	0.0077	0.0083	4.19	364	47	50.6	77	0.065	99.8

Los resultados muestran valores de interés económico en cuanto al Au, Ag y Fe.



Fotografía 18: Panorámica de la cata de la localidad El Terrero donde se pueden apreciar sus dimensiones



Fotografía 19: Segunda obra de la localidad El Terrero donde se pueden apreciar sus dimensiones.

Río Florido (IDS – 25)

Se localiza a 11 km al N32°W de la cabecera municipal de Zacualpan con coordenadas UTM en NAD27 14Q 412443 2079009. El acceso es de la cabecera municipal de Zacualpan se toma la carretera principal hacia el Puente de los Sabinos, se desvía a la izquierda hasta la entrada a Río Florido por 22 km y se continua hacia Rio Florido segunda sección por 3.7 km al banco y se camina por 1.1 km para llegar al prospecto

Se trata de un prospecto de 100 metros de longitud, con un ancho de 20 metros y un espesor de 1 metro con rumbo N 45° W e inclinación 15° NW (fotografía 20). La mineralización que presenta es de pirita, hematita y cuarzo en metasedimentos de la Formación Acapetlahuaya del Aptiano, presenta silicificación y oxidación (Fotografía 21).

Las vetas de cuarzo tienen un espesor de 2 a 7 cm. las alteraciones del prospecto se encuentran aflorando por todo el cerro del poblado de Río Florido, debido a esto podría ser que el cuerpo mineralizado podría encontrarse aflorando cerca de la zona o a profundidad. Se recolectaron dos muestras de esquirlas con nomenclatura IDS–25 (encajonante) e IDS–25A (cuarzo) para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-25	0.007	2	0.0020	0.0030	0.0013	6.63	<4	36	406.4	31	0.061	199
IDS-25A	0.009	2	0.0029	0.0032	0.0032	1.60	54	46	50.5	92	0.013	46.8

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, al contrario del Fe.



Fotografía 20: Prospecto Río Florido donde se pueden apreciar las alteraciones de la localidad



Fotografía 21: Detalle de la localidad Río Florido donde se observa la oxidación.

La Unión (IDS – 26)

Se localiza a 12.1 km al N29°W de la cabecera municipal de Zacualpan con coordenadas UTM en NAD27 14Q 412439 2080295. El acceso es de la cabecera municipal de Zacualpan se toma la carretera principal hacia el Puente de los Sabinos y se gira a la izquierda hasta la entrada a La Unión por 26 km y se continua hacia la cañada de la Unión por 2.0 km y se camina por 1.1 km hasta llegar al prospecto.

Se trata de un prospecto de 100 metros de longitud con un ancho de 3 metros y un espesor de 4 metro con rumbo N 70° E e inclinación 10° NW (fotografía 22). La mineralización que presenta es de pirita, hematita y cuarzo en metasedimentos de la Formación Acapetlahuaya del Aptiano, presenta silicificación y oxidación (Fotografía 23).

Las vetas de cuarzo tienen un espesor de 1 a 5 cm. El prospecto se encuentra a pie del arroyo, cerca de la zona de interés según los habitantes del poblado de la Unión se tiene una mina de barita, la cual se encuentra cerrada. Se recolectaron dos muestras de esquirlas con nomenclatura IDS – 26 (cuarzo) e IDS – 26A (filitas) para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-25	0.003	2	0.0060	0.0033	0.0028	2.87	<4	40	148.9	558	0.003	<6,6
IDS-25A	0.007	2	0.0013	0.0105	0.0027	4.59	<4	69	130.1	408	0.040	89.5

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, al contrario del Fe.



Fotografía 22: Prospecto La Unión donde se pueden apreciar las dimensiones y alteraciones de la localidad



Fotografía 23: Detalle del prospecto La Unión donde se pueden observar las dimensiones de la vetas de cuarzo junto con su alteración así como el plegamiento sufrido en la zona

Santa Elena (IDS – 27)

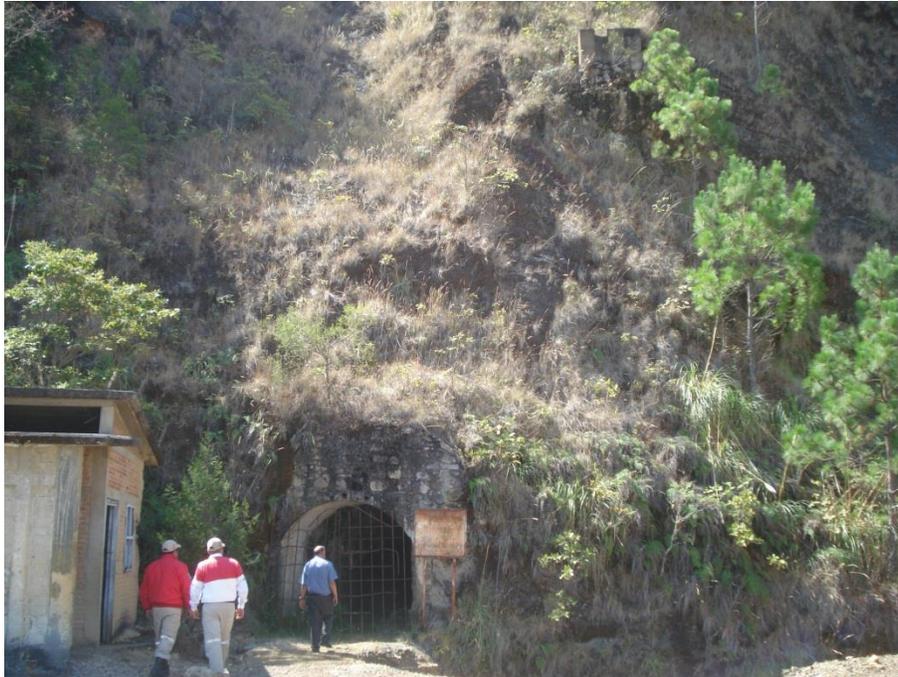
Se localiza a 4.0 km al W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 394200 2085268. El acceso es partiendo de la cabecera municipal, se avanza por 3 km, hasta la entrada de terracería hacia las minas por 5 km hasta llegar a la localidad.

Se trata de una mina de 400 metros de longitud con un ancho de 3 metros y un espesor de 3 metro con rumbo N 60° E e inclinación 20° NW (fotografía 24). La mineralización que presenta es de pirita, galena, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación, (Fotografía 25).

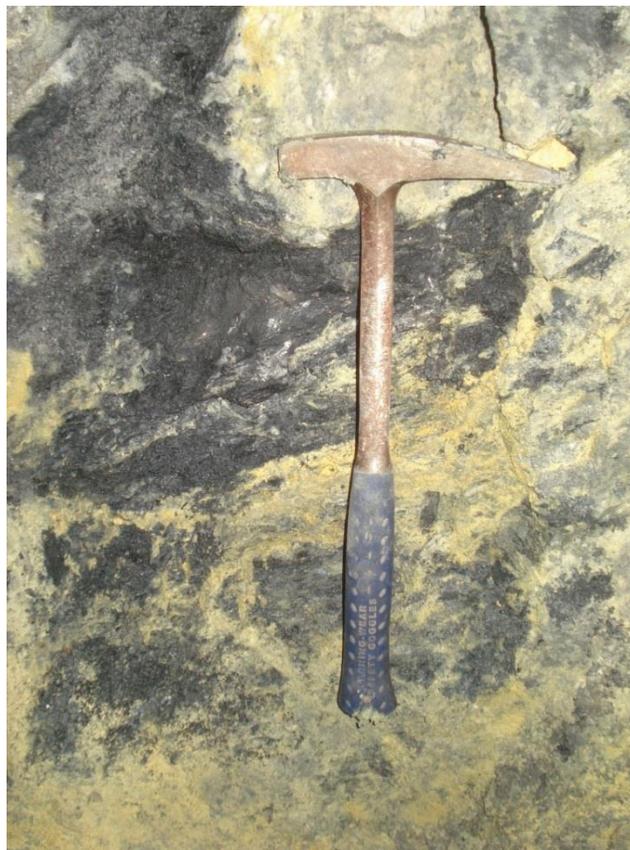
Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal, con un espesor de 2 a 15 cm. La mina pertenece a peñoles, en las afueras de la misma se tenía toda la infraestructura de la planta de beneficio de las minas aledañas, conocido como el Malacate, la mina corta un crestón mineralizado que se puede observar junto a la entrada de esta, dentro de la mina se tienen líneas de sulfuros junto con un área inundada, el agua se encuentra totalmente de color rojizo, los tiros ya fueron cerrados. Aún cuenta con el velador y capataz del grupo Peñoles. Se recolectaron tres muestras de esquirlas con nomenclatura IDS – 27 (caliza), IDS – 27A (caliza) e IDS – 27B (cuarzo), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-27	0.599	88.2	0.1176	0.0697	0.0128	10.93	1,238	81	14.7	166	0.030	94.4
IDS-27A	0.029	2	0.0350	0.0437	0.0032	2.72	68	44	22.7	161	0.022	42.7
IDS-27B	2.9	460.2	5.6770	5.9080	0.1042	6.32	354	47	6.4	706	0.004	<6,6

Los resultados muestran valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Fe.



Fotografía 24: Mina Santa Elena atravesando el creston mineralizado



Fotografía 25: Detalle donde se puede observar la alteración de la roca junto a las líneas de sulfuros que esta presenta

Muñoz (IDS – 28)

Se localiza a 2.0 km al S75°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras con coordenadas UTM en NAD27 14Q 396328 2084708. El acceso es partiendo de la cabecera municipal se avanza por 3 km, hasta la entrada de terracería hacia las minas por 8 km y se camina por 1 km hasta llegar a la mina

Se trata de una mina de 100 metros de longitud con un ancho de 2 metros y un espesor de 1 metro con rumbo N 30° W e inclinación 5° NE (fotografía 26). La mineralización que presenta es de galena, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación, (Fotografía 27).

Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal con un espesor de 2 a 15 cm. La mina se encuentra parcialmente cerrada, debido a que a los 15 metros se encuentra un tiro el cual está bloqueado, aunque la veta se encuentra a unos tres metros de altura. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 28 (veta) para su análisis dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-28	0.621	962	14.4580	0.3750	0.0700	24.68	1,092	20	95.7	92	0.002	<6,6

Los resultados muestran valores de interés económico en cuanto al Ag, Pb, Fe.



Fotografía 26: Entrada de la mina Muñoz



Fotografía 27: Detalle donde se observa el espesor de la veta en la parte superior, al fondo se aprecia el tiro que tiene bloqueado el paso

Segundo Socavón del Pájaro (IDS – 29)

Se localiza a 2.2 km al S76°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 396191 2084609. El acceso es partiendo de la cabecera municipal se avanza por 3 km hasta la entrada de terracería hacia las minas por 8 km y se camina por 1.4 km hasta llegar a la mina.

Se trata de una mina de 100 metros de longitud con un ancho de 3 metros y un espesor de 2 metro con rumbo N 60° W e inclinación 5° SW (fotografía 28). La mineralización que presenta es de pirita, galena, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación, (Fotografía 29).

Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal, con un espesor de 2 a 20 cm. Es otra entrada a la mina El Pájaro la cual se encuentra unos 300 metros más arriba, la mina corta a la veta colorada, que presenta una mineralización de sulfuros. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 29 (veta), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-29	1.024	277.4	0.2293	0.3994	0.0380	32.21	2,242	46	7.2	130	0.011	<6,6

Los resultados muestran valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Fe.



Fotografía 28: Vista de la segunda entrada de la mina el Pajaro donde se observa la veta colorada.



Fotografía 29: Detalle donde se observa la alteración de la roca junto a pequeñas líneas de sulfuros

Los Rieles (IDS – 30)

Se localiza a 2.2 km al S79°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 396191 2084609. El acceso es partiendo de la cabecera municipal se avanza por 3 km hasta la entrada de terracería hacia las minas por 8 km y se camina por 900 metros hasta llegar a la localidad.

Se trata de una mina de 200 metros de longitud con un ancho de 2 metros y un espesor de 2 metro con rumbo N 50° W e inclinación 47° SW (fotografía 30). La mineralización que presenta es de pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación, (Fotografía 31).

Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal, con un espesor de 2 a 7 cm. La mina se encuentra totalmente inundada y atraviesa el cerro, hasta topar con la mina de Las Vírgenes perteneciente a Peñoles, estos a su vez tampoco pudieron explotar mucho la mina debido a la cantidad de agua Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS-30 (veta) para su análisis dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-30	0.012	2	0.0099	0.0326	0.0129	3.53	61	68	110.7	159	0.066	144.8

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe.



Fotografía 30: Vista de la entrada de la mina Los Rieles la cual se encuentra inundada.



Fotografía 31: Detalle de la alteración mineralizada que presenta la mina.

El Tecolote (IDS – 31)

Se localiza a 22.0 km al S65°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 396468 2084419. El acceso es de la cabecera municipal se toma la carretera principal al poblado de La Unión por 3.5 km y se desvía a la derecha continuando por 900 metros y se camina 100 metros hasta llegar a la mina.

Se trata de una mina de 2 metros de longitud con un ancho de 3 metros y un espesor de 2 metro con rumbo N 15° W e inclinación 8° NE (fotografía 32). La mineralización que presenta es de galena, hematita y cuarzo en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación, (Fotografía 33).

Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal, con un espesor de 2 a 5 cm. La mina se encuentra cerrada, del otro lado de la misma se tiene dos respiraderos y parte de la veta. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS–31 (veta) para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-31	0.056	17.9	0.2601	0.2104	0.0117	6.24	208	52	7	596	0.017	20.8

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Pb, Zn, Cu, al contrario de la Ag y el Fe.



Fotografía 32: Parte trasera de la mina el Tecolote donde se puede apreciar la alteración de la roca.



Fotografía 33: Detalle de la mina El tecolote, se observa el grosor de las vetas de cuarzo, así como la oxidación que presenta.

La Guadalupe (IDS – 32)

Se localiza a 1.9 km al N53°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 396468 2084419. El acceso es partiendo de la cabecera municipal hacia Real de Abajo por 17 km y se camina por 1.0 km hasta llegar a la mina.

Se trata de una mina de 50 metros de longitud con un ancho de 2 metros y un espesor de 3 metro con rumbo N 37° W e inclinación 43° NE (fotografía 34). La mineralización que presenta es de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación, (Fotografía 35).

Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal, con un espesor de 2 a 4 cm. La mina se encuentra parcialmente inundada, tiene un respiradero unos metros más arriba y se intentó seguir la veta metros abajo sin mucho resultado. Se recolectaron dos muestras de esquirlas con nomenclatura IDS – 32 (cuarzo) e IDS – 32A (encajonante) para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-32	0.01	2	0.1970	0.0308	0.0040	1.59	28	48	8.8	102	0.003	<6,6
IDS-32A	0.062	8.4	0.1981	0.0491	0.0045	3.29	170	99	69.8	78	0.086	114.3

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Pb, Zn, Cu, Fe al contrario de la Ag.



Fotografía 34: Entrada de la mina La Guadalupe la cual se encuentra parcialmente inundada



Fotografía 35: Detalle de una de las paredes de la mina donde se puede apreciar la oxidación que presenta junto con las vetas de cuarzo

Lumbrera del Pájaro (IDS – 33)

Se localiza a 2.3 km al S80°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 395957 2084815. El acceso es partiendo de la cabecera municipal hacia La Unión por 3.0 km y se camina por 200 metros hasta llegar a la lumbrera del pájaro.

Se trata de una mina de 30 metros de longitud con un ancho de 10 metros y un espesor de 20 metro con rumbo N 25° W e inclinación 6° NE (fotografía 36). La mineralización que presenta es de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación, (Fotografía 37).

Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal, con un espesor de 5 a 20 cm. La lumbrera se encuentra unos 200 metros más arriba de la mina El Pájaro, el tiro se encuentra cerrado por el peligro a un accidente, por lo que el acceso no es posible. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 33 (cuarzo), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-33	0.325	85.9	1.3410	3.3580	0.0642	10.49	359	32	5.5	381	0.001	<6,6

Los resultados muestran valores de interés económico en cuanto al Ag, Pb, Zn, Fe.



Fotografía 36: Detalle de una de pared de la mina donde se puede apreciar la oxidación que presenta junto con las vetas de cuarzo



Fotografía 37: Detalle donde se aprecia el tamaño de las vetas de cuarzo de la lumbrera del Pájaro.

Pedro Lázaro (IDS – 34)

Se localiza a 1.4 km al N69°E de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 399526 2085705. El acceso es partiendo de la cabecera municipal rumbo a Capula por 1.8 km hasta llegar a una desviación, se toma a la izquierda por 700 metros se desvía a la izquierda por 100 metros y se toma a la derecha por 70 metros hasta la mina.

Se trata de una mina de 10 metros de longitud, con un ancho de 2 metros y un espesor de 4 metro con rumbo N 47° W e inclinación 42° NE (fotografía 38). La mineralización que presenta es de galena, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación, (Fotografía 39).

La mina se encuentra totalmente cerrada y la mineralización presente es muy poca, alrededor de hace 13 años se le realizaron estudios de geofísica a petición del dueño por parte de Fomento Minero de Toluca. La localidad se encuentra concesionada por lo que la mojonera se encuentra cerca de la zona con coordenadas UTM en NAD27 14Q 399526 2085705. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 34 (veta), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-34	0.011	2	0.0031	0.0043	0.0024	0.89	<4	23	108.9	723	0.009	10.8

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe.



Fotografía 38: Vista general de la localidad de Pedro Lázaro



Fotografía 39: Detalle de la roca que se tiene en la localidad donde se observa muy poca alteración así como también mineralización.

La Zona (IDS – 36)

Se localiza a 3.7 km al S56°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 399526 2085705. El acceso es por la carretera principal hacia el ejido La Unión por 7.3km y continuar por camino de terracería por 2 km hasta el arroyo para llegar a la mina.

Se trata de una mina de 100 metros de longitud, con un ancho de 3 metros y un espesor de 2 metro con rumbo N 43° W e inclinación 47° NE (fotografía 40). La mineralización que presenta es de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta argilización, silicificación y oxidación (fotografía 41).

La mina se encuentra en operación aproximadamente tres meses por parte de la minera HAZE, los cuales están iniciando su explotación, llevan solo un par de camiones, los cuales son enviados a la planta de beneficio de Zacualpan. Aproximadamente a cien metros de la entrada principal se encuentra otro socavón, el cual está en remodelación por lo que no tiene acceso. Se recolectaron dos muestras de esquirlas con nomenclatura IDS – 36 (veta), e IDS – 36A (encajonante) para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-36	0.098	104.8	1.2120	2.1536	0.1978	5.87	503	29	636.4	2,696	0.006	16.6
IDS-36A	0.017	11.2	0.2531	0.5742	0.0184	5.33	49	40	218.4	1,728	0.049	53.3

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Cu, al contrario del Ag, Pb, Zn y Fe.



Fotografía 40: Entrada principal de la mina donde se observa como corta la veta colorada



Fotografía 41: Detalle de los hilos de sulfuros que se tienen alrededor de las paredes de la mina junto con una veta de cuarzo.

La Esperanza (IDS – 36)

Se localiza a 14.1km al S41°E de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 399526 2085705. El acceso es por la carretera principal hacia San Francisco de Asís por 36.7 km, hasta llegar a la entrada de un rancho se toma un camino de terracería por 2.6 km y caminar 0.2 km al banco.

Se trata de una mina de 200 metros de longitud, con un ancho de 10 metros y un espesor de 3 metro con rumbo N 30° W e inclinación 70° NE (fotografía 42). La mineralización que presenta es de pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta silicificación (Fotografía 43).

El prospecto se encuentra a orillas de arroyo, que es donde se tienen los hilos de sulfuros. Se recolectaron dos muestras de esquirlas con nomenclatura IDS – 41 (cuarzo),e IDS – 41A (encajonante), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-41	0.007	2	0.0039	0.0053	0.0010	2.04	<4	7	1211.4	1,294	0.015	9.7
IDS-41A	0.008	2	0.0014	0.0075	0.0020	3.49	<4	43	221.0	468	0.078	53.1

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe.



Fotografía 42: Vista general del prospecto de La Esperanza a pie de arroyo.



Fotografía 43: Detalle de las líneas de sulfuros presente en la roca del prospecto La Esperanza.

San Lázaro (IDS – 43)

Se localiza a 3km al N89°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 395203 2085282. El acceso es partiendo por la cabecera municipal y se avanza por 3 km hasta la entrada de terracería hacia las minas por 4.6 km hasta la entrada del socavón.

Se trata de una mina de 50 metros de longitud, con un ancho de 2 metros y un espesor de 1 metro con rumbo N 40° W e inclinación 60° NE (fotografía 44). La mineralización que presenta es de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta silicificación (Fotografía 45).

Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal, con un espesor de 5 a 7 cm. La mina se encuentra a 500 metros separada de la mina Santa Elena; no cortan el mismo cuerpo mineralizado, se tienen otras vetas relacionadas. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS–43 (veta), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-43	0.466	63.0	2.3708	1.2564	0.2116	20.54	1,144	34	13.8	144	0.001	<6,6

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Cu al contrario del Ag, Pb, Zn y Fe.



Fotografía 44: Entrada a la mina San Lazaro.



Fotografía 45: Detalle de la alteración que presenta la roca en la mina de San Lazaro.

El Fresno (IDS – 44)

Se localiza a 2.4 km al S89°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 395801 2085188. El acceso es partiendo por la cabecera municipal, se avanza por 3 km hasta la entrada de terracería hacia las minas por 4.3 km hasta la entrada de la mina.

Se trata de una mina de 100 metros de longitud, con un ancho de 3 metros y un espesor de 3 metro con rumbo N 35° W e inclinación 65° NE (fotografía 46). La mineralización que presenta es de galena, pirita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta silicificación (Fotografía 47).

Las vetas de cuarzo son de origen hidrotermal con un espesor de 5 a 15 cm. La mina se encuentra a 700 metros alejada de la mina Santa Elena y a 200 metros de la mina San Lázaro. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 44 (veta), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-44	0.4	137.1	2.0244	0.2052	0.0728	30.55	1,742	57	9	148	0.006	<6,6

Los resultados muestran valores de interés económico en cuanto al Ag, Pb, Fe.



Fotografía 46: Entrada de la mina El Fresno



Fotografía 47: Detalle de la alteración que presenta la roca en la mina El Fresno. Se pueden observar los sulfuros.

San Alejo (IDS - 45)

Se localiza a 2.6 km al N83°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 395681 2085531. El acceso es partiendo por la cabecera municipal, se avanza por 3 km hasta la entrada de terracería hacia las minas por 4.5 km y caminar por 0.5 km hasta la entrada de la mina.

Se trata de una mina de 80 metros de longitud, con un ancho de 3 metros y un espesor de 2 metro con rumbo N 35° W e inclinación 17° NE (fotografía 48). La mineralización que presenta es de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta silicificación y oxidación. (Fotografía 49).

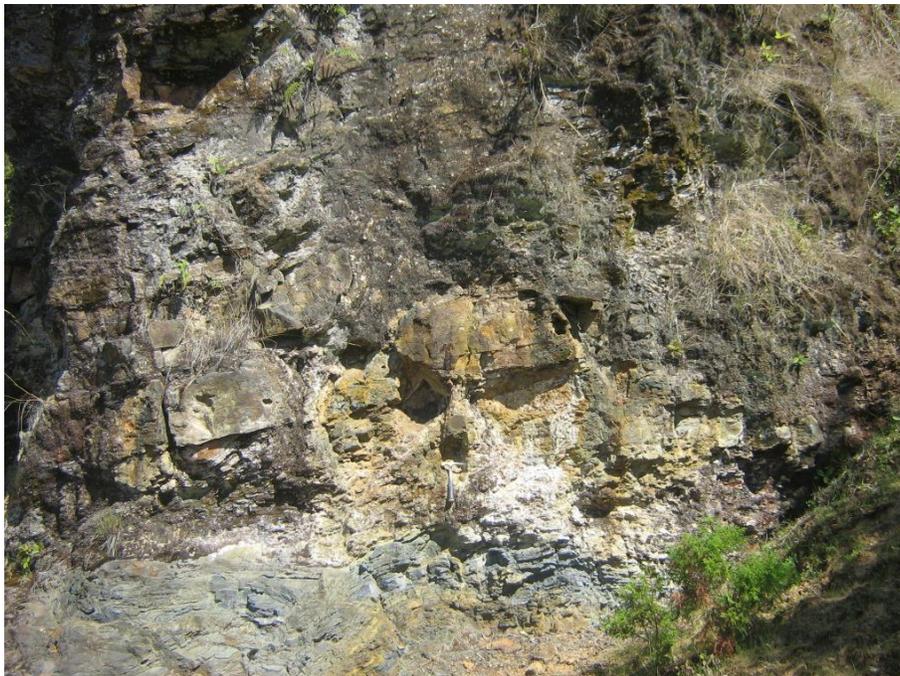
La mina está cortando un crestón mineralizado, cuenta con un tiro de más de 10 metros de altura y un socavón, la mina esta inaccesible debido que está parcialmente inundada. Se recolectaron dos muestras de esquirlas con nomenclatura IDS - 45 (terrero), e IDS-45A (estructura), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-45	0.025	18.7	0.3081	0.0606	0.0043	4.49	269	43	11.8	103	0.023	38.6
IDS-45A	0.117	110.8	0.9504	0.6464	0.0161	18.76	1,373	32	6.1	143	0.007	<6,6

Los resultados muestran valores de interés económico en cuanto al Ag, Fe.



Fotografía 48: Vista general de la entrada de San Alejo donde se aprecia el creston mineralizado que corta la mina.



Fotografía 49: Detalle de la mineralización que presenta el creston de la mina junto con sus alteraciones.

San Antonio (IDS – 46)

Se localiza a 2.9 km al S83°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 395385 2084880. El acceso es partiendo por la cabecera municipal se avanza por 3 km de carretera y se sigue por un camino de terracería hacia las minas por 1.4 km hasta la entrada de la mina.

Se trata de una mina de 30 metros de longitud, con un ancho de 3 metros y un espesor de 1 metro con rumbo N 60° E (fotografía 50). La mineralización que presenta es de pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta silicificación y oxidación. (Fotografía 51).

La mina se encuentra totalmente cerrada, cuenta con dos respiraderos metros más arriba, los cuales aún están abiertos pero son tiros muy profundos, a 50 metros de estos respiraderos se encontraba otra entrada también cerrada a la mina San Antonio que se encuentra relacionada con la mina de San Lázaro. La mojonera (14Q 395376 2084821) se encuentra unos metros más debajo de la entrada principal a la mina. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 46 (terrero), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-46	0.5	83.2	0.5983	1.1290	0.0588	18.81	1,007	43	37.2	1,345	0.005	<6,6

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Pb, Cu al contrario del Ag, Zn y Fe.



Fotografía 50: Entrada a la mina San Antonio totalmente cerrada



Fotografía 51: Terrero de la mina San Antonio

El Chiflón (IDS – 47)

Se localiza a 2.8 km al S68°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 395385 2084880. El acceso es partiendo por la cabecera municipal se avanza por 3 km de la carretera y se sigue por el camino de terracería hacia las minas por 4.5 km hasta el crestón a pie del camino.

Se trata de un crestón mineralizado de 5 metros de longitud, con un ancho de 4 metros y un espesor de 3 metro con rumbo N 57° E (fotografía 52). La mineralización que presenta es principalmente de óxidos y sulfuros, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta oxidación y silicificación. (Fotografía 53).

El crestón se encuentra a pie de camino hacia las minas de Muñoz y El Pájaro, no se observa alguna mina cercana, por lo que el cuerpo mineralizado más grande posiblemente esté relacionado con las minas El Pájaro o La Química. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 47 (estructura), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-47	0.176	23.8	0.2811	1.1296	0.0115	9.44	<4	35	20.4	1,202	0.023	30.2

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Pb, Cu, al contrario del Ag, Zn y Fe.



Fotografía 52: Vista general del crestón mineralizado a pie del camino.



Fotografía 53: Detalle de la alteración que presenta el crestón.

El Pájaro (IDS – 48)

Se localiza a 2.2 km al S76°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 396071 2084676. El acceso es partiendo por la cabecera municipal se avanza por 3 km de carretera, se sigue por camino un camino de terracería hacia las minas por 1 km y caminar por 0.7 km hasta la mina.

Se trata de una mina de 100 metros de longitud, con un ancho de 2 metros y un espesor de 3 metros con rumbo N 75° W e inclinación de 42° SW (fotografía 54). La mineralización que presenta es principalmente de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta oxidación y silicificación. (Fotografía 55).

La mina se encuentra totalmente cerrada, se observa un respirado unos 15 metros más arriba, en el terrero se pueden encontrar cristales de cuarzo bien formados aproximadamente de 10 cm de largo junto a cubos de pirita de 1 cm, esta mina corta totalmente la falla que se encuentra mineralizada. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 48 (terrero), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-48	0.269	62.2	0.5956	1.0676	0.0362	24.03	1,148	57	8.0	275	0.007	<6,6

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Pb, Cu, al contrario del Ag, Zn y Fe.



Fotografía 54: Mina del Pajaro donde se observa que la entrada principal se encuentra totalmente cerrada.



Fotografía 55: Terrero de la mina El Pájaro.

La Presentación (IDS – 49)

Se localiza a 2 km al S57°W de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 396071 2084676. El acceso es partiendo por la cabecera municipal se avanza por 5.5 km de carretera hasta el poblado La Unión y caminar sobre arroyo por 0.42 km hasta la mina.

Se trata de una mina de 3 metros de longitud, con un ancho de 2 metros y un espesor de 2 metros con rumbo N 50° W (fotografía 56). La mineralización que presenta es principalmente de galena, pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta oxidación y silicificación. (Fotografía 57).

La mina se encuentra dentro del poblado de La Unión a inicio del río principal de la zona. La entrada principal se encuentra totalmente cerrada, aunque enfrente de la misma se tiene una pequeña cata que presenta mineralización y se encuentra cubierta totalmente de carbonato. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS-49 (estructura), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-49	0.122	9.1	0.0702	0.0732	0.0063	3.44	265	43	38	536	0.009	26.9

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe.



Fotografía 56: Entrada de la pequeña cata que se encuentra frente a la mina La Presentación.



Fotografía 57: Detalle de los sulfuros presentes en la cata junto con la capa carbonatosa que cubre a las rocas

Los Pérez (IDS – 55)

Se localiza a 8.3 km al N58°W de la cabecera municipal de Zacualpan, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 411150 2074127. El acceso es partiendo de la cabecera municipal de Zacualpan se toma la carretera principal hacia tres cruces por 20km, se continua por 15.3km hasta el arroyo, antes de llegar al poblado Rancho Los Pérez y se camina por 50 metros hasta llegar al banco.

Se trata de un prospecto de 50 metros de longitud, con un ancho de 7 metros y un espesor de 2 metros con rumbo N 50° W e inclinación de 20° NE (fotografía 58). La mineralización que presenta es principalmente de pirita, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta oxidación y silicificación. (Fotografía 59).

El prospecto se encuentra a pie de arroyo sobre el camino al Rancho de los Pérez, las alteraciones son pequeñas, principalmente se tiene oxidación de sulfuros por toda la zona, debido a estas alteraciones faltaría exploración más a detalle buscando el cuerpo mineralizado. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS-55 (estructura), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-55	N.D.	N.D.	0.0015	0.0052	0.0021	6.63	164	30	379.0	0.13	0.045	56.0

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, al contrario del Fe.



Fotografía 58: Vista del prospecto Los Perez a pie de arroyo



Fotografía 59: Detalle de la alteración que presenta el prospecto.

Huizoltepec (IDS – 56)

Se localiza a 6.7 km al N44°W de la cabecera municipal de Zacualpan, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 413560 2074477. El acceso es partiendo de la cabecera municipal de Zacualpan se toma la carretera principal hacia Tres Cruces por 20 km, se continúa por 11 km pasando el poblado de Huizoltepec hasta el arroyo y se camina 1 km hasta llegar al punto.

Se trata de un crestón mineralizado de 30 metros de longitud, con un ancho de 5 metros y un espesor de 20 metros con rumbo N 60° E e inclinación de 45° NW (fotografía 60). La mineralización que presenta es principalmente de pirita, y hematita, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta oxidación y silicificación. (Fotografía 61).

El crestón se encuentra a pie de arroyo y prácticamente ya cuenta con muy poco volumen mineralizado, solo hay pequeñas líneas de sulfuros en superficie, faltaría un poco de exploración a detalle para encontrar si el cuerpo continua por debajo, por el momento se encuentra abandonada. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 56 (estructura), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-56	N.D.	N.D.	0.0017	0.0055	0.0034	9.50	64	30	170.0	0.15	0.058	44.0

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, al contrario del Fe.



Fotografía 60: Vista general del creston mineralizado, se puede observar poca mineralización.



Fotografía 61: Detalle de la oxidación de los sulfuros que se tiene en la roca.

El Carmen (IDS – 58)

Se localiza a 2.5 km al S09°E de la cabecera municipal de Tonatico, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 429751 2076402. El acceso es partiendo de la cabecera municipal de Tonatico, se toma el camino hacia el parque recreativo el Salto de Tzumpantitlán, antes de llegar al parque desviarse a la derecha y continuar hasta el otro lado del parque, y caminar 1.3 km hasta el punto.

Se trata de un prospecto de 20 metros de longitud, con un ancho de 5 metros y un espesor de 20 metros con rumbo N 65° W e inclinación de 30° NE (fotografía 62). La mineralización que presenta es principalmente de galena, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta oxidación y silicificación. (Fotografía 63).

El prospecto se encuentra sobre una barranca, tiene una cata muy pequeña de 1 metro de longitud y 1 de profundidad. La mineralización es muy poca, las vetas de cuarzo son de 1 a 5 cm de ancho y faltaría exploración para saber si el cuerpo mineralizado tiene continuación. Se recolecto una muestra de esquirlas con nomenclatura IDS – 58 (estructura), para su análisis, dando los siguientes resultados más representativos:

CLAVE	Au g/ton	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	As mg/kg	Cr mg/kg	Sr mg/kg	Mn mg/kg	Ti %	V mg/kg
IDS-58	N.D.	N.D.	0.0014	0.0080	0.0049	4.22	71	30	780.0	0.05	0.054	27.0

Los resultados muestran pocos valores de interés económico en cuanto al Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe.



Fotografía 62: Vista de la cata que se tiene en El Carmen.



Fotografía 63: Detalle de la alteración de la roca junto al ancho de las vetas de cuarzo.

La Química (IDS – 62)

Se localiza a 3.4 km al S84°E de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 394887 2084878. El acceso es partiendo de la cabecera municipal se avanza por 3 km de carretera, se sigue por camino de terracería hacia las minas por 1.9 km hasta el laboratorio químico abandonado y se camina 200 m al punto.

Se trata de una mina que se encuentra totalmente cerrada (Fotografía 64), por lo que no se pueden saber sus dimensiones ni la mineralogía que presenta, se encuentra en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta oxidación y silicificación.

La mina se encontraba conectada con la mina de Santa Elena, se localiza cerca del laboratorio químico de la zona de las minas de Sultepec, fue de las minas importantes que se explotaban.



Fotografía 64: Mina la Química totalmente cerrada.

Mina San Juan (IDS – 63)

Se localiza a 2.5 km al S09°E de la cabecera municipal de Zacualpan, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 429751 2076402. El acceso es partiendo de la cabecera municipal de Tonicato, se toma el camino hacia el parque recreativo el Salto de Tzumpantitlán y antes de llegar al parque se desvía a la derecha y continuar hasta el otro lado del parque y caminar 1.3 km hasta el punto.

Se trata de una mina de 200 metros de longitud, con un ancho de 4 metros y un espesor de 3 metros con rumbo N 70° W (fotografía 65). La mineralización que presenta es principalmente de galena, hematita y cuarzo, en metacalizas y metalutitas de la Formación Amatepec del Albiano, presenta oxidación y silicificación.

La mina se localiza a unos metros de la mina La Zona, la cual se encuentra totalmente inundada, atraviesa el cerro completamente aunque por la cantidad de agua es difícil su explotación. Se tiene una vieja hacienda a un costado de la mina. Se tiene una mojonera de localización (14Q 429751 2076402) cerca de la entrada de la mina abandonada aunque ya casi está en ruinas debido a la vegetación.



Fotografía 65: Entrada a la mina inundada de San Juan a un costado la hacienda ya en ruinas.

III.2. Rocas Dimensionables

La carta Ixtapan de la Sal cuenta con 11 localidades de roca dimensionables (Tabla 2), 9 son de rocas de origen volcánico (riolitas y basalto) y 2 de origen sedimentario (travertino). Las riolitas pertenecen a la Formación Tilzapotla del Oligoceno, el basalto y el travertino pertenecen al Cuaternario del Pleistoceno. El travertino se encuentra únicamente en la parte sureste de la carta, el basalto en la parte noroeste de la carta y la riolita se encuentra en toda la parte central de la carta, así como también en la parte suroeste.

Los bancos activos que se encuentran en la carta se trabajan sobre pedido y se usan para mampostería. El mercado de estos bancos es totalmente local.

Clave	Localidad	Edo. de Operación	Sustancia	Color	Uso
IDS – 11	5 de Febrero	Activo	Travertino	Amarillo claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 12	Revolución	Activo	Travertino	Amarillo claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 16	Plan de San Miguel	Inactivo	Riolita	Rosa claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 17	Ahuacatitlán	Explotación temporal	Riolita	Rosa claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 23	Tres Cruces	Activa	Riolita	Rosa claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 35	Ejido Santa Cruz	Inactiva	Riolita	Verde Claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 37	El Tesorero	Inactiva	Riolita	Rosa Claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 39	El Ocote	Explotación temporal	Riolita	Rosa Claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 50	Jesús del Monte	Prospecto	Riolita	Rosa Claro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 52	El Pedregal	Explotación temporal	Basalto	Negro	Bloque, laminado y decoración
IDS – 59	La Madame de Santa Bárbara	Prospecto	Riolita	Rosa Claro	Bloque, laminado y decoración

Tabla 2. Localidades inventariadas de rocas dimensionables de la carta Ixtapan de la Sal, Estado de México.

5 de febrero. (IDS – 11)

Se localiza a 11 km en línea recta de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal en dirección S11°W, con coordenadas UTM en NAD27 14Q 428568 2081991. El acceso es en dirección hacia SEDENA, en la colonia 5 de febrero, al final de esta colonia donde termina el pavimento se gira a la izquierda y se llega al banco.

En el banco cuenta con 2 hectáreas, se calcula con dimensiones de 200 metros de largo, 100 de ancho y 15 metros de espesor, con un potencial de 300,000 m³ (Fotografía 66). Se observa aflorando travertino de color naranja y blanco, las fracturas que presenta se encuentran rellenas de arcillas, este banco es explotado mediante barrena y marro (Fotografía 67). Se utilizan cloratos como expansivos para poder fracturar la roca para su explotación; cuenta con 5 personas que trabajan en el banco, la laja que obtienen de este banco es de color rojizo con tonalidades naranja, el color rojo es principalmente por la hematita que hay en la zona.

En los alrededores se observan dos bancos de las mismas características, pero con diferente dueño. El banco A se encuentra un nivel más abajo del banco principal se localiza a 90 m al SW con coordenadas 14Q 428528 2081908, es propiedad de Arturo Vargas, vende un camión de 6 m³ en \$600 y \$200 la cargada. Es un banco de dimensiones 60 m de largo, 40 de ancho y 8 m de desnivel. Aproximadamente cuenta con alrededor de 0.3 hectáreas. El banco B se encuentra a un costado del banco principal, pertenece al Sr. Benjamín Gómez. Es un banco pequeño, con dimensiones de 12 m de largo, 10 de ancho y 4 m de desnivel, en este banco principalmente se obtiene pedacería.

Ninguno de los dueños de los bancos está asociado ni relacionado, son totalmente independientes unos de los otros. El problema de estos bancos es que se encuentran en una zona habitacional, por lo que el crecimiento de los mismos es muy difícil, únicamente se explotan hacia abajo.

Se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 68). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m ³)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
IDS - 11	2.6	2495	1353

Cumple con un solo requisito de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y con dos requisitos de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 66: Vista panorámica del afloramiento 5 de febrero del Travertino de Ixtapan de la Sal actualmente en explotación



Fotografía 67: Travertino de color naranja a blanco del Pleistoceno explotado con barrena y marro.



Fotografía 68: Mosaico pulido de la localidad 5 de Febrero.

Revolución. (IDS – 12)

Se localiza a 1.3 km en línea recta de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal en dirección S02°E, con coordenadas 14Q 428936 2082316. El acceso es en dirección hacia SEDENA, en la colonia Revolución, calle Guadalupe Victoria, con dirección norte, al final de la calle se pasa el portón y en la primera casa se localiza el banco.

El banco que se está explotando se encuentra en el patio del Sr. Abel Nájera, él mismo explota con barrena y marro, se calcula con dimensiones de 14 metros de largo, 10 de ancho y 2 metros de espesor, con un potencial de 280 m³. Se encuentra aflorando travertino color naranja y blanco, las fracturas que presenta se encuentran rellenas de arcillas (Fotografía 69). A unos 200 metros aproximadamente se observa otro banco, con coordenadas 14Q 428977 2082113, el cual está inactivo, con dimensiones de 70 metros de largo, 50 metros de ancho y 4 metros de espesor, con un potencial de 14,000 m³. Este banco esta como prospecto, presenta las mismas características que el otro banco (Fotografía 70). Estos bancos presentan el problema de estar en áreas habitadas, por lo que no es posible que crezcan los bancos, el uso de explosivos y el uso de la maquinaria pesada para su explotación.

Se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 71). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m ³)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
IDS – 12	1.9	2475	942

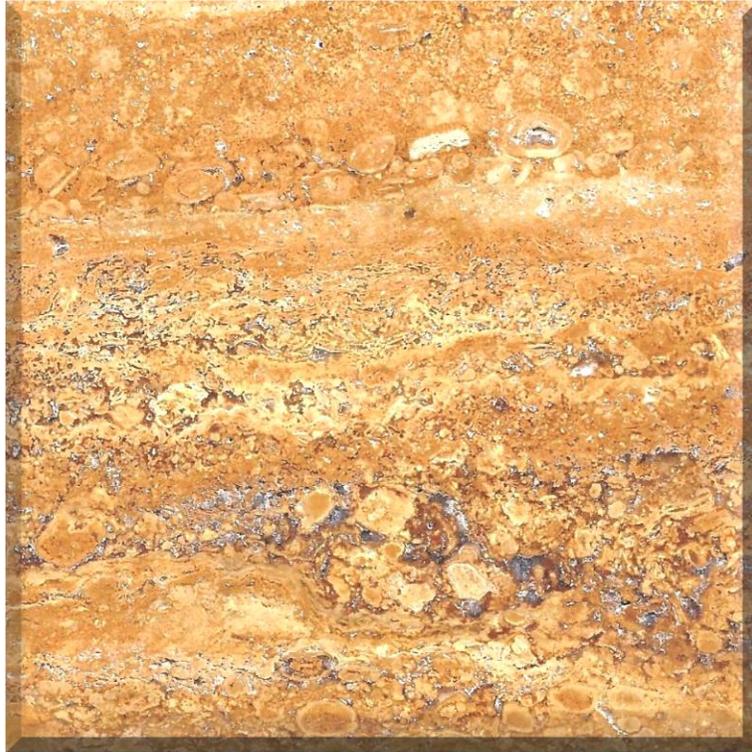
Cumple con solo un requisito de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y con dos requisitos de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 69: Vista panorámica del prospecto Revolución del Travertino de Ixtapan de la Sal actualmente en explotación.



Fotografía 70: Vista panorámica del prospecto Revolución del Travertino de Ixtapan de la Sal actualmente inactivo.



Fotografía 71: Mosaico pulido de la localidad Revolución.

Plan de San Miguel (IDS – 16)

Se localiza a 4.7 km en línea recta de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas en dirección S42°E, con coordenadas 14Q 422528 2089359. El acceso es en dirección hacia el poblado de Porfirio Díaz durante 7 km, se toma la desviación a Plan de Miguel por 3.8 km hasta llegar al poblado, se gira a la derecha y se continúa durante 0.2 km hasta llegar al banco.

El banco presenta dimensiones de 200 metros de largo, 70 de ancho y 10 metros de altura, con un potencial 140,000 m³. Se encuentra abandonado debido a que sus dueños se encuentran en la Ciudad de México y no les interesa explotar el banco (Fotografía 72). La roca es riolita de color rosa, los pobladores de Plan de Miguel utilizaron la piedra para los cimientos de sus casas y para la Iglesia de Coatepec de Harinas.

En los alrededores de este banco se observan tres prospectos de la misma calidad del banco principal, a los cuales si les interesaría explotar el banco, cada banco tiene su propio dueño pertenecientes a los Sres. Rafael Beltrán, Chayo Ayala y los hermanos Alfredo y Baltazar Domínguez, los cuales son dueños de los terrenos aledaños, que en total la unión de estos terrenos es de 7 hectáreas aproximadamente (Fotografía 73).

Se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 74). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m ³)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
IDS – 16	4.9	2180	867

Cumple con solo un requisito de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y con un requisito de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 72: Vista panorámica del prospecto Plan de Miguel de la riolita de Coatepec de Harinas actualmente inactivo.



Fotografía 73: Vista del prospecto de riolita de Plan de San Miguel a un costado del banco principal.



Fotografía 74: Mosaico pulido de la localidad Plan de San Miguel

Ahuacatlán (IDS – 17)

Se localiza a 6.5 km en línea recta de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas en dirección S63°E, con coordenadas 14Q 424862 2089580. El acceso es en dirección hacia el poblado de Porfirio Díaz durante 7 km, se toma la desviación a Plan de San Francisco por 2.2 km, se gira a la izquierda en dirección a Ahuacatlán y se continua durante 3.2 km hasta llegar al banco.

El banco cuenta con 1 hectárea, con dimensiones de 100 metros de largo, 100 de ancho y 10 metros de altura, con un potencial 100,000 m³. Es una riolita de color rosa, perteneciente a la Formación Tilzapotla (Fotografía 75), se encuentra en explotación esporádica debido a problemas personales del dueño Rafael Andrade.

El banco presenta mucho fracturamiento, el cual esta relleno de arcillas, por lo que es más fácil obtener el tamaño pedido por la gente alrededor de 40 a 20 cm, lamentablemente no sirve para bloques grandes (Fotografía 76). La roca de este banco es utilizado en todo el poblado de Ahuacatlán, ya sea como mampostería o como para cimientos de las casas.

Se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 77). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
IDS – 17	0.4	2,366	>2,000

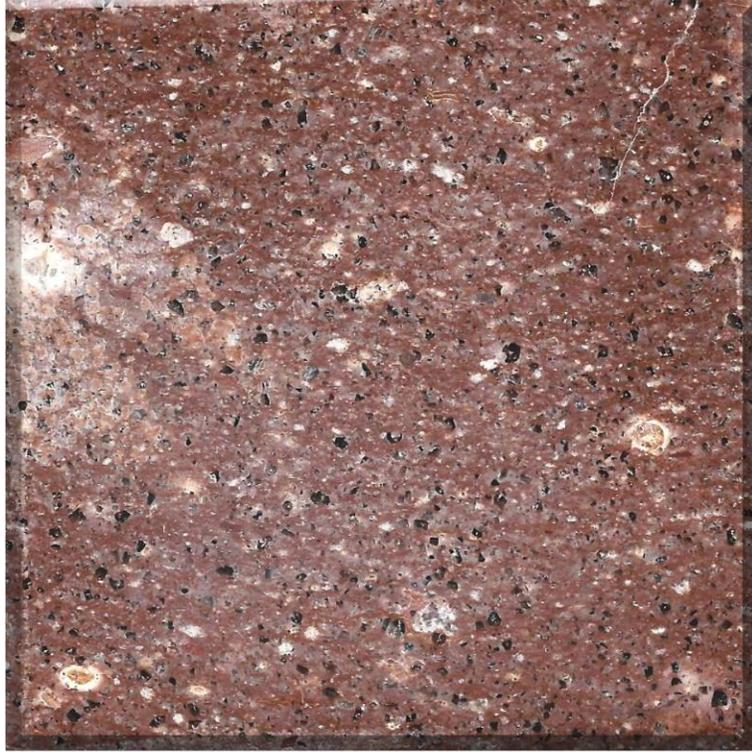
Cumple con solo un requisito de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y con dos requisitos de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 75: Vista del banco de riolita de Ahuacatlán municipio de Ixtapan de la Sal



Fotografía 76: Vista a detalle del banco de riolita de Ahuacatlán municipio de Ixtapan de la Sal donde se pueden ver el fracturamiento que presenta el banco.



Fotografía 77: Mosaico pulido de la localidad Ahuacatlán.

Tres Cruces. (IDS – 23)

Se localiza a 9.5 km en línea recta de la cabecera municipal de Zacualpan en dirección N07°W, con coordenadas 14Q 417056 2079089. El acceso es en dirección hacia el puente de los Sabinos por 30 km, hasta llegar al banco. También se puede llegar al banco a partir de la cabecera de Almoloya de Alquisiras dirección S53°E hacia el Puente de los Sabinos por 15 km hasta llegar al banco.

En esta localidad se cuenta principalmente con 4 dueños de los bancos de riolita, de la Formación Tilzapotla, la cual es explotada con barreta y marro. Se observan diferentes tipos de color, ya que se tiene riolita rosa, azul y amarilla, siendo el azul, él más cotizado y el más escaso. Lo roca es usada principalmente en cimentaciones y mampostería a menor cantidad.

El primer banco tiene coordenadas 14Q 417056 2079089, pertenece al Sr. Julio Hernandez, cuenta con tres bancos de explotación esporádica, las dimensiones aproximadas de los tres bancos son de 300 metros de largo, 200 metros de ancho y 15 metros de altura, con un potencial de 900,000 m³, con un área aproximada de 6 hectáreas (Fotografía 78).

El segundo banco tiene coordenadas 14Q 417459 2079150, pertenece al Sr. Fidel Flores Torres, se explota cada que se tenga pedido, alrededor de uno o dos camiones a la semana, \$500 el camión de 6 m³. El banco cuenta con 4 personas trabajando, tiene dimensiones de 150 metros de largo, 100 metros de ancho y 20 metros de altura, con un potencial de 300,000 m³, con un área de 1,5 hectáreas (Fotografía 79).

El tercer banco tiene coordenadas 14Q 417335 2078931, pertenece a la Sra. Graciela Torres, se calcula con dimensiones de 100 metros de largo, 100 metros de ancho y 15 metros de altura, con un potencial de 150,000 m³. Con un área de 1 hectárea, se explota cada que se tenga pedido, alrededor de uno o dos camiones de 6 m³ a la semana en \$500 (Fotografía 80).

El cuarto banco tiene coordenadas 14Q 416546 2078211, se encuentra en la parte alta del cerro, este banco se encuentra cerrado debido a problemas del dueño Noé Sedano Popoca con Eleazar Estrada delegado de la comunidad de Tres Cruces, por lo que no hay paso de camiones de volteo hacia el banco, cuenta con dimensiones de 150 metros de largo, 150 metros de ancho y 25 metros de altura (Fotografía 81).

De estos cuatro bancos se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 82). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m ³)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
IDS – 23	3.0	2368	2146

Cumple con solo un requisito de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y con dos requisitos de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 78: Vista del primer banco de riolita de Tres Cruces municipio de Zacualpan actualmente inactivo.



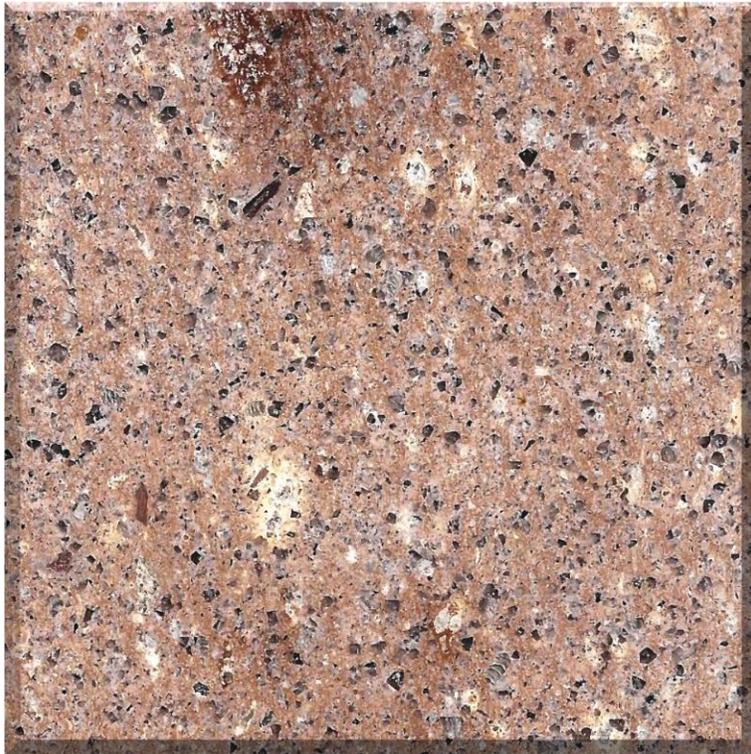
Fotografía 79: Vista del segundo banco de riolita de Tres Cruces municipio de Zacualpan actualmente en explotación esporádica.



Fotografía 80: Vista del tercer banco de riolita de Tres Cruces municipio de Zacualpan actualmente en explotación esporadica.



Fotografía 81: Vista del cuarto banco de riolita de Tres Cruces municipio de Zacualpan actualmente cerrado por ordenes del Delegado de la comunidad



Fotografía 82: Mosaico pulido de la localidad Tres Cruces.

Ejido Santa Cruz (IDS – 35)

Se localiza a 2.1 km en línea recta de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras en dirección S08°W, con coordenadas 14Q 397956 2083131. El acceso es por la carretera principal hacia Santa Cruz Texcalapa por 4.6 km, hasta llegar al banco el cual se encuentra a orillas de carretera.

El banco cuenta aproximadamente con una hectárea (fotografía 83), pertenece al Ejido de Santa Cruz Texcalapa, su principal característica es que la riolita es de color verde al fresco e intemperiza a negro, actualmente se encuentra abandonado, sus dimensiones son 100 metros de largo, 40 metros de ancho y 5 metros de altura, a pie de carretera y no presenta fracturamiento, hay evidencias de que se explotaba con barrenos (fotografía 84).

Aproximadamente a unos 100 metros de este banco y 10 metros alejados de la carretera se tiene un prospecto de la misma roca. La roca se ha utilizado en la construcción de la fachada de la iglesia de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras.

De este banco se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 85). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
IDS – 35	4.8	2157	435

No cumple los requisitos de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y ni con los requisitos de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 83: Vista panorámica del banco del Ejido de Santa Cruz que se encuentra a orillas de carretera.



Fotografía 84: Riolita de color verdoso donde se pueden ver las marcas de la explotación con barrenos.



Fotografía 85: Mosaico pulido de la localidad del Ejido de Santa Cruz.

El Tesorero (IDS – 37)

Se localiza a 1.4 km en línea recta de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras en dirección S53°E, con coordenadas 14Q 399382 2084377. El acceso es por la carretera principal hacia Diego Sánchez por 2 km hasta una puerta de metal y seguir por 1.7 de terracería hasta llegar al banco.

El banco está constituido de riolita rosa, se observa con algo de porosidad sin fracturamiento (fotografía 86), se encuentra abandonado debido a que el dueño Ángel Campuzano García falleció por lo que los familiares vendieron toda la maquinaria y no están interesados en reabrir el banco. Esta roca se utilizó en las fachadas y calles de Sultepec. El banco tiene dimensiones aproximadas de 150 metros de largo, 70 metros de ancho y 4 metros de altura, con un potencial de 42,000 m³ en alrededor de 1 hectárea.

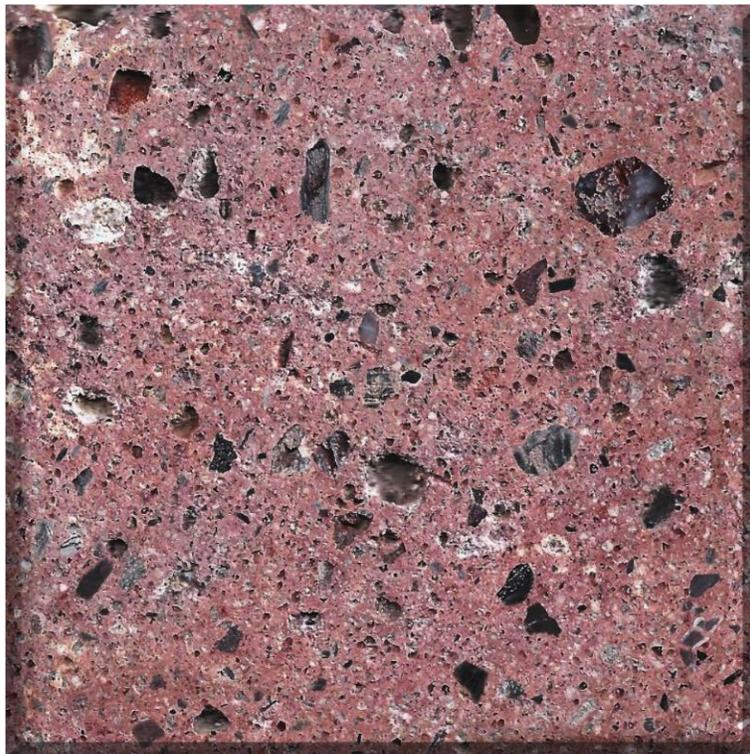
De este banco se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 87). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m ³)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
IDS – 37	10.3	1937	289

No cumple los requisitos de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y ni con los requisitos de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 86: Banco abandonado del tesorero donde se puede apreciar la riolita y el espesor del banco.



Fotografía 87: Mosaico pulido de la localidad El Tesorero.

El Ocote (IDS – 39)

Se localiza a 11.2 km en línea recta de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras en dirección S39°E, con coordenadas 14Q 405171 2076487. El acceso es por la carretera principal hacia Mextepec por 22.8 km, hasta llegar a la entrada de terracería en dirección a Manial de Guadalupe de Abajo y seguir por 2.8 km hasta llegar al banco.

El banco pertenece al Sr. Rodolfo Gómez, que está en explotación temporal, se trata de una riolita de color rosa, en una superficie de alrededor de 4 hectáreas con dimensiones de 350 metros de largo, 250 metros de ancho y 7 metros de altura, con un potencial de 612,500 m³ (fotografía 88). El camión de 6 m³ pasa de una o dos veces a la semana y se vende en \$700 el camión, cuenta con 4 trabajadores, los principales compradores de esta roca son los pueblos de Potzontepec y Manial de Guadalupe de Abajo, la utilizan para los cimientos de sus casas (fotografía 89).

De este banco se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 90). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
IDS – 39	4.0	2291	943

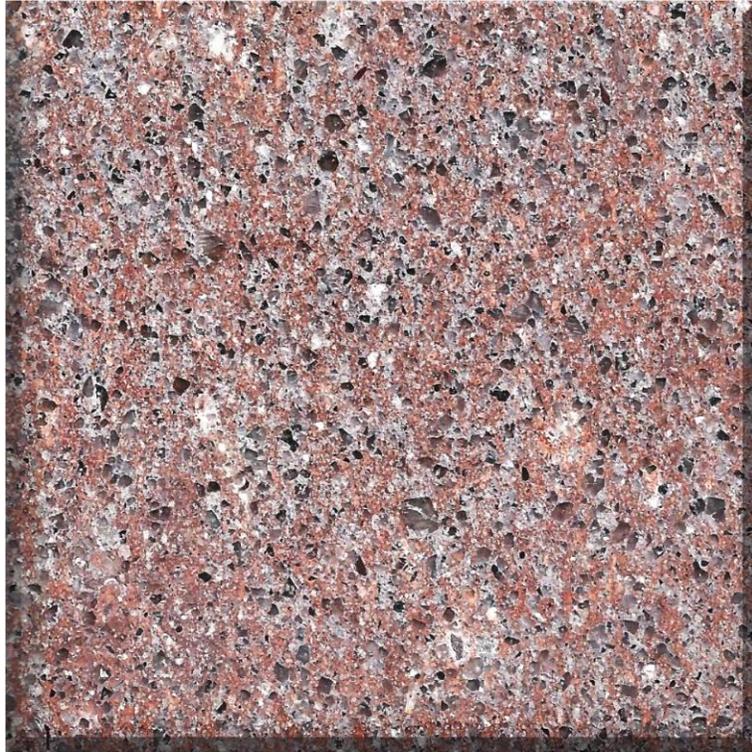
Cumple con un requisito de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y otro requisito de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 88: Banco de riolita donde se puede observar el espesor que presenta.



Fotografía 89: Riolita de color rosa donde se puede observar los tamaños de la roca que se pueden obtener del banco.



Fotografía 90: Mosaico pulido de la localidad El Ocote.

Jesús del Monte (IDS – 50).

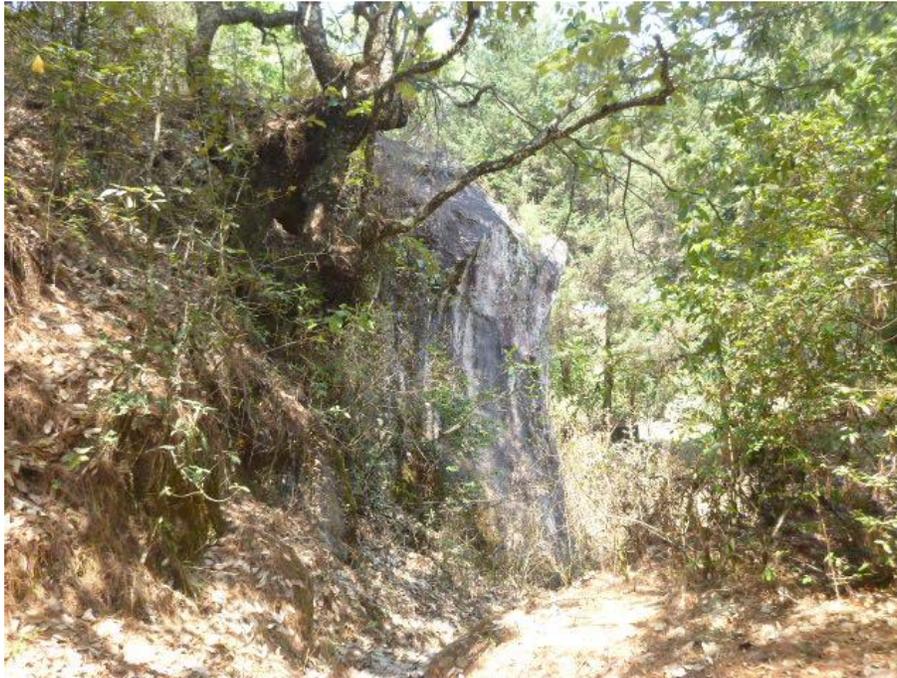
Se localiza a 2.1 km de la cabecera municipal de Texcaltitlán en dirección S41°W, con coordenadas 14Q 399764 2091656. El acceso es partiendo de la cabecera municipal se avanza por 600 metros para tomar la desviación a la derecha rumbo a Jesús del Monte por 2.3 km de terracería y luego caminar 40 metros hasta llegar al banco.

El banco es un prospecto de riolita rosa (fotografía 91), con dimensiones de 100 metros de largo, 100 metros de ancho y 10 metros de altura, en una superficie de 1 hectárea, con un potencial de 100,000 m³. Pertenece al ejido de Jesús del Monte. La problemática que presenta es que a un costado del mismo viven personas que trabajan en la elaboración de fuegos pirotécnicos para las fiestas del ejido, por lo que el terreno que está a un costado del banco cuenta con 3 polvorines muy cerca del mismo.

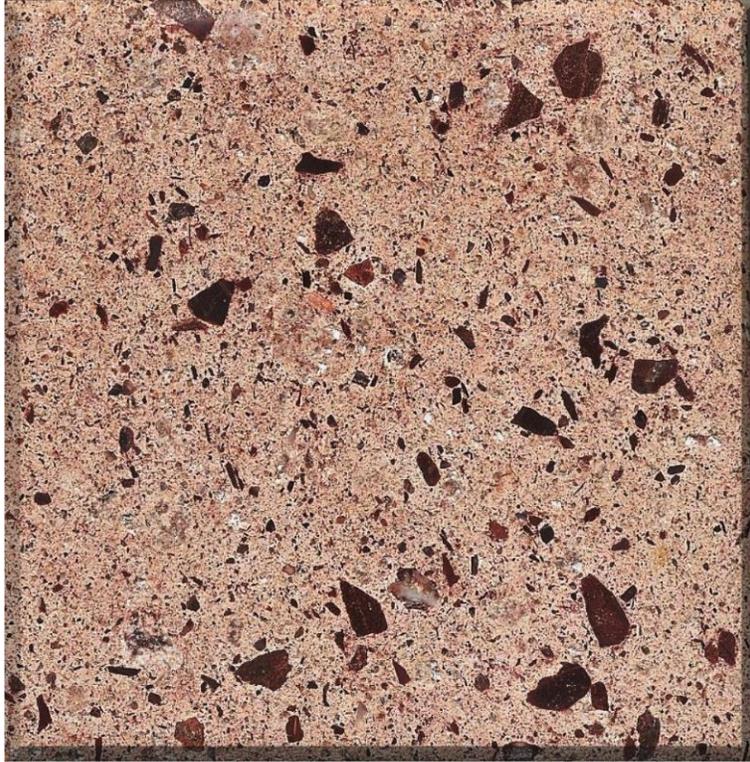
De este banco se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 92). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (KG/M3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN en seco (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN en húmedo (KG/CM2)
IDS – 50	6.88	2010	403.56	227.45

No cumple con los requisitos de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y ni tampoco de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales. Pero cumple con tres requisitos de la norma ATSM-C616/C616M-10, para rocas dimensionables base cuarzo.



Fotografía 91: Prospecto de Jesús del Monte donde se pueden observar el potencial del banco.



Fotografía 92: Mosaico pulido de la localidad Jesús del Monte

El Pedregal (IDS – 52)

Se localiza a 5.0 km en línea recta de la cabecera municipal de Texcaltitlán en dirección S21°W, con coordenadas 14Q 402989 2097445. El acceso es por la carretera principal No. 10 hacia Toluca por 5.7 km y se desvía a la derecha hacia la entrada del poblado El Pedregal por 980 metros hasta llegar al banco.

El banco está constituido por basalto negro del Pleistoceno, con dimensiones de 200 metros de largo, 180 metros de ancho y 2 metros de altura, con un potencial de 72,000 m³, en una superficie de 3.4 hectáreas (fotografía 93). Aunque todo el poblado cuenta con este tipo de roca. Se explota esporádicamente.

De este banco se obtuvo una muestra representativa para pruebas físicas y mosaico pulido (Fotografía 94). En las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	DENSIDAD (Kg/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN en seco (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN en húmedo (Kg/cm2)
IDS – 52	0.79	2493	2008.86	1782.22

Cumple con solo un requisito de la norma ASTM-C503-03, para acabados arquitectónicos y con dos requisitos de la norma ASTM-C568-03, para la industria de la construcción y propósitos estructurales.



Fotografía 93: Banco del Pedregal donde se puede observar que el banco no tiene un gran espesor pero presenta un gran potencial para extenderse.



Fotografía 94: Mosaico pulido de la localidad El Pedregal.

La Madame de Santa Bárbara. (IDS – 59).

Se localiza a 6.4 km en línea recta de la cabecera municipal de Almoloya de Alquisiras en dirección S11°E, con coordenadas 14Q 407499 2082504. El acceso es por la carretera principal hacia Plan de Vigas por 7.0 km donde se llega a el poblado El Mirador y se camina por una vereda por 2.1 km hasta llegar al banco

El banco es un prospecto de riolita de color rosa (fotografía 95), con dimensiones de 280 metros de largo, 180 metros de ancho y 15 metros de alto, con un potencial alto de 756,000 m³, ya que se trata de una pequeña loma riolítica de la cual toda la roca es sana, por lo que también la altura podría incrementarse conforme se explota el banco, la roca se presenta en forma de bolas lo que ayudaría a su explotación (fotografía 96).

Debido a que el ejido El Mirador no se ha logrado poner de acuerdo de cuando y como explotar el banco, no hay camino para vehículos únicamente por vereda, por lo que no se tomó muestra para los análisis físicos.



Fotografía 95: Detalle del prospecto La Madame de Santa Bárbara donde se puede observar la roca sana de color rosa.



Fotografía 96: Prospecto La Madame de Santa Bárbara donde se puede apreciar la forma de que presenta la riolita.

III.3. Agregados Pétreos

Se tiene un total de 14 localidades de agregados pétreos (Tabla 3) de las cuales 12 son de grava y arena y 2 de tezontle. Los bancos activos y más importantes de grava y arena los tenemos en la zona sureste de la carta en la zona de Pilcaya – Coaxusco, las de tezontle se localizan en la zona noroeste en el municipio de Texcaltitlán. El mercado de estos bancos es principalmente local y estatal.

Clave	Localidad	Municipio	x	y	sustancia	Edo. de operación	Potencial (m ³)
IDS-01	La Concepción	Pilcaya	426802	2074076	Arena y Grava	Abandonado	900,000
IDS-02	Mina Reynoso	Pilcaya	427044	2073424	Arena y Grava	En Operación	1,680,000
IDS-03	Los Amates	Tonatico	426653	2077460	Arena y Grava	En Operación	405,000
IDS-04	Mina Ávila	Ixtapan de la Sal	426346	2076077	Grava y Arena	En Operación	1,759,500
IDS-10	La Arena	Ixtapan de la Sal	426784	2082604	Grava y Arena	Explotación esporádica	12,000
IDS-13	Cochisquila	Coatepec de Harinas	420549	2091316	Arena y Grava	Abandonado	300,000
IDS-18	San Fernando	Coatepec de Harinas	419685	2095205	Arena y Grava	Abandonado	500,000
IDS-19	Colonia Guadalupe	Coatepec de Harinas	420083	2086758	Arena y Grava	Abandonado	1,000,000
IDS-20	San Luis	Coatepec de Harinas	420283	2087776	Grava y Arena	Abandonado	2,100,000
IDS-38	Tepehuaje	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	404559	2075185	Grava y Arena	Explotación esporádica	1,350,000
IDS-40	Exhacienda Los Reyes	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	400948	2083324	Arena y Grava	Explotación esporádica	240,000
IDS-51	El Molcajete	Texcaltitlán	400469	2092492	Tezontle Negro	Abandonado	216,000
IDS-57	Paulina	Tonatico	427415	2076497	Arena y Grava	Abandonado	75,000
IDS-61	Texcaltitlán	Texcaltitlán	401187	2092771	Tezontle Rojo	Abandonado	14,000

Tabla 3. Localidades inventariadas de agregados pétreos de la carta Ixtapan de la Sal, Estado de México.

La Concepción (IDS – 01)

Se encuentra a 57° al NW y a 2.4 km de la cabecera municipal de Pilcaya. Partiendo de la cabecera municipal de Pilcaya se toma la salida a la carretera principal rumbo a San Alejo durante 4 km, al llegar al poblado la Concepción se desvía a la izquierda durante 1.5 km por camino de terracería hasta llegar al Banco abandonado La Concepción.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 300 metros de largo, 200 metros de ancho y 15 metros de altura con un potencial de 900,000 m³ en una superficie de 9 hectáreas (fotografía 97) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El dueño Antonio Bustos Millán murió y los hijos no han tenido interés en su explotación desde hace más de 10 años, el banco aun cuenta con suficiente material para su explotación aunque debido al abandono la maquinaria ya se encuentra totalmente oxidada, aquí se tienen varios horizontes con granulometría diferente, el material va desde guijarros a gravas junto a arena fina de color azul a gris clara (Fotografía 98).

De este banco se obtuvo una muestra representativa para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 1 e imagen 2) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
3/8" + 5/16"	-9525 +7938	6.87	100.00
5/16" + 3 1/2	-7938 +5657	5.55	93.13
-3 1/2 + 8	-5657 +2378	14.62	87.58
-8 + 14	-2378 +1414	11.68	72.96
-14 + 20	-1414 +841	12.53	61.28
-20 + 30	-841 +595	8.97	48.75
-30 + 40	-595 +420	9.53	39.78
-40 +50	-420 +297	8.54	30.25
-50 +60	-297 +250	3.24	21.71
-60 +70	-250 +210	3.51	18.47
-70 +100	-210 +149	5.07	14.96
-100 + 140	-149 +105	2.6	9.89
-140 +200	-105 +74	0.87	7.29
-200 +230	-74 +63	2.15	6.42
-230 +270	-63 +53	0.71	4.27
-270 +325	-53 +44	0.47	3.56
-325	-44	3.09	3.09
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	3682		

Imagen 1: Resultados del análisis granulométrico

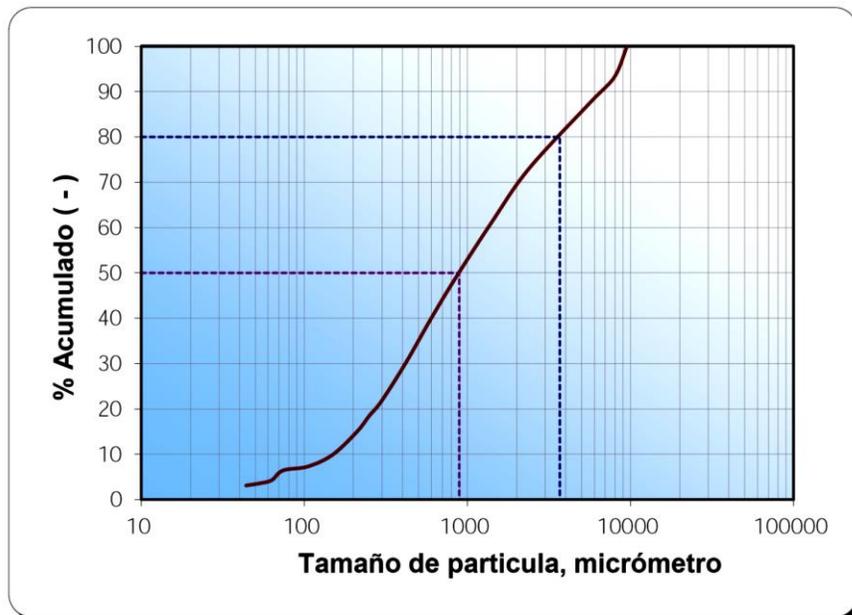


Imagen 2: Grafica representativa de la granulometría de la localidad.

Por lo que se observa en la granulometría la arena es muy fina ya que se tiene que el tamaño de la partícula se encuentra principalmente entre los 1000 y los 10000 micrómetros.



Fotografía 97: Banco abandonado de La Concepción



Fotografía 98: Detalle de los horizontes que presenta el banco

Mina Reynoso (IDS – 02)

Se encuentra a 70° al NW y a 1.8 km de la cabecera municipal de Pilcaya. Partiendo de la cabecera municipal de Pilcaya se toma la salida a la carretera principal rumbo a San Alejo durante 4 km, al llegar al poblado la Concepción se desvía a la izquierda durante 2 km por camino de terracería hasta llegar al Banco Reynoso.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 600 metros de largo, 200 metros de ancho y 14 metros de altura con un potencial de 1,680,000 m³ en una superficie de 15 hectáreas (fotografía 99) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El dueño es el Ing. Iván A. Reynoso Díaz aunque ya se trata de una empresa desde el año 2000 llamada Halimage S. A. de C.V. ya que hace 40 años se trabajaba como persona física, cuenta con maquinaria y una criba vibratoria y otra de chorradero en las oficinas que se encuentran en la casa de materiales, en la mina cuenta con más maquinaria para la extracción, la cual está dividida en cuatro zonas donde se deposita todo lo explotado del banco, el material que vende la mina se trata de granzón de 1.5 cm de diámetro a 1.0 cm, arena azul (Fotografía 100), grava de ¼ a 1 de diámetro y tepojal traído de Calimaña. Tiene una venta de 4,000 m³ de arena, 2,000 m³ de grava, y 500 m³ de granzón al mes.

El banco no paso la prueba de los ángeles. Se obtuvo una muestra representativa para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 3 e imagen 4) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
-3 1/2 + 4	-5657 +4757	5.67	100.00
-4 + 10	-4757 +2000	24.95	94.33
-10 + 14	-2000 +1414	12.84	69.38
-14 + 20	-1414 +841	7.02	56.54
-20 + 30	-841 +595	7.42	49.52
-30 + 40	-595 +420	6.92	42.10
-40 +50	-420 +297	7.34	35.18
-50 +60	-297 +250	3.76	27.84
-60 +70	-250 +210	2.58	24.08
-70 +100	-210 +149	5.04	21.50
-100 + 140	-149 +105	4.22	16.46
-140 +200	-105 +74	3.17	12.24
-200 +230	-74 +63	0.88	9.07
-230 +270	-63 +53	1.19	8.19
-270 +325	-53 +44	1.07	7.00
-325	-44	5.93	5.93
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	2999		

Imagen 3: Resultados del análisis granulométrico

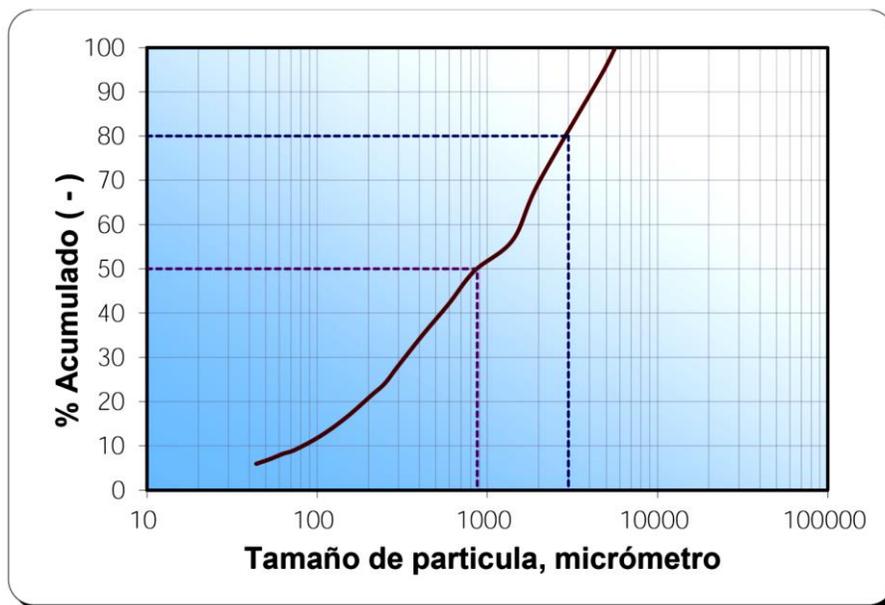


Imagen 4: Grafica representativa de la granulometría de la localidad.

Por lo que se observa en la granulometría la arena es un poco menos fina que en el banco de la Concepción debido a que muestra una curva más elevada que no llega a los 10,000 micrómetros.



Fotografía 99: Mina Reynoso donde se puede observar los horizontes que presenta junto con la maquinaria.



Fotografía 100: Lugar donde se deposita la arena azul del banco

Los Amates (IDS – 03)

Se encuentra a 3.1 km y 28° al SW de la cabecera municipal de Tonatico. Partiendo de la cabecera municipal de Tonatico se toma la carretera pavimentada rumbo a San Jose de los Amates por 4.5 km y se continua por camino de terracería por 250 metros hasta llegar al banco.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 270 metros de largo, 150 metros de ancho y 10 metros de altura con un potencial de 405,000 m³ en una superficie de 4 hectáreas (fotografía 101) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca. El dueño es Fernando Pedroza Díaz aunque es un grupo minero él es el representante de la mina, la cual presenta varios horizontes de arcillas las cuales no se explotan y causan varias perdidas al banco (Fotografía 102), cuenta con una criba de 50 a 150 m³ de capacidad la cual produce 75 m³ al día, la arena se usó para la pavimentación de la carretera de San Jose de los Amates a Tonatico ya que gano la concesión, es también uno de los bancos principales de la zona.

Se obtuvieron dos muestras representativas del banco para conocer la cantidad de silicoaluminatos que presentaba la arena (IDS – 03) y una evaluación de arcillas (IDS – 03A) en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

CLAVE	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Fe ₂ O ₃ %	K ₂ O %	MgO %	Na ₂ O %	PXC %	SiO ₂ %		
IDS – 03	16.21	4.56	5	2	2.7	3.9	1.47	62.9		
CLAVE	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	CaCO ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	PXC (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃ (%)
IDS – 03A	18.57	3.24	5.77	5.90	1.00	1.12	2	9.01	57.91	3.15

Respecto a la arcilla se tiene que es un común de mediana plasticidad, contiene cuarzo, feldespato, hornblenda y hematita, presenta bajo contenido de alúmina 18.57%; el color de cocción a 1100°C es amarillo rojizo por su alto contenido en oxido de fierro. La textura es porosa a esta temperatura ya que la absorción de agua es mayor del 10% y la contracción lineal de 3.34%.

El contenido de Feldspato y hematita que actúan como fundente disminuyen la temperatura de fusión por los que se tienen conos pirométricos de 01. Esta arcilla puede utilizarse para fabricar ladrillos, baldosas, tubos de drenaje, tejas y todos los productos de cerámica roja.



Fotografía 101: Mina Los Amates donde se aprecia la arcilla que presenta.



Fotografía 102: Detalle de los horizontes que presenta la mina.

Mina Ávila (IDS – 04)

Se encuentra a 37° al NW y a 4.1 km de la cabecera municipal de Pilcaya. Partiendo de la cabecera municipal de Pilcaya se toma la carretera principal rumbo a San Alejo por 4.1 y el banco se encuentra a orillas de carretera.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 450 metros de largo, 230 metros de ancho y 17 metros de altura con un potencial de 1,759,500 m³ en una superficie de 11 hectáreas (fotografía 103) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El dueño es Enrique Ávila Navarrete, la mina cuenta con criba de gravedad, criba vibratoria, criba trifásica junto con un tractor, un camión y una quebradora para la explotación del material, cuenta con un horizonte muy pequeño de arcillas (Fotografía 104), aunque el dueño se negó a dar más información respecto a su venta y material explotado por motivos de seguridad. El material así como en la mina Reynoso se junta en varias zonas de la mina para cargar los camiones más fácilmente.

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 5 e imagen 6) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
-3 1/2 + 4	-5657 +4757	1.55	100.00
-4 + 10	-4757 +2000	20.39	98.45
-10 + 14	-2000 +1414	9.67	78.06
-14 + 20	-1414 +841	11.76	68.39
-20 + 30	-841 +595	7.13	56.63
-30 + 40	-595 +420	8.07	49.50
-40 +50	-420 +297	8.24	41.43
-50 +60	-297 +250	3.51	33.19
-60 +70	-250 +210	4.45	29.68
-70 +100	-210 +149	6.91	25.23
-100 + 140	-149 +105	3.61	18.32
-140 +200	-105 +74	0.87	14.71
-200 +230	-74 +63	4.64	13.84
-230 +270	-63 +53	1.48	9.20
-270 +325	-53 +44	0.82	7.72
-325	-44	6.90	6.90
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	2218		

Imagen 5: Resultados del análisis granulométrico

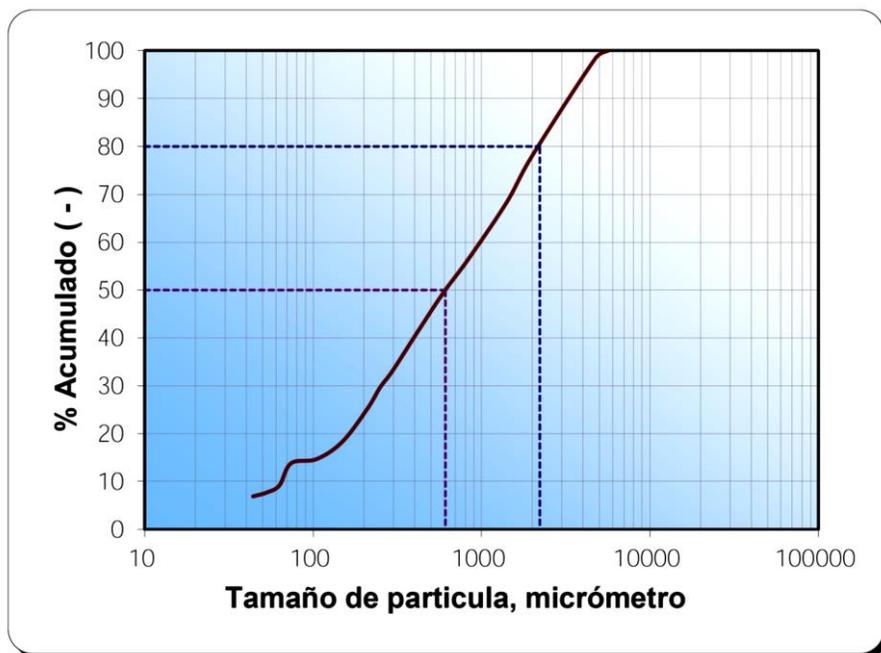


Imagen 6: Grafica representativa de la granulometría de la localidad.

Por lo que se observa en la granulometría la arena es parecida a la de la mina Reynoso aunque presenta más material en los tamaños de 100 micrómetros.



Fotografía 103: Mina Ávila donde se aprecia la maquinaria que tiene.



Fotografía 104: Detalle de los horizontes que presenta la mina.

La Arena (IDS – 10)

Se encuentra a 2.3 km en dirección S65°W de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal. A partir de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal se toma la carretera principal hacia Tecomantepec por 3 km y se desvía a la derecha por 600 metros hasta llegar a una subestación eléctrica se gira a la izquierda y se continua por 200 metros hasta llegar al banco.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 100 metros de largo, 40 metros de ancho y 3 metros de altura con un potencial de 12,000 m³ en una superficie de 0.4 hectáreas (fotografía 105) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco es ejidal y cualquiera del poblado de Tecomantepec puede explotarlo, presenta tres horizontes bien marcados de arcillas de alrededor de un metro, conglomerados de 40 cm y por ultimo de arena (Fotografía 106) aunque la explotación es general ya que llega la máquina y raspa toda la pared y no hay separación de gravas, arenas, ni arcillas, el banco es más arcilloso que arenoso, se encuentra casi a un costado de un planta de electricidad y una barranca por lo que el banco no tiene muchas posibilidades de expansión.

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 7 e imagen 8) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
-10 + 14	-2000 +1414	17.63	100.00
-14 + 20	-1414 +841	4.35	82.37
-20 + 30	-841 +595	3.54	78.02
-30 + 40	-595 +420	3.87	74.48
-40 +50	-420 +297	4.91	70.61
-50 +60	-297 +250	2.93	65.70
-60 +70	-250 +210	2.43	62.77
-70 +100	-210 +149	5.77	60.34
-100 + 140	-149 +105	6.21	54.57
-140 +200	-105 +74	8.51	48.36
-200 +230	-74 +63	1.73	39.85
-230 +270	-63 +53	3.91	38.12
-270 +325	-53 +44	4.01	34.21
-325	-44	30.20	30.20
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	1069		

Imagen 7: Resultados del análisis granulométrico

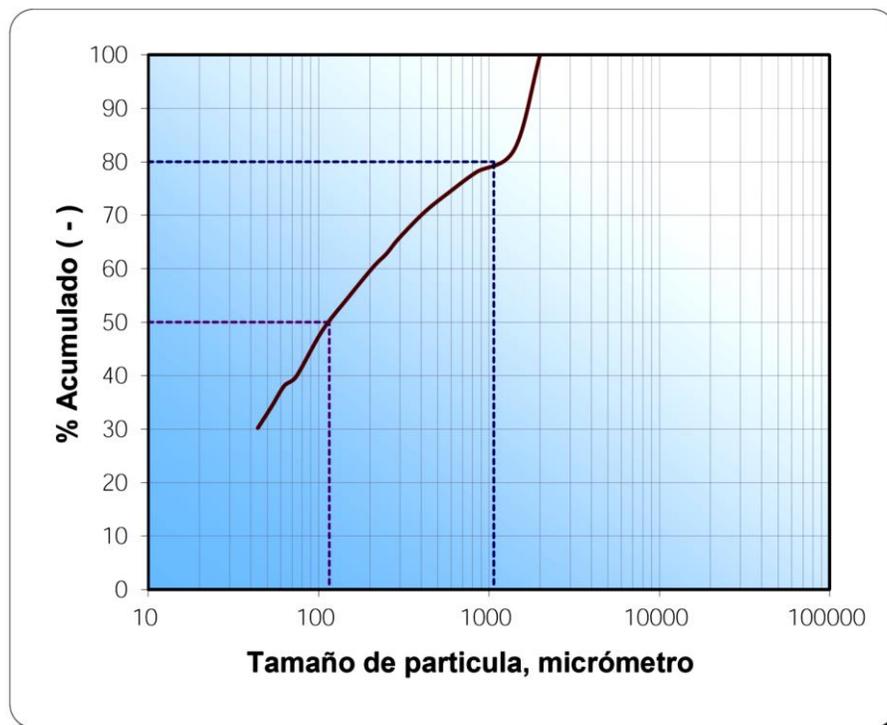


Imagen 8: Resultados del análisis granulométrico

Por lo que se observa en la granulometría la arena es más gruesa que los bancos de arena de Pilcaya ya que el tamaño de la partícula este entre 100 y 1000 micrómetros.



Fotografía 105: Vista del banco de arena del poblado de Tecomantepec



Fotografía 106: Detalle de los horizontes que se presentan en el banco.

Cochisquila (IDS – 13)

Se encuentra a 1.9 km al S49°E de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas. Partiendo de la cabecera municipal se toma el camino viejo a Cochisquila durante 3.6 km hasta llegar al banco.

En esta zona se tiene dos bancos de arena separados unos metros. El primer banco de coordenadas UTM NAD27 14 Q 420549 2091316, es de arena y grava de dimensiones de 150 metros de largo, 100 metros de ancho y 20 metros de altura con un potencial de 300,000 m³ en una superficie de 1.5 hectáreas (fotografía 107) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco se utilizó principalmente para para pavimentar la carretera de Coatepec de Harinas a Cochisquila aunque cerro principalmente a que el delegado en su tiempo lo uso para la pavimentación de su propio rancho sin usarlo en la carretera por lo que los dueños decidieron cerrarlo, pertenece a toda una familia y se han dividido el terreno el principal dueño es Miguel Ayala Lagunas. El segundo banco también de arena y grava se encuentra a 646 metros del primero dirección 68° al NE, de dimensiones de 100 metros de largo, 50 metros de ancho y 20 metros de altura con un potencial de 100,000 m³ en una superficie de 0.5 hectáreas (fotografía 108) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco se encuentra a pie del camino hacia Cuentla en las coordenadas UTM NAD27 14 Q 421150 2091552, pertenece a Filogonio Velasco, se extrae de forma esporádica cada que la gente de Cochisquila necesita arena aunque se le ha dado mucha altura a este banco sin precaución ya que existe el riesgo de derrumbe.

Se obtuvo una muestra representativa de cada banco para un análisis granulométrico en húmedo de nomenclatura IDS – 13 (Imagen 9, imagen 10) e IDS – 13A (Imagen 11, imagen 12) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
3/8" + 5/16"	-9525 +7938	14.08	100.00
5/16" + 3 1/2	-7938 +5657	5.09	85.92
-3 1/2 + 8	-5657 +2378	13.75	80.83
-8 + 14	-2378 +1414	8.54	67.08
-14 + 20	-1414 +841	9.34	58.54
-20 + 30	-841 +595	5.76	49.20
-30 + 40	-595 +420	5.1	43.44
-40 +50	-420 +297	5.38	38.34
-50 +60	-297 +250	3.23	32.96
-60 +70	-250 +210	2.14	29.73
-70 +100	-210 +149	5.01	27.59
-100 + 140	-149 +105	4.76	22.58
-140 +200	-105 +74	4.06	17.82
-200 +230	-74 +63	1.3	13.76
-230 +270	-63 +53	1.6	12.46
-270 +325	-53 +44	1.59	10.86
-325	-44	9.27	9.27
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	5391		

Imagen 9: Resultados del análisis granulométrico

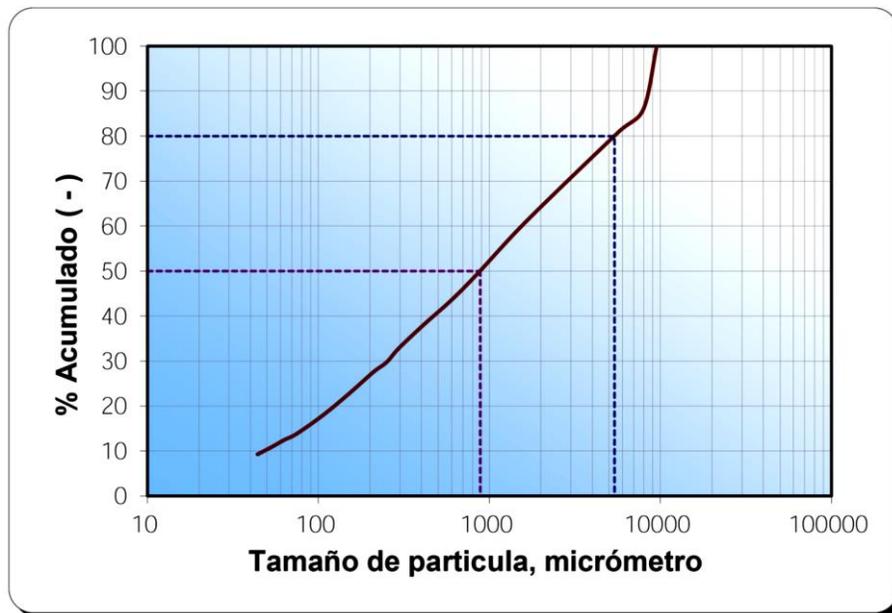


Imagen 10: Grafica resultante del análisis granulométrico

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
3/8" + 5/16"	-9525 +7938	11.45	100.00
5/16" + 3 1/2	-7938 +5657	4.92	88.55
-3 1/2 + 8	-5657 +2378	13.89	83.63
-8 + 14	-2378 +1414	9.74	69.74
-14 + 20	-1414 +841	8.54	60.00
-20 + 30	-841 +595	5.26	51.46
-30 + 40	-595 +420	6.02	46.20
-40 +50	-420 +297	5.74	40.18
-50 +60	-297 +250	2.61	34.44
-60 +70	-250 +210	3.19	31.83
-70 +100	-210 +149	5.42	28.64
-100 + 140	-149 +105	3.41	23.22
-140 +200	-105 +74	1.14	19.81
-200 +230	-74 +63	5.12	18.67
-230 +270	-63 +53	1.53	13.55
-270 +325	-53 +44	1.49	12.02
-325	-44	10.53	10.53
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	4577		

Imagen 11: Resultados del análisis granulométrico

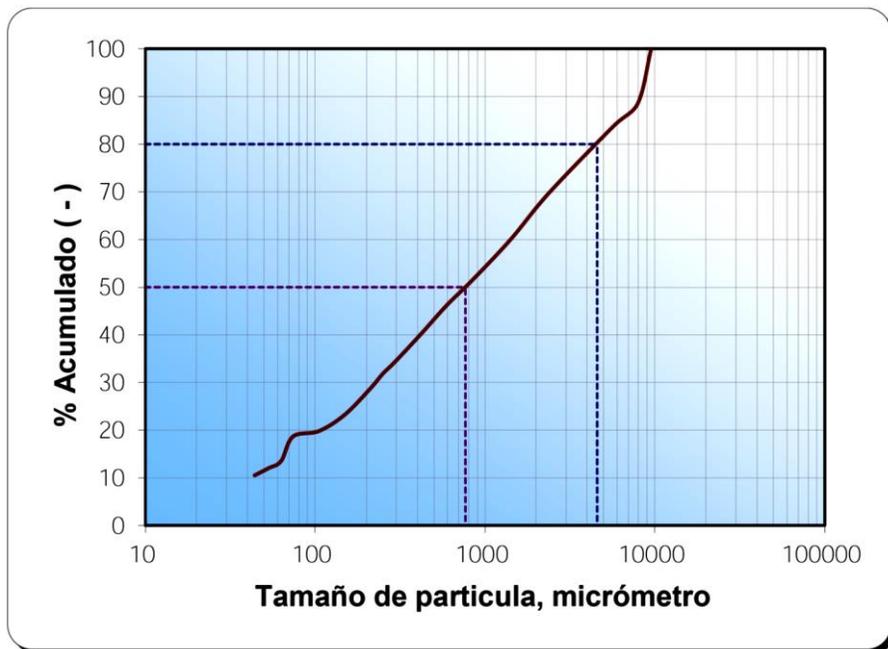


Imagen 12: Grafica resultante del análisis granulométrico

De los dos graficas podemos observar que el banco número IDS -13A actualmente con explotación esporádica muestra que su arena es más fina que el de la localidad IDS – 13.



Fotografía 107: Vista del banco abandonado donde se puede observar el potencial aun con el que cuenta el banco



Fotografía 108: Banco a pie de carretera donde se puede observar la explotación mal planeada del banco.

San Fernando (IDS – 18)

Se encuentra a 2.7 km al N12°E de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas con coordenadas UTM NAD27 14Q 419685 2095205. El Acceso es partiendo de la cabecera municipal se toma el camino principal hacia San Fernando por 4 km hasta llegar al arroyo y aun costado se encuentra el banco.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 250 metros de largo, 100 metros de ancho y 20 metros de altura con un potencial de 500,000 m³ en una superficie de 0.4 hectáreas (fotografía 109) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco es ejidal y cualquiera del poblado de San Fernando puede explotarlo con permiso del delegado, está dividido en dos por la carretera que pasa por ahí y no se cuenta con ningún tipo de maquinaria únicamente cuando se necesita arreglar el camino de San Fernando a Coatepec de Harinas pasa la maquina a sacar arena. La arena es color oscuro principalmente presenta algo de grava (Fotografía 110)

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 13 e imagen 14) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
3/8" + 5/16"	-9525 +7938	7.24	100.00
5/16" + 3 1/2	-7938 +5657	4.96	92.76
-3 1/2 + 8	-5657 +2378	13.23	87.80
-8 + 14	-2378 +1414	10.26	74.57
-14 + 20	-1414 +841	9.1	64.31
-20 + 30	-841 +595	6.5	55.21
-30 + 40	-595 +420	8.3	48.71
-40 +50	-420 +297	8.72	40.41
-50 +60	-297 +250	4.03	31.69
-60 +70	-250 +210	4.46	27.66
-70 +100	-210 +149	7.86	23.20
-100 + 140	-149 +105	4.33	15.34
-140 +200	-105 +74	4.49	11.01
-200 +230	-74 +63	2.47	6.52
-230 +270	-63 +53	0.80	4.05
-270 +325	-53 +44	0.68	3.25
-325	-44	2.57	2.57
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	3452		

Imagen 13: Resultados del análisis granulométrico

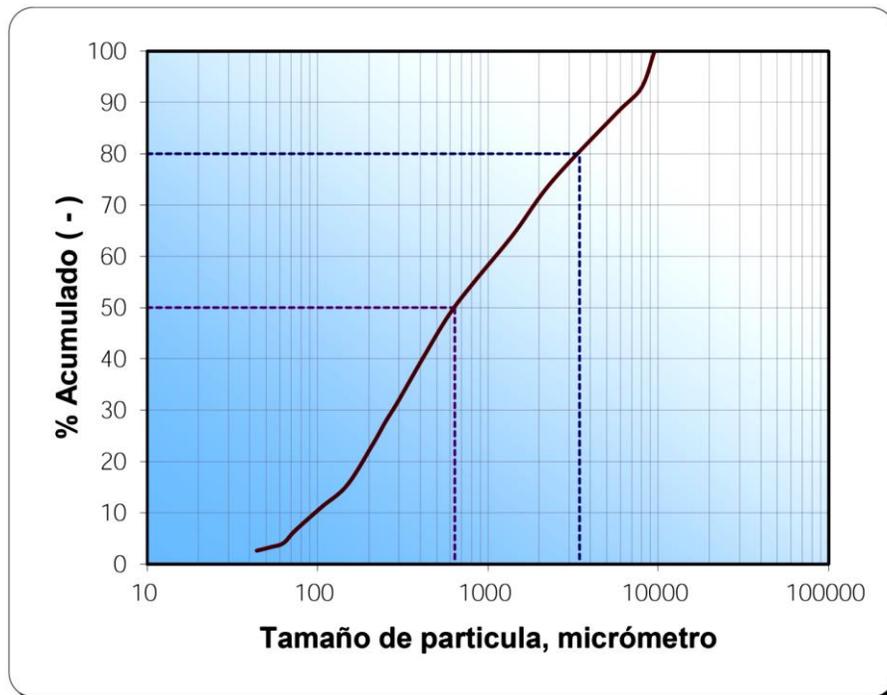


Imagen 14: Grafica resultante del análisis granulométrico

Por la gráfica se puede observar que se trata de arena gruesa muy poca es arena fina aunque un poco de la misma llego a los 10,000 micrómetros por lo que el banco con una cribadora podría tener potencial para arena fina y granzón.



Fotografía 109: Banco del lado derecho donde se puede observar las dimensiones del mismo junto con el color de la arena



Fotografía 110: Banco del lado izquierda donde se observa que el banco todavía tiene mucho potencial.

Colonia Guadalupe (IDS – 19)

Se encuentra a 5.9 km al S10°E de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas con coordenadas UTM NAD27 14Q 420083 2086758. El Acceso es partiendo de la cabecera municipal se toma la carretera principal hacia la colonia Guadalupe por 5.9 km se gira a la derecha y se toma el camino de terracería por 700 metros se gira a la izquierda por 1.0 km hasta el banco.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 250 metros de largo, 200 metros de ancho y 20 metros de altura con un potencial de 1,000,000 m³ en una superficie de 5 hectáreas (fotografía 111) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco pertenece al ayuntamiento de Coatepec de Harinas y se usó principalmente para revestir las carreteras circundantes de la zona actualmente se encuentra abandonado aunque el banco ya no es posible su extensión aun con buena planeación se puede explotar por niveles ya que se encuentra en una barranca con buena altura, el banco presenta muchos guijarros (Fotografía 112) en toda el área por lo que la arena es difícil de obtener sin cierta maquinaria sobre todo cribas.

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 15 e imagen 16) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
3/8" + 5/16"	-9525 +7938	13.08	100.00
5/16" + 3 1/2	-7938 +5657	7.12	86.92
-3 1/2 + 8	-5657 +2378	14.98	79.80
-8 + 14	-2378 +1414	10.27	64.82
-14 + 20	-1414 +841	9.01	54.55
-20 + 30	-841 +595	6.26	45.54
-30 + 40	-595 +420	5.82	39.28
-40 +50	-420 +297	5.80	33.46
-50 +60	-297 +250	3.13	27.66
-60 +70	-250 +210	2.27	24.53
-70 +100	-210 +149	5.40	22.26
-100 + 140	-149 +105	3.07	16.86
-140 +200	-105 +74	2.80	13.79
-200 +230	-74 +63	1.37	10.99
-230 +270	-63 +53	1.24	9.62
-270 +325	-53 +44	0.58	8.38
-325	-44	7.80	7.80
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	5691		

Imagen 15: Resultados del análisis granulométrico

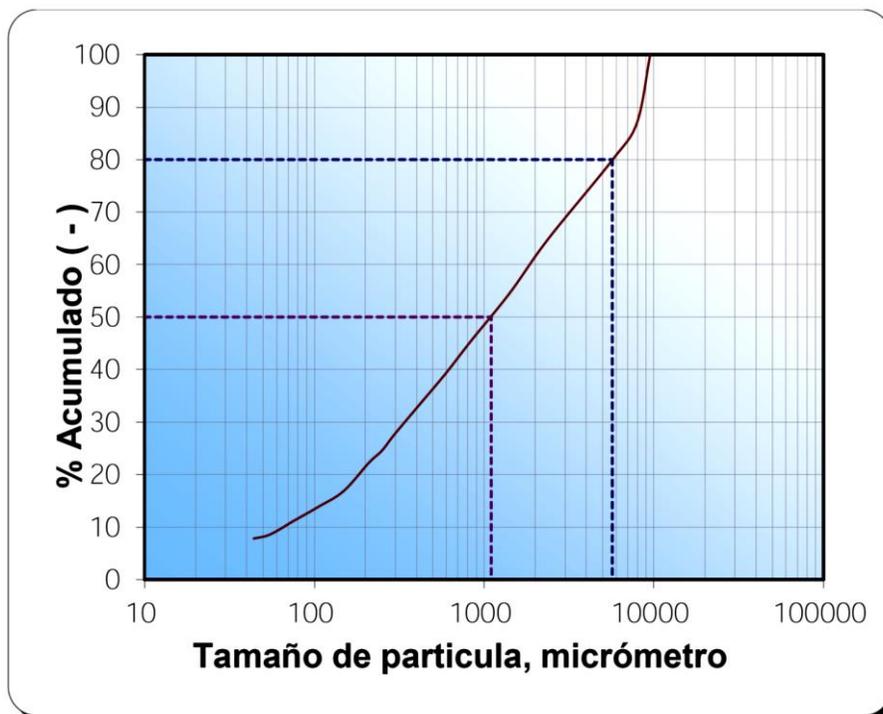


Imagen 16: Grafica resultante del análisis granulométrico

De la gráfica se observa que presenta más porcentaje de arena en los tamaños de partícula de 1,000 micrómetros aunque con una buena criba se podría obtener la arena fina que se observa que puede llegar a tener.



Fotografía 111: Banco del ayuntamiento utilizado para las carreteras de la zona.



Fotografía 112: Detalle de los clastos que presenta el banco

San Luis (IDS – 20)

Se encuentra a 5 km al S14°E de la cabecera municipal de Coatepec de Harinas de coordenadas UTM NAD27 14Q 420283 2087776. El Acceso es partiendo de la cabecera municipal se toma la carretera principal hacia San Alejo por 5.8 km hasta llegar al banco.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 300 metros de largo, 350 metros de ancho y 20 metros de altura con un potencial de 2'100,000 m³ en una superficie de 5 hectáreas (fotografía 113) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco es propiedad privada con dos dueños donde la una de las mitades pertenece a Eustaquio y otra a Don Polo aunque su parte se encuentra inundada, los apellidos se los reservaron, prácticamente ya no es posible expandirse ya que tiene casas a los lados y la carretera al otro, la arena es principalmente gruesa con guijarros en todo el horizonte de arena presenta un abandono de más de diez años y todavía no hay nada concreto pero al parecer hay planes de convertirlo en parque recreativo por parte del ayuntamiento.

A unos 600 metros dirección 76° NE se tiene otro banco (14Q 420888 2087927) de arena que el municipio utilizó para el revestimiento de la carretera que va hacia la Universidad de dimensiones de 100 metros de largo, 50 metros de ancho y 10 metros de altura con un potencial de 50,000 m³ en una superficie de 0.5 hectáreas (Fotografía 114).

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 17 e imagen 18) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
3/8" + 5/16"	-9525 +7938	11.42	100.00
5/16" + 3 1/2	-7938 +5657	5.90	88.58
-3 1/2 + 8	-5657 +2378	16.02	82.68
-8 + 14	-2378 +1414	11.52	66.66
-14 + 20	-1414 +841	10.03	55.14
-20 + 30	-841 +595	6.67	45.11
-30 + 40	-595 +420	7.13	38.44
-40 +50	-420 +297	6.73	31.31
-50 +60	-297 +250	3.16	24.58
-60 +70	-250 +210	3.59	21.42
-70 +100	-210 +149	4.65	17.83
-100 + 140	-149 +105	4.08	13.18
-140 +200	-105 +74	2.47	9.10
-200 +230	-74 +63	0.83	6.63
-230 +270	-63 +53	0.78	5.80
-270 +325	-53 +44	0.71	5.02
-325	-44	4.31	4.31
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	4954		

Imagen 17: Resultados del análisis granulométrico

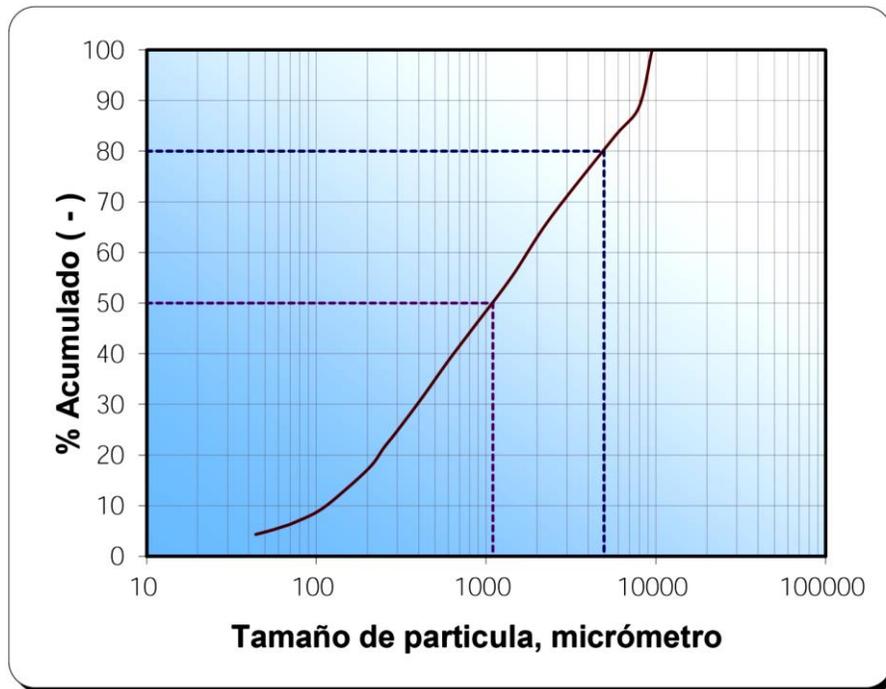


Imagen 18: Gráfica resultante del análisis granulométrico

Del análisis granulométrico se puede observar junto con la gráfica que se trata de arena gruesa y muy poca de arena fina por lo que el banco necesitaría de una criba para separar la arena del granzón.



Fotografía 113: Banco San Luis donde se puede ver el tamaño del banco junto con la parte inundada al fondo.



Fotografía 114: Banco a 600 metros de la localidad San Luis utilizado para la carretera de la Universidad.

Tepehuaje (IDS – 38)

Se localiza a 11.9 km en línea recta de la cabecera municipal de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras en dirección S32°E con coordenadas UTM NAD27 14Q 404559 2075185. El acceso es por la carretera principal hacia Mextepec hasta llegar a la entrada de terracería dirección a Manial de Guadalupe de Abajo y seguir por 0.26 km hasta llegar al banco.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 450 metros de largo, 150 metros de ancho y 20 metros de altura con un potencial de 1,350,000 m³ en una superficie de 7 hectáreas (fotografía 115) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco pertenece a Rodolfo Gómez quien tiene prometido por parte de la presidencia el apoyo para la compra de maquinaria y uso de la arena para el revestimiento de caminos ya que se usó para la carretera de Mextepec a Potzontepec, el banco presenta mucho potencial debido a su poca explotación aunque presenta más grava que arena por lo que necesita la maquinaria para poder hacer crecer el banco (Fotografía 116).

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 19 e imagen 20) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
3/8" + 5/16"	-9525 +7938	25.97	100.00
5/16" + 3 1/2	-7938 +5657	11.92	74.03
-3 1/2 + 8	-5657 +2378	17.36	62.11
-8 + 14	-2378 +1414	8.13	44.75
-14 + 20	-1414 +841	10.08	36.62
-20 + 30	-841 +595	4.65	26.54
-30 + 40	-595 +420	4.59	21.89
-40 +50	-420 +297	3.83	17.30
-50 +60	-297 +250	1.72	13.47
-60 +70	-250 +210	2.08	11.75
-70 +100	-210 +149	2.65	9.67
-100 + 140	-149 +105	2.57	7.02
-140 +200	-105 +74	1.76	4.45
-200 +230	-74 +63	0.51	2.69
-230 +270	-63 +53	0.40	2.18
-270 +325	-53 +44	0.39	1.78
-325	-44	1.39	1.39
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	8500		

Imagen 19: Resultados del análisis granulométrico

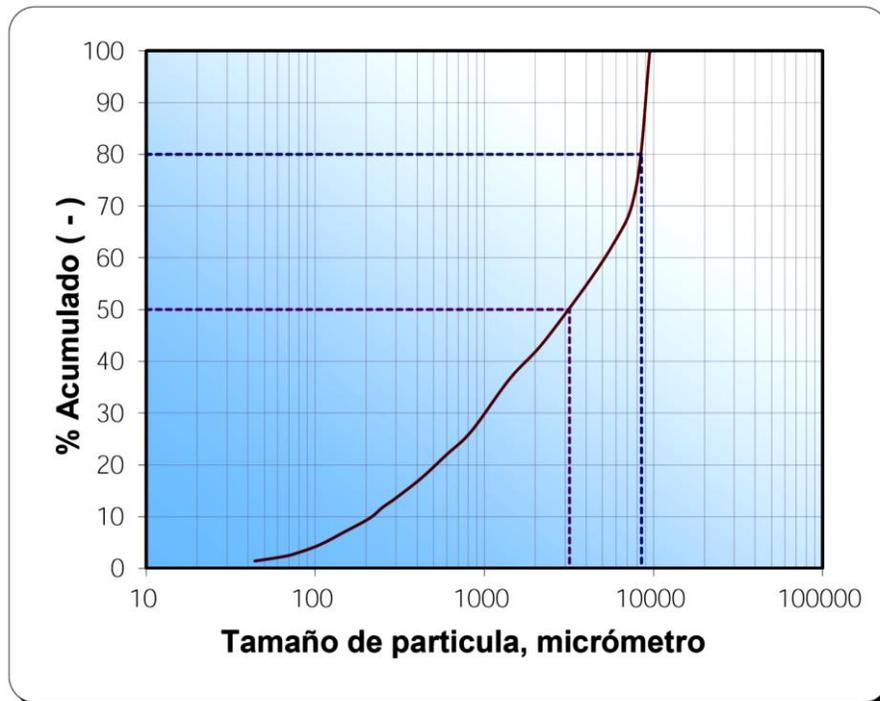


Imagen 20: Gráfica resultante del análisis granulométrico

Del análisis granulométrico y de la gráfica se observa que principalmente se tiene grava y arena gruesa y muy poca arena fina prácticamente el tamaño de la partícula se encuentra entre los 100 y los 1,000 micrómetros.



Fotografía 115: Banco Tepehuaje donde se observa la poca explotación que ha sufrido el banco.



Fotografía 116: Detalle del tamaño de la partícula que se puede obtener donde se observa más grava que arena.

Exhacienda Los Reyes (IDS – 40)

Se localiza A 3.3 km en línea recta de la cabecera municipal de Sultepec en dirección S51°E con coordenadas UTM NAD27 14Q 400948 2083324. El acceso es por la carretera principal hacia Diego Sánchez por 4 km hasta la entrada del banco seguir por terracería por 2.7 km hasta llegar al banco.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 400 metros de largo, 150 metros de ancho y 4 metros de altura con un potencial de 240,000 m³ en una superficie de 6 hectáreas (fotografía 117) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco pertenece a Marcial Arellano quien está construyendo un parque temático en la zona por lo que el futuro de esta localidad se ve incierto aunque también se encuentra en litigio con los dueños de los terrenos que tiene a un lado ya que los reclama como suyos debido a la limpieza de sus tierras también presenta roca dimensionable que vende a pie de carretera (Fotografía 118), la arena es gruesa de color verdoso.

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 21 e imagen 22) en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

FRACCIÓN (mallas)	ABERTURA (micrómetro)	PESO (%)	% ACUMULADO(-)
3/8" + 5/16"	-9525 +7938	6.79	100.00
5/16" + 3 1/2	-7938 +5657	3.23	93.21
-3 1/2 + 8	-5657 +2378	12.34	89.98
-8 + 14	-2378 +1414	12.04	77.64
-14 + 20	-1414 +841	19.68	65.60
-20 + 30	-841 +595	9.26	45.92
-30 + 40	-595 +420	7.20	36.66
-40 +50	-420 +297	6.06	29.46
-50 +60	-297 +250	1.87	23.40
-60 +70	-250 +210	2.46	21.53
-70 +100	-210 +149	2.80	19.07
-100 + 140	-149 +105	2.67	16.27
-140 +200	-105 +74	2.53	13.60
-200 +230	-74 +63	0.87	11.07
-230 +270	-63 +53	1.05	10.20
-270 +325	-53 +44	1.32	9.15
-325	-44	7.83	7.83
TOTAL			
Tamaño al 80% (micrones)	2835		

Imagen 21: Resultados del análisis granulométrico

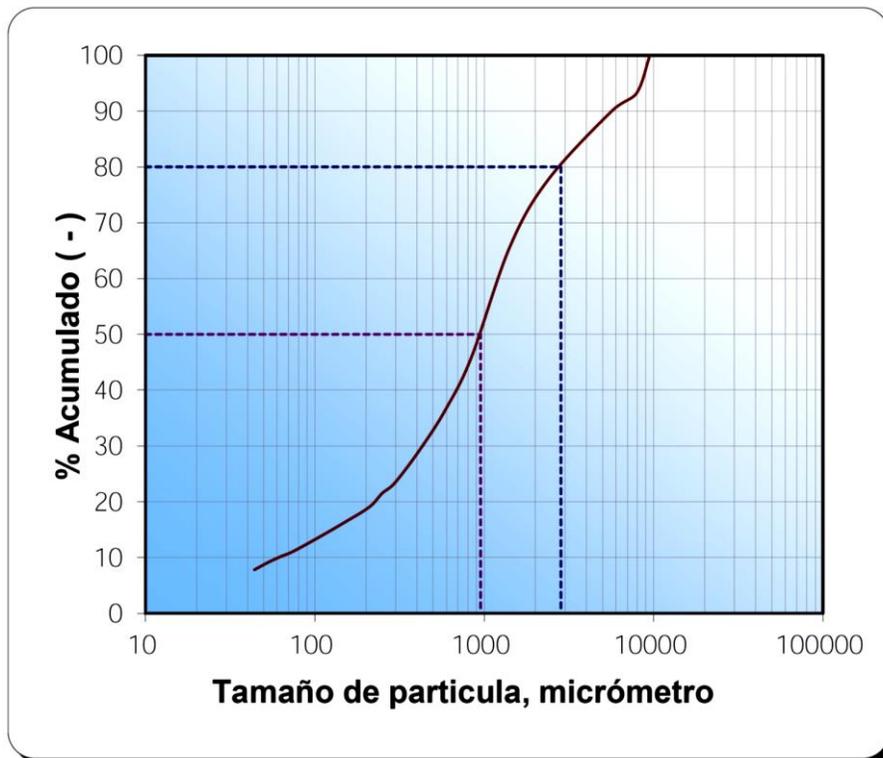


Imagen 22: Gráfica resultante del análisis granulométrico

Del análisis granulométrico se puede ver que la arena es su mayor proporción es arena gruesa y muy poca de arena fina aunque esta llega a los 10,000 micrómetros pero en menor proporción.



Fotografía 117: Vista de la arena explotada en la Exhacienda Los Reyes.



Fotografía 118: Roca dimensionable que se encuentra en la zona y que se vende a pie de carretera.

El Molcajete (IDS – 51)

Se localiza a 993 m en línea recta de la cabecera municipal de Texcaltitlán en dirección S43°W de coordenadas UTM en NAD27 14Q 400469 2092492. El acceso es partiendo de la cabecera municipal se avanza por 600 para tomar la desviación a la derecha rumbo a Jesús del Monte por 2.3 km de terracería y luego caminar 40 metros hasta llegar al banco.

El banco es de tezontle negro de dimensiones de 180 metros de largo, 40 metros de ancho y 30 metros de altura con un potencial de 216,000 m³ en una superficie de 0.8 hectáreas (fotografía 119)

El banco pertenece al ayuntamiento, se encuentra abandonado desde hace más de 10 años, principalmente se usaba para las carreteras de la zona, el banco aún presenta potencial. No presenta ningún tipo de maquinaria solo una cribadora hecha con varillas (Fotografía 120).

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 23 e imagen 24) y difracción de rayos X (Imagen 25) para conocer si es posible utilizarla en mezclas asfálticas, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Producto Malla	Abertura (µm)	% Peso	% Acum. (+)	% Acum. (-)
-7/8" + 3/4	-22400 +19000	10.31	10.31	100.00
-3/4 +1/2	-19000 +12500	14.87	25.18	89.69
-1/2 +1/4	-12500 +6300	32.79	57.97	74.82
-1/4 +6	-6300 +3350	22.20	80.17	42.03
-6 +10	-3350 +2000	12.16	92.33	19.83
-10 +14	-2000 +1400	3.14	95.47	7.67
-14 +20	-1400 +850	2.08	97.55	4.53
-20	-850	2.45	100.00	2.45
Suma		100.00	T₈₀ = 14760 µm	

Imagen 23: Resultados del análisis granulométrico

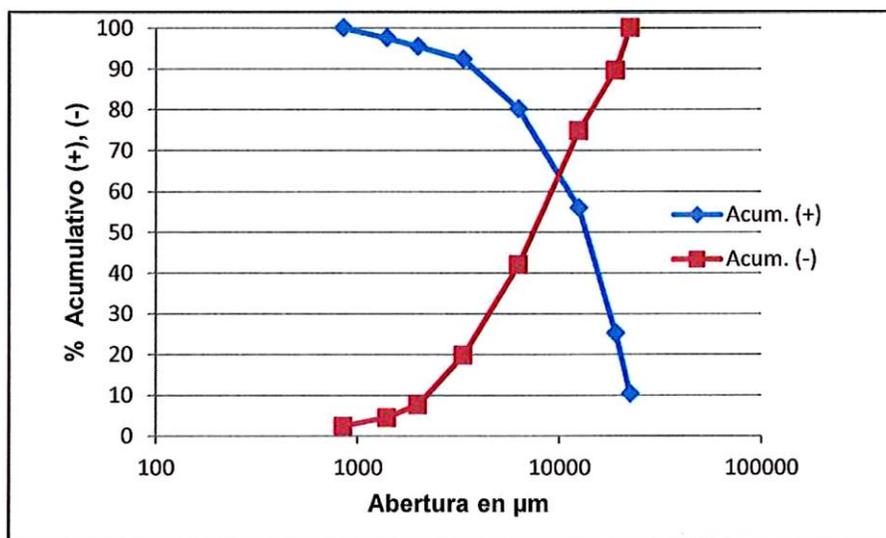


Imagen 24: Gráfica acumulativa positiva – negativa resultante del análisis granulométrico

Del análisis granulométrico se observa que el tamaño de la partícula está en los 1,000 micrómetros.

Muestra	Proporción / Especie			
	Mayor (Más del 25%)	Mediana (De 10 a 25%)	Menor (De 1 a 10%)	Escasa (De 0.1 a 1%)
IDS – 51	Oligoclasa ((Na, Ca)Al(AlSi)Si ₂ O ₈) Forsterita (Mg _{1.85} Fe _{0.15} SiO ₄) Composición Química	---- Composición Mineralógica	Maghemita (γ-Fe ₂ O ₃) Labradorita ((Ca, Na) (Si, Al) ₄ O ₈) Cuarzo (α-SiO ₂) Montmorillonita-Sódica (Na _{0.3} (Al, Mg) ₂ Si ₄ O ₁₁ OH ₂ .xH ₂ O) Clasificación	---- Tamaño de la partícula
Muestra	Proporción / Especie			
	Composición Química	Composición Mineralógica	Clasificación	Tamaño de la partícula
IDS – 51	Al ₂ O ₃ = 15.39% SiO ₂ = 64.18% Fe ₂ O ₃ = 4.61% CaO = 4.47% MgO = 2.61%	Oligoclasa ((Na, Ca)Al(Al Si)Si ₂ O ₈) Forsterita (Mg _{1.85} Fe _{0.15} SiO ₄)	Escoria de composición máfica	El 80% de las partículas se encuentran dentro de la fracción - ¾'' + ¼'', es decir a un tamaño de 14760 µm = T ₈₀ , (debajo de la malla 5/8'').

Imagen 25: Resultados de la difracción de rayos X

De los resultados de difracción de rayos X se tiene que la muestra reúne las características para ser utilizada como ingrediente para mezclas asfálticas.



Fotografía 119: Banco el Molcajete totalmente abandonado



Fotografía 120: Vista de la cribadora que se usaba en el banco en el suelo el tipo de material extraído.

Paulina (IDS – 57)

Se localiza a 7.3 km al S12°W de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal de coordenadas UTM en NAD27 14Q 427415 2076497. Se parte de la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal se toma la carretera principal hacia Pilcaya por 16km hasta la entrada a Santa Lucia pasando Coaxusco se gira a la derecha y se continua por 1.2 km y se camina 300m hasta el banco.

El banco es de arena y grava de dimensiones de 250 metros de largo, 100 metros de ancho y 3 metros de altura con un potencial de 75,000 m³ en una superficie de 2.5 hectáreas (fotografía 121) en lahares – piroclasto del Pleistoceno que principalmente se trata de la secuencia dacítica del Nevado de Toluca.

El banco pertenece a Rigoberto quien no pudo competir con los tres principales bancos de materiales de la zona aunque consiguió otro terreno para explotar en la zona de Toluca donde se encuentra actualmente, el banco se encuentra en una barranca por lo que todavía presenta potencial. La arena principalmente es gruesa se tiene piedras de alrededor de 30 cm de largo que se pueden utilizar para la grava o granzón. (fotografía 122)

Se obtuvo una muestra representativa del banco para un análisis granulométrico en húmedo (Imagen 26 e imagen 27) y difracción de rayos X (Imagen 28) para conocer si es posible utilizarla en mezclas asfálticas, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Producto Malla	Abertura (µm)	% Peso	% Acum. (+)	% Acum (-)
-8 +10	2360 +2000	19.68	19.68	100.00
-10 +14	-2000 +1400	27.58	47.26	80.32
-14 +20	-1400 +850	12.97	60.23	52.74
-20 +40	-850 +425	15.12	75.35	39.77
-40 +60	-425 +250	9.03	84.38	24.65
-60 +80	-250 +180	3.25	87.63	15.62
-80 +100	-180 +150	1.97	89.60	12.37
-100	-150	10.40	100.00	10.40
Suma		100.00	T80 = 1993 µm	

Imagen 26: Resultados del análisis granulométrico

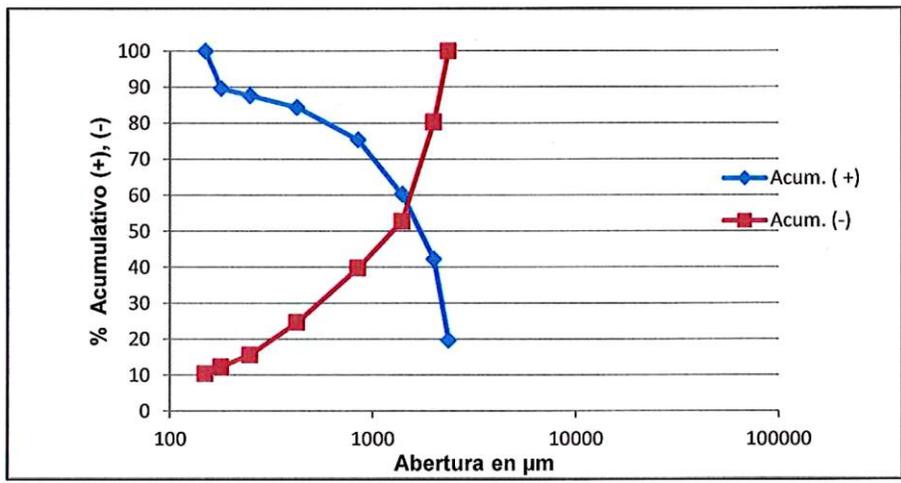


Imagen 27: Gráfica acumulativa positiva – negativa resultante del análisis granulométrico

Del análisis granulométrico se observa que el tamaño de la partícula está en los 100 micrómetros, por lo que se tiene arena muy gruesa junto con granzón.

Muestra	Proporción / Especie			
	Mayor (Más del 25%)	Mediana (De 10 a 25%)	Menor (De 1 a 10%)	Escasa (De 0.1 a 1%)
IDS – 51	Labradorita ((Ca, Na) (Si, Al)4O8) Oligoclasa ((Na, Ca)Al(AlSi)Si2O8)	----	Edenita ((Ca, Na) (Si, Al)4O8) Cuarzo (α -SiO2)	Magnetita (Fe3O4) Hematita (Fe2O3)
Muestra	Proporción / Especie			
	Composición Química	Composición Mineralógica	Clasificación	Tamaño de la partícula
IDS – 51	Al2O3 = 13.95% SiO2 = 54.92% Fe2O3 = 7.10% CaO = 6.93% MgO = 8.25%	Labradorita ((Ca, Na) (Si, Al)4O8) Oligoclasa ((Na, Ca)Al(AlSi)Si2O8)	Ceniza volcánica de composición intermedia.	El 80% de las partículas se encuentran dentro de la fracción -10 + 20 mallas, es decir a un tamaño de 1993 µm = T80, (debajo de la malla No. 10).

Imagen 28: Resultados de la difracción de rayos X

De los resultados de difracción de rayos X se tiene que la muestra reúne las características para ser utilizada como ingrediente para mezclas asfálticas.



Fotografía 121: Vista general del banco abandonado Paulina



Fotografía 122: Detalle de los horizontes que presenta el banco.

Texcaltitlán (IDS – 61)

Se localiza a 447 m al S de la cabecera municipal de Texcaltitlán con coordenadas UTM en NAD27 14Q 401187 2092771. Se parte de la cabecera municipal de Texcaltitlán hacia el estacionamiento del mercado ambulante por 700 metros y se camina por 180 metros hasta el banco.

El banco es de tezontle rojo de dimensiones de 100 metros de largo, 20 metros de ancho y 7 metros de altura con un potencial de 14,000 m³ en una superficie de 0.2 hectáreas (fotografía 123).

El banco pertenece al municipio, el banco se utiliza como basurero del estacionamiento que se usa los días de tianguis en el municipio de Texcaltitlán todavía hay material abandonado alrededor del banco, ya no presenta mucho potencial razón principal por la que se abandonó.



Fotografía 123: Banco de Texcaltitlán abandonado y casi convertido en basurero.

III.4. Minerales No Metálicos

La carta Ixtapan de la Sal cuenta con 8 localidades de minerales no metálicos (Tabla 4), 4 son de arcillas, 1 de barita 2 de cuarzo y 2 de bentonita, todos pertenecientes al Cuaternario. La arcilla se encuentra en la parte este y oeste de la carta, la barita y la bentonita en la parte sur y el cuarzo en la parte central. El banco activo de la carta trabaja todos los días en la alfarería, mientras que el de explotación esporádica cada que se requiere en Ixtapan de la Sal, los otros bancos están abandonados. El mercado de estos bancos es principalmente local.

Clave	Localidad	Municipio	X	Y	sustancia	Edo de operación	Potencial (m ³)
IDS-09	Tecomantepec	Ixtapan de la Sal	426473	2082467	Arcillas	Explotación esporádica	56,000
IDS-14	Cuentla	Coatepec de Harinas	421705	2091534	Arcillas	En Operación	73,500
IDS-16A	Plan de San Miguel I	Coatepec de Harinas	422479	2089339	Arcillas	Abandonado	54,000
IDS-42	San Marcos	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	407095	2074294	Barita	Abandonado	100
IDS-42A	San Marcos I	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	407114	2074266	Montmori llonita	Abandonado	400
IDS-53	El Boliche	Zacualpan	413451	2080150	Cuarzo	Abandonado	1,800,000
IDS-54	El Salto	Zacualpan	411905	2076299	Montmori llonita	Prospecto	70,000
IDS-60	Huayatenco	Texcaltitlán	397461	2088915	Arcillas	Abandonado	14,000

Tabla 4. Localidades inventariadas de minerales no metálicos de la carta Ixtapan de la Sal, Estado de México.

Tecomantepec (IDS – 09).

Se localiza a 2.7 km en línea recta de la Cabecera Municipal de Ixtapan de la Sal en dirección S65°W, con coordenadas 14Q 426473 2082467. El acceso es a partir de la Cabecera Municipal es por la carretera principal hacia Tecomantepec por 3.5 km y se desvía a la derecha por 250 metros hasta llegar al banco.

El banco constituido de arcilla (Fotografía 124), presenta varios horizontes, el de arcilla presenta dimensiones de un metro y medio de espesor, en la parte baja de los horizontes se tiene barro negro que se usa poco para la alfarería (Fotografía 125). El banco se encuentra abandonado, debido a que se encuentra cerca del cableado eléctrico, terrenos privados y el nivel freático, está a nivel de superficie por lo que se encuentra inundado, se ha intentado secarlo pero sin éxito. El afloramiento presenta dimensiones de 100 metros de longitud, 70 metros de ancho y 8 metros de espesor con un volumen estimado de 56,000 m³, en un área de una hectárea.

La arcilla se usa principalmente en las aguas termales de Ixtapan de la Sal, para que la gente se la aplique en el cuerpo, también la usan en las artesanías de la región, junto con el barro negro y ladrillos de adobe los cuales son hechos con moldes de yeso. De este banco se obtuvo una muestra representativa para un análisis de arcillas. De las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	PXC (%)	SiO ₂ (%)
IDS – 09	15.87	1.38	5.60	1.69	0.91	0.84	8.46	63.83

El laboratorio reporta que se clasifica como arcilla común de mediana plasticidad, contiene cuarzo, feldespato, hornblenda y hematita, presenta bajo contenido de alúmina 15.57%; el color de cocción a 1100°C es rojo claro por su alto contenido en óxido de hierro. La textura es porosa a esta temperatura, ya que la absorción de agua es mayor del 10% y la contracción lineal de 1.30%. El contenido de feldespato y hematita que actúan como fundente disminuyen la temperatura de fusión por los que se tienen conos pirométricos de 03.

Esta arcilla puede utilizarse para fabricar ladrillos, baldosas, tubos de drenaje, tejas y todos los productos de cerámica roja.



Fotografía 124: Banco Tecomantepec donde se aprecia la zona explotada actualmente junto con la parte inundada.



Fotografía 125: Detalle de los horizontes de arcilla que presenta el banco.

Cuentla (IDS – 14)

Se localiza a 2.8 km en línea recta de la Cabecera Municipal de Coatepec de Harinas en dirección S68°E, con coordenadas 14Q 421705 2091534. El acceso es a partir de la Cabecera Municipal, se toma el camino viejo a Cochisquila por 3.2 km hasta el centro de Cochisquila se gira a la derecha y se continua por 1.1 km hasta llegar al banco

El banco constituido de arcilla tiene un área de una hectárea, presenta dimensiones de 150 metros de largo, 70 metros de ancho y 7 metros de espesor, con un volumen estimado de 73,500 m³. Con posibilidades de incrementar el tamaño del mismo debido a que se encuentra a pie de cerro, el cual pertenece al Sr. José Vásquez Reyes.

El banco principalmente se dedica a la elaboración de tejas y ladrillos de diferentes tipos de calidad, los cuales se hacen en el mismo punto de donde se extrae la arcilla (Fotografía 126), cuenta con un pequeño horno. El millar de teja o de ladrillo se vende de \$3,000 a \$4,500 según el grueso del ladrillo o de la teja, generalmente se vende un camión cada 15 días.

De este banco se obtuvo una muestra representativa para un análisis de arcillas. De las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	PXC (%)	SiO ₂ (%)
IDS – 14	21.09	0.46	6.69	1.55	0.48	0.36	10.41	57.36

El laboratorio reporta que presenta una mediana plasticidad; está formada por cuarzo, cristobalita, caolinita, feldespato, mica y hematita. Las 3 primeras especies minerales proporcionan al material control de contracción en secado y quemado; el color rojo claro después de quemado a 1000°C se debe a la presencia de óxido de hierro, cuyo valor es de 6.69%, clasificándola como arcilla ferruginosa.

El contenido de Feldespato (Oligoclasa) hace que disminuya la temperatura de fusión, debido a que actúan como fundente (sirven también como desgrasante, disminuyendo la contracción al secado), por lo que se tiene un cono pirométrico Orton de 8 (1300.1°C) y la clasifica como arcilla intermedia (entre la arcilla común y la refractaria).

Por ser un material que cuece a baja temperatura (1000°C), la contracción lineal es mínima 0.94%, pero la absorción de agua es alta 22.40%, lo que indica que existe una baja cohesión entre las partículas. Por las características que presenta podría utilizarse en la fabricación de piezas de pavimento, codos para cañerías, tubos, mosaico y aisladores eléctricos. También pudiera emplearse como arcilla para gres (pasta para elaborar piezas cerámicas).



Fotografía 126: Detalle de la arcilla que se extrae para ladrillo y teja.

Plan de San Miguel (IDS – 16A)

Se localiza a 4.7 km en línea recta de la Cabecera Municipal de Coatepec de Harinas en dirección S42°E, con coordenadas 14Q 422513 2089445. El acceso es en dirección hacia el poblado de Porfirio Díaz durante 7 km, y se toma la desviación a Plan de Miguel por 3.8 km hasta llegar al poblado, se gira a la derecha y se continúa durante 0.4 km hasta llegar al prospecto.

El prospecto tiene una longitud de 90 metros, 60 metros de ancho y 10 metros de espesor, con un volumen estimado de 54,000 m³, en un área de 1 hectárea (Fotografía 127), la arcilla actualmente en el poblado del Plan de San Miguel la utilizan únicamente para el barreal y se encuentra a pie del camino.

De este banco se obtuvo una muestra representativa para un análisis de arcillas. De las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	PXC (%)	SiO ₂ (%)
IDS – 14	21.09	0.46	6.69	1.55	0.48	0.36	10.41	57.36
IDS – 16A	29.79	0.28	7.87	0.33	0.36	0.04	18.48	41.02

Estos resultados en cuanto al contenido de silicoaluminatos del banco de Plan de San Miguel (IDS–16A), son muy parecidos a los del banco de Cuentla (IDS–14), donde se usa la arcilla para la alfarería por lo que este banco tiene posibilidades de utilizar la arcilla también para la alfarería.

El laboratorio reporta que presenta un cono pirométrico entre 23 y 26, que equivale a 1612.7°C con 29.79% de alúmina, está formada de cuarzo, haloisita, cristobalita y caolinita, por lo que se clasifica como arcilla refractaria de mediana plasticidad. Los defectos en las briquetas en la cochura (agrietamiento y rotura), posiblemente sea por una separación de agua excesivamente rápida, variaciones rápidas de volumen o por un enfriamiento inadecuado del material, por lo que se sugiere realizar pruebas adicionales para detectar la causa que produce estos defectos.

Esta arcilla podría ser útil para gran variedad de productos, principalmente en la fabricación de ladrillos refractarios, revestimientos de hornos, vasijas para productos químicos, crisoles, retortas, estufas, calderas. También podría emplearse como aditivo para las pastas de loza o las pastas para gacetas en los que se quiera aumentar la refractariedad.



Fotografía 127: Vista del prospecto de Plan de San Miguel

San Marcos (IDS – 42, IDS – 42B, IDS – 42B)

Se localiza a 14.1 km en línea recta de la Cabecera Municipal de Coatepec de Harinas en dirección S51°E, con coordenadas 14Q 407111 2074267. El acceso es en dirección hacia el poblado de San Francisco de Asís durante 36.7 km pasando por los poblados de Mextepec, Potzontepec hasta llegar a San Francisco de Asís todo por carretera pavimentada y pasando Potzontepec por terracería al llegar a San Francisco de Asís, tomar la desviación a la izquierda donde se encuentra una puerta del primer lindero y se continua por 2.4 km se tienen 7 puertas de linderos después se camina por 350 metros hasta llegar al banco.

El banco de barita se encuentra totalmente azolvado por lo que no se pudo tomar una muestra de la misma (fotografía 128) por lo que se toma referencia del inventario físico de los recursos minerales del municipio de Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras hecho por el Servicio Geológico Mexicano en el año de 2004.

El cual dice lo siguiente: *“Es un cuerpo tabular que encaja en pizarra. Su relación con la roca de caja no se puede ver claramente, pero es posible que se trate de un manto singenético. La posición del cuerpo de barita es aparentemente vertical y tiene 1 m de potencia; su rumbo es N60°E y aflora por 10 m, según informes del laboratorio la densidad resultó de 4.06.”*

A unos 5 metros del afloramiento de barita se tienen vetillas de cuarzo (IDS – 42A), de 2 a 25 cm de espesor (14Q 407114 2074266), las vetillas tienen un rumbo de N40°W y una inclinación de 34°NE. La roca encajonante pertenece a metasedimentos de la Formación Acapetlahuaya del Cretácico Inferior.

La localidad también se estudió por minerales metálicos, por parte de cartografía en la elaboración de la carta geológica en el año 2011, los cuales obtuvieron los siguientes resultados.

No. Muestra	Mues	Esp.	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
		m	g/t	g/t	%	%	%
IS086	manto	1	1.3	660	0.0377	0.098	0.43
IS087	manto	0.8	0.171	74	0.0242	0.095	0.48
IS088	manto	0.5	0.216	119	0.0177	0.086	0.31
Ley Promedio			0.562	284.3	0.0265	0.093	0.406

Resultados tomados del informe de cartografía del 2011

A 35 metros al NW del afloramiento de barita se tiene un banco de margas arcillosas (IDS-42B) (fotografía 129), producto de la alteración de los metasedimentos de la Formación Acapetlahuaya, con dimensiones de 20 metros de longitud, 10 metros de ancho y 2 metros de espesor, con un potencial de 400 m³. Se tomó una muestra para un análisis de arcillas.

CLAVE	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	CaCO ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	PXC (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
IDS - 42A	13.51	13.07	23.34	4.59	2.55	0.71	0.63	15.74	49.05	2.94

Los resultados de la evaluación de arcillas presenta mediana plasticidad, color amarillo pálido con 23.34% CaCO₃, y por el contenido de los compuestos que reporta el análisis químico, esta muestra se clasifica como una margas arcillosa.

En el estudio de difracción de Rayos X se reporta la presencia de Cuarzo, Calcita, Feldespatos y Montmorillonita. La cantidad de óxido de hierro es de 4.59%. El contenido de feldespatos (oligoclasa y ortoclasa) y carbonato de calcio (23.34%) hacen que disminuya la temperatura de fusión ya que este actúa como fundente, obteniendo conos pirométricos Orton entre 02 y 01.

La contracción lineal a 1000°C es 0.61% y la absorción de agua reporta 24.47%, lo que indica que es un material muy poroso. La relación $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ significa que es pobre en alúmina y rico en hierro.

Por lo anterior, esta muestra podría utilizarse en cerámica estructural para la elaboración de ladrillos, tejas, bovedillas, viguetas, productos de alfarería y otras piezas de conducción. Para usarse en revestimiento/pavimento (azulejos, gres cerámico y otros elementos de decoración), es necesario adicionarle más sílice para obtener una superficie vidriada y ocupar un calentamiento lento dentro del horno hasta los 600°C, para evitar la fractura de la pieza.



Fotografía 128: Vista general del banco de barita donde se aprecia totalmente azolvado, también se observa la mojonera.



Fotografía 129: Vista general de la zona en que se tiene la marga arcillosa

El Boliche (IDS – 53)

Se localiza a 11.5 km al N25°W de la Cabecera Municipal de Zacualpan, con coordenadas 14Q 413451 2080150. Se parte de la Cabecera Municipal de Zacualpan, se toma la carretera principal hacia el Puente de los Sabinos, se gira a la izquierda hasta la entrada a Río Florido por 22 km, hacia Río Florido segunda sección por 3.7 km y se camina 1.5 km al banco.

En la localidad se observa que en el cerro abunda el cuarzo lechoso (fotografía 130), según el laboratorio reporta que tiene una pureza del 98% de SiO_2 . Se comenta por los pobladores que en los alrededores llega a aflorar la fluorita. El prospecto tiene dimensiones de 300 metros de largo, 200 metros de ancho y 30 metros de espesor, con un volumen estimado de 1,800,000 m^3 , en un área de 6 hectáreas, el cuarzo actualmente no se utiliza para algún fin.

De este banco se obtuvo una muestra representativa para una difracción de Rayos X. De las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	PXC (%)	SiO ₂ (%)
IDS – 53	0.15	0.07	0.32	ND	0.01	0.03	0.06	98.79

Resultados del análisis químico

CLAVE	Proporción / Especie			
	Mayor (Más del 25%)	Mediana (De 10 a 25%)	Menor (De 1 a 10%)	Escasa (De 0.1 a 1%)
IDS – 53	Cuarzo (α -SiO ₂)	----	-----	Hematita (Fe ₂ O ₃)

Resultados de la difracción de rayos X

CLAVE	Análisis químico	Principal Especie Mineral	Impurezas presentes
	SiO ₂ %		
IDS – 53	98.79	Cuarzo	Hematita

Resultados finales

Debido a la pureza del cuarzo su aplicación se encuentra como fundente metalurgico, material refractario, en la elaboración de ferrosilicio, tambien como carga en altos hornos, en la fabricación de vidrio.



Fotografía 130: El Boliche donde se observa toda la pedaceria del cuarzo que se tiene.

El Salto (IDS – 54)

Se localiza a 9.2 km al N44°W de la Cabecera Municipal de Zacualpan, con coordenadas 14Q 411905 2076299. Se parte de la Cabecera Municipal de Zacualpan, se toma la carretera principal hacia tres cruces por 20 km, se continua por 13 km hacia el poblado del Salto y se camina por 500 metros hasta llegar al banco.

El banco constituido de bentonita es un prospecto del que se podrían extraer arcillas, debido a que tiene bentonita y montmorillonita en la zona, por lo que tiene un gran potencial de 70,000 m³, con dimensiones de 100 metros de largo, un ancho de 70 metros y un espesor de 10 metros, con un volumen estimado de 70,000 m³, en una superficie de 0.7 hectáreas (fotografía 131), la comunidad del Salto se muestra interesa en la explotación de este material.

De este banco se obtuvo una muestra representativa para una difracción de Rayos X. De las cuales se obtuvieron los siguientes parámetros:

CLAVE	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	PXC (%)	SiO ₂ (%)
IDS – 54	14.13	2.98	2.28	1.64	2.56	0.57	15.5	28.9

Resultados del análisis químico

CLAVE	Proporción / Especie			
	Mayor (Más del 25%)	Mediana (De 10 a 25%)	Menor (De 1 a 10%)	Escasa (De 0.1 a 1%)
IDS – 54	Cuarzo (α -SiO ₂) Microclina (KAlSi ₃ O ₈)	---	Montmorillonita – Cálcida (Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ OH ₂ xH ₂ O)	Calcita (CaCO ₃) Hematita (Fe ₂ O ₃)

Resultados de la difracción de rayos X

CLAVE	pH	absorción de aceite %	Carbonato en frio	carbonato en caliente	% de agua en amasado	Clasificación.
IDS – 54	8.57	39	No	No	53	Montmorillonita impurificada

Resultados Finales

El laboratorio clasifica la muestra como montmorillonita cálcica impurificada con cuarzo (fotografía 132). Estos materiales cuando se encuentran puros, pueden ser utilizados en la fabricación de cemento, esmaltes, también como acondicionador de suelo. Por lo que habría que buscar en la zona en donde se encuentre más pura la montmorillonita.



Fotografía 131: Localidad del Salto donde se puede observar la extensión del banco.



Fotografía 132: Detalle del horizonte de montmorillonita.

Huayatenco (IDS – 60)

Se localiza A 5.7 km al S40°W de la Cabecera Municipal de Texcaltitlán, con coordenadas 14Q 397461 2088915. Se parte de la Cabecera Municipal de Texcaltitlán hacia el cruce por 1.7 km, se gira a la derecha por 2.3 km, se desvía a la izquierda hacia Huayatenco por 5.8 km y se caminan 700 metros hasta el punto.

El banco está constituido de arcilla, se encuentra abandonado desde hace 19 años, cuando el Sr. Juan Santos compro el terreno, tapando el banco y destruyendo los hornos, así como también los azolvo por lo que solo quedan pequeños vestigios de lo que una vez fue el banco de arcilla (fotografía 133), fue utilizado principalmente para la alfarería. La localidad presenta una superficie de 0.3 hectáreas, con dimensiones de 70 metros de longitud, un ancho de 40 metros y un espesor de 5 metros, todavía cuenta con un potencial de 14,000 m³.

Debido a la destrucción del banco así como también a lo azolvado que se encuentra, no se tomó muestra ya que podía salir contaminada y no se iba a conocer la calidad correcta de la arcilla.



Fotografía 133: Detalle de la arcilla utilizada en Huayatenco.

V. Conclusiones y Recomendaciones.

-La carta Ixtapan de la Sal (E14-A57) cubre porciones de varios municipios: Ixtapan de la Sal, Coatepec de Harinas, Zacualpan, Almoloya de Alquisiras, Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras y Texcaltitlán. En la carta se analizaron 66 localidades mineras de las cuales once son de rocas dimensionables, nueve de no metálicos, catorce de agregados pétreos, y treinta y dos de minerales metálicos.

-Las localidades más importantes que se encuentran en la carta Ixtapan de la Sal, corresponden a minerales metálicos, los cuales están ubicados en el municipio Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras. Las minas inventariadas presentan buenas leyes en plomo, zinc y algunas en oro y plata. A fin de poder aprovechar todo el mineral junto con los terreros de cada mina; se recomienda que esta zona se utilice una explotación a cielo abierto. Otras áreas importantes son El Terrero y Río Florido, aunque se encuentran concesionadas, es posible explorar la presencia del cuerpo mineralizado en las afueras de las mismas, ya que estas solo cubren parte de la mineralización.

-Las rocas dimensionables más importantes son de riolitas, que corresponden a los bancos de material de Tres Cruces y el Ocote, en el poblado de Mextepec (actualmente en explotación). Estas rocas son usadas principalmente para cimentaciones, aunque en Tres Cruces los cuerpos de riolitas con una coloración azul, se utilizan para las fachadas, y corresponden a las de mejor cotización. Los bancos de travertino en Ixtapan de la Sal (explotación de baja demanda), presentan diferentes tipos de color, siendo el más solicitado el crema amarillento y sin oquedades, se usa en artesanías, muebles de baño, piso, etc.

Todos los bancos se explotan con marro y cincel, lo que disminuye la producción eficiente y genera mucho desperdicio de material, el cual podría ser aprovechado. Por lo anterior, se recomienda apoyo para la compra de maquinaria, principalmente de hilo diamantado, para mejorar la velocidad de producción y aprovechamiento del banco, para los trabajadores se recomienda la compra de equipo de protección, ya que ninguno cuenta con ello.

-Los agregados pétreos más importantes están en los poblados de Pilcaya y Coaxusco, pertenecientes al municipio de Ixtapan de la Sal, ubicados al sureste de la carta. Estos bancos cuentan con infraestructura y maquinaria, por lo que se recomienda únicamente el apoyo para la promoción de los mismos en municipios aledaños. Respecto a los bancos de materiales actualmente abandonados, sobre todo en Coatepec de Harinas y Texcaltitlán, se recomienda el apoyo para la comercialización y compra de maquinaria, ya que estos bancos presentan potencial para la industria de la construcción, pero únicamente se utilizan para el revestimiento de carreteras, aunque en algunos casos la gente aledaña con permiso del Municipio la extrae para la edificación de sus casas o bardas.

-Respecto a las localidades de minerales no metálicos, la más importante está en el poblado de Cuentla en el Municipio de Coatepec de Harinas, la cual se dedica a la elaboración de ladrillos y tejas de manera rustica, por lo que se recomienda el apoyo para mejorar la calidad de su producción, así como también más hornos de alfarería y reparación del usado que actualmente que se encuentra en malas condiciones, y sobre todo la comercialización que se necesita para que pueda continuar operando. Los demás bancos de arcillas dieron buenos resultados de laboratorio, por lo que se podrían aprovechar para la elaboración de artesanías. El banco de barita al ser un cuerpo pequeño, se recomienda realizar trabajos de exploración más a detalle, para evaluar la presencia de un cuerpo más grande que sea factible para su explotación. Las localidades de cuarzo que son de pureza adecuada, estas se pueden aprovechar para la elaboración de vidrio, por lo que se recomienda su promoción con las empresas correspondientes.

VI. Bibliografía.

Aguilar Contreras Adrián., 1971b. *Informe que rinde el suscrito sobre la historia, posibilidades geológicas y actividades del Distrito Minero de Sultepec, Méx.* Gobierno del Estado de México, Sección de Geología, 10 pp.

Campa M.F., Coney P. J., 1983. *Tectonostratigraphic Terranes and Mineral Resources Distribution in México.* Can. J. Earth Sci. 20:1040-1051.

Campa M.F., Ramírez E. J., Coney P. J., 1981. *Conjuntos Estratotectónicos de la Sierra Madre del Sur, región comprendida entre los estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos.* Serie Tecno-científica, Universidad Autónoma de Guerrero 31-101

Campa M.F., Campos M., Flores R., Oviedo, R.A., 1974. *La secuencia mesozoica volcano sedimentaria metamorizada de Ixtapan de la Sal, México-Teloloapan, Guerrero* Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, V.35, p. 7-28.

Campa M.F., Torres de León R., Iriondo A., Premo W. 2012. *Caracterización geológica de los ensambles metamórficos de Taxco y Taxco Viejo, Guerrero, México.* Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 64, Núm. 3, pág.: 369 – 385.

Camprubí A., González Partida E., Levresse G., Tritlla J., Carrillo-Chávez A. 2003. *Depósitos epitermales de alta y baja sulfuración: una tabla comparativa.* Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo LVI, número 1, P., 10-18.

Centeno Garcia E., Guerrero Suastegui M., Talavera Mendoza O. 2008. *The Guerrero Composite Terrane of western Mexico: Collision and subsequent rifting in a supra-subduction zone*, in Draut, A., Clift, P.D., and Scholl, D.W., eds., *Formation and Applications of the Sedimentary Record in Arc Collision Zones*. Geological Society of America Special Paper 436, p. 279–308

COREMI. 1996. *Informe Geológico-Minero carta Tejupilco E14-A56*. Escala 1: 50,000.

COREMI. 1996. *Informe Geológico-Minero carta Cuernavaca E14-5*. Escala 1: 250,000, Tomo I

COREMI., UAG. 1998. *Informe Geológico-Minero carta Pilcaya E14-A67*. Escala 1: 50,000.

COREMI., UAG. 1999. *Informe Geológico-Minero carta Amatepec E14-A66*. Escala 1: 50,000.

CRM, 1999b. *Monografía Geológico Minera del Estado de México*. Consejo de Recursos Minerales, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 148 p.

Elias–Herrera M., Sanchez Zavala J. L., Macias-Romo C., 2000. *Geologic and geochronologic data from the Guerrero Terrane in the Tejupilco area, southern Mexico: new constraints on its tectonic interpretation*. *Journal of South American Earth Sciences* 13, p. 355-375

Ferrari L., Orozco Esquivel T., Manea V., Manea M., 2011. *The Dynamic history of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone*. Tectonophysics, pp 1-28.

García Palomo A. 1998. *Evolución estructural en las inmediaciones del Volcán Nevado de Toluca, Estado de México*. Posgrado en Ciencias de la Tierra, instituto de Geofísica. UNAM.

González Partida E., Vassallo L. F., 2001. *Geoquímica de elementos mayores de los cuerpos intrusivos terciarios de Tierra Caliente, Estado de México, México*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LIV, P. 1-9.

Miranda Gasca M. A. 1995. *The Volcanogenic massive and sedimentary exhalative deposits of the Guerrero Terrane, México*. University of Arizona, unpublished ph. D thesis, 246 p.

Miranda Gasca M. A. 2000. *The metallic ore-deposits of the Guerrero Terrane, western Mexico: an overview*. Journal of South American Earth Sciences. P 403-413.

Moran Zenteno D. J., Alba Aldeve L. A., Solé J., Iriando A. 2004. *A Major resurgent caldera in southern Mexico: the source of the late Eocene Tilzapotla Ignimbrite*. Journal of Volcanology and Geothermal Research 136 pág.: 97–119.

Navarro V. E. 1975. *Informe de Avance de la exploración geológica que se lleva a cabo en los lotes mineros Ricardo, Tío Alejo, estrella de Oriente y La Comuna, Sultepec, Estado de México*. Explomin S. A. de C .V. 4 pp.

Talavera Mendoza, Ruiz J., Gehrels, Valencia V., Centeno Garcia E. 2014. *Detrital zircon U/Pb geochronology of southern Guerrero and western Mixteca arc successions (southern Mexico): New insights for the tectonic evolution of southwestern North America during the late Mesozoic*. Geological Society of America Bulletin, pp 1052-1065

Vidal Serratos R., 1991. *Estratigrafía del Terreno Teloloapan en su límite Ixcateopan-Ixtapan de la Sal, estados de Guerrero y México, respectivamente; Implicaciones Tectónicas*. Universidad Autónoma de México, Instituto de Geología, Universidad

SGM. 2011. *Texto explicativo de la Carta Geológico-Minera y Geoquímica Ixtapan de la Sal E14-A57*. Servicio Geológico Mexicano, Secretaría de Economía, 95 p.