GENERALIDADES SOBRE ZACUALPAN Y PARAGENESIS DE LA VETA “LA ESMERALDA”

Por Ramiro Robles Ramos, M. S. G. M.

- Las extensas zonas mineralizadas constituyen uno de tantos productos de diferenciación, de una gran provincia magnética.

MINERAL DE ZACUALPAN

UBICACION.—La población de Zacualpan constituye la cabecera de la Municipalidad del mismo nombre; pertenece al Estado de México y linda con el Municipio de Tasco de Alarcón, correspondiente al Estado de Cuerrero; geográficamente está precisada por las coordenadas siguientes: $\varphi = 18^{\circ} 43'00''$; $\lambda = +99^{\circ}46'45''$ y $Z = + 2060$ metros sobre el nivel del mar.

POBLACION.—Según el censo de 1930 la población se componía de 1,300 hombres y 1,565 mujeres, dando un total de 2,895 habitantes. La población minera forma un 25% de su total.

HISTORIA.—Al transcurrir el año de 1571, unos caminantes al hacer la travesía de Sultepec a Tasco y remover las cenizas de un hogar campestre, descubrieron un criadero argentífero en un paraje llamado Capula; años más tarde, fué la Antigua Capula y hoy se denomina “La Providencia”. Dos años después se principió a trabajar en la mina “El Tianguillo”,

nombre adquirido por la costumbre de verificar periódicamente “los tianguis”. Estos trabajos fueron llevados a fajo abierto, y quedan hoy las excavaciones que atestiguan los primitivos trabajos mineros de la zona.

Pasando los años se hicieron nuevas exploraciones y descubrimientos, y diferentes criaderos dieron ricas bonanzas en: La Canal, Carboncillo, El Socavón, San Diego, San Miguel, Mina Guadalupe Arcos y El Alacrán.

En toda la literatura que forma el historial económico de la zona, se asienta que las minas no se han trabajado en debida forma, ni ha habido exploraciones metódicas y precisas de las áreas mineralizadas. En efecto, hay vetas que crestonean en largas extensiones y no conocidas económicamente

VÍAS DE COMUNICACION

COMUNICACIONES ELECTRICAS.—En Zacualpan no hay servicio telegráfico, sino telefónico, dependiente del Estado de México, el cual debido al mal aislamiento de la línea da muy mal servicio.

El teléfono de la Cía. de Chontalpan, es el que generalmente se usa en casos de urgencia, dando comunicación entre sí a Chontalpan, Xitinga, San José del Monte y Tasco.

COMUNICACIONES POSTALES.—El servicio de correos es muy deficiente en tiempo de aguas, debido a la imposibilidad de transitar por los caminos.

COMUNICACIONES TERRESTRES.—El Ex-Distrito de Zacualpan está ligado a la economía del país por los caminos siguientes que se anotan en el plano de “Vías de Comunicación y Zona Circunvecina de Zacualpan”:

Camino Toluca-Zacualpan.

Camino Tasco-Zacualpan.

Camino Tenango-Zacualpan.

CAMINO TOLUCA-ZACUALPAN.—Esta vía tiene una longitud de 115 kilómetros, recorriéndose en 10 horas. (1) En

(1) — Debido al mal estado del camino.

VÍAS DE COMUNICACIÓN
Y
ZONA CIRCUNVECINA
DE
ZACUALPAN
ESCALA 1:500000

la época de estiaje y con las composturas que hacen los vecinos, se llega a transitar en 7 horas. Al inaugurarse la carretera, se hacía el recorrido en 4 horas.

Se acompaña un perfil mostrando las alturas de los principales puntos; distancias de Toluca y estado en que se encontraba el camino. En tiempo de aguas, es solamente transitable hasta las "Juntas", lugar que está situado a unos 54 kilómetros de Toluca.

CAMINO TASCO-ZACUALPAN.—En la temporada de lluvias es el indicado, haciéndose su recorrido a caballo en el siguiente tiempo y a paso moderado.

Tasco a Xitinga: 4 horas y media.

Xitinga a Zacualpan: 3 horas y media.

Se acompaña perfil de este camino con los datos mencionados en el plano adjunto.

CAMINO TENANGO A ZACUALPAN.—Esta vía se usa para fletes y se acompaña el perfil explicativo.

CLIMA.—Aun cuando en la clasificación de Martonne es necesario conocer el régimen térmico y de pluviosidad, no fué posible obtener tales datos, al no existir en el lugar estaciones termo-pluviométricas. Por inferencias de los datos recogidos, puede aseverarse que hay en la región tres clases de climas: en las partes elevadas de los montes, subtropical extremo; en Zacualpan, tropical de altura tipo A; y en los llanos de Malinaltonango y Apetlahuacán, cálido estepario.

El clima es sano y solamente la neumonía tiene el coeficiente más elevado de mortalidad, lo que seguramente es debido a los cambios bruscos de temperatura y principalmente a lo quebrado del terreno, que hace a los habitantes someter sus pulmones a una gran fatiga, la que sumada a la altura en que viven debilita su sistema respiratorio.

CONSIDERACIONES FISIOGRAFICAS.—(ver Cróquis). Para observar el movimiento del terreno y darme cuenta del modelado existente, hice los recorridos necesarios, visitando el cerro de La Tentación. La eminencia tectónica más elevada de la región tiene una altura barométrica de 2710 metros. Del cerro de La Tentación se desprende una parte-aguas al N. 25° W.,

sinuoso y con alturas correspondientes a las eminencias de Coronas con 2540 metros de elevación; San Juan 2475 m., Momostle 2470 m. y Ayotusco 2326 m. Al E. del cerro de La Tentación se desprende otro contrafuerte aproximadamente al N. 80° E. muy vigoroso, teniendo por principales eminencias a Cerro Alto, Poder de Dios, San Fernando, La Cumbre y El Huisteco, este último al N. y cerca de Taseo. Este parte-aguas forma la división hidrológica, limitando la cuenca del río Malinaltenango al N. E. (el que al unirse con el río Tetipac, toma el nombre de Amacusac) y la cuenca del río Alahuixtlán al SW. de la del río Tonalapa.

“Ahora, dentro de esta división principal tenemos las secundarias que determinan las cuencas de los arroyos; del cerro de Coronas parten: uno hacia el ENE., marcando las cuencas del arroyo de Gama (al NW.) y del Alacrán (al SE.), y otro al NNE. que forma el cerro de La Canal y que divide las aguas del Ayotusco (al NW.) de las del Gama (al SE.). De la cumbre de La Tentación parte uno hacia el NNE., yendo por las Tres Cruces de Mamatla y el puerto de Coloxtitlán, y divide las aguas del Alacrán (al NW.) de las del Acevedotla (al SE.), formando este último en todo su recorrido una parte del límite entre los Estados de México y Guerrero; otro contrafuerte parte hacia el ENE. de La Tentación, formando el cerro del Venado y las lomas de Montecarlo, prolongándose hasta el cerro del Jumil en donde cambia de rumbo hacia el oriente, determinando entre La Tentación y Montecarlo las cuencas del Acevedotla (al NW.) y del San Miguel (al SE.), este último se denomina más abajo río de Tetipac; el contrafuerte que parte del cerro del Jumil al oriente, divide las aguas del Malinaltenango (al N.) de las del Tetipac al (S.); del contrafuerte principal ESE. de La Tentación, parten hacia el ENE. dos secundarios: uno que va por el puerto de La Concha y que separa las cuencas del Xitinga o Desierto (al SE.) de La Concha (al NW.), teniendo este contrafuerte una derivación de tercer orden que se inicia al W. de puerto Corral y que separa las aguas del San Miguel (al NW.) y de La Concha (al SE.); y el otro que va por el cerro alto de San Fernando hacia el ENE. y divide las aguas del Xitinga (al NW.) de las de Malhuautla (al SE.).

PERFIL DEL CAMINO
ENTRE
TOLUCA Y ZACUALPAN

Observaciones de Aneroide y Espi-
dometro por el Ing. Ramiro Robles R

Zacualpan, Edo. de Méx. Diciembre de 1935.

- Periodo Joven
- Periodo Erosivo
- Periodo Maduro

DIAGRAMA OROHIDROGRAFICO ZONA ZACUALPAN

Obs. Ing. R. Robles R.

En resumen, los arroyos de Ayotuseo, Cama, Alacrán y Acevedotla, desaguan en el río de Malinaltenango, y los de San Miguel, La Concha, Xitinga y Malhuantla, forman el río de Tetipac, el que unido al Malinaltenango forman el Amacuzac; ahora, el Amacuzac, el Tonalapa y el Alahuixtlán son afluentes del Balsas, y por lo tanto, la zona estudiada pertenece a la gran cuenca hidrográfica del Balsas, vertiente del Pacífico. (1)

La zona descrita está cubierta de lujuriosa vegetación arbórea, la que debido a su carácter, guarda la humedad relativa del ambiente y de los suelos, produciendo en tardes de verano las convecciones de grandes masas de vapor de agua, las que al encontrar los estratos fríos atmosféricos, producen las lluvias de relieve características de esas zonas forestales. Como la superficie está cubierta de **humus** y el subsuelo es permeable, las aguas se almacenan y percolan, constituyendo un área regularizadora de las aguas meteóricas, y por tanto, una fuente de alimentación perenne de la gran cuenca del Balsas.

A continuación se citan los puntos visitados y sus alturas:

L U G A R E S			
	mts.		mts.
Toluca	2650	Puente San Felipe	1920
Zinacantepec	2720	Coloxtitlán	2020
San Cristobal	2780	Portezuelo Coloxtitlán	2080
Cruz Colorada	3320	Carrera del Toro	2380
Raíces	3440	Tres Cruces	2375
Cerro Gordo	3450	Mamatla	2230
Agua Blanca	3190	Pochote	2120
El Arenal	3040	Puente Ayotusco	1920
Cajones	3020	Hda. Ayotusco	1925
Las Juntas	2800	Hda. Calvario	1850
Potrerosillos	2680	La Tenería	2610
Pedregal	2560	Tecicapán	1910
Almoleya	2000	Noxtepec	2055
Apetlahuacán	1677	Chontalpan	1855
Zacualpan	2050	Xitinga	2135
		Pto. Corral	2265

(1) - Larsen C. O. - Revista Industrial, Tomo I. N° 4, pág. 492. Oct. 1933.

M I N A S			
	mts.		mts.
La Nueva Unión	2280	Socavón Zacualpan	2010
La Esmeralda	2080	San Andrés	2200
Providencia	2220	La Purísima	2380
San José de los Reyes	1905	El Resguardo	1920
El Potrillo	1905	Carmelita	1900
La Balanza	2260	El Guaje	1850
El Salto	2110	Nativitas	1920
El Cuervo	2490	Soc. Dios nos Guíe	1920
Socavón 0.	2040	Perpetuo Socorro	2295
Socavón 6.	2190	Preciosa Sangre	2350
Socavón 1.	2050	San José	2330
Las Aguilas	2242	Carlos Pacheco	2240
La Escondida	2030	Las Aguilas	2350
		El Avión	2340

C E R R O S			
	mts.		mts.
El Campamento	2300	Corrales	2540
Amoltillán	2360	Cruz	2340
C. Gama	2340	Sta. Isabel	2320
San Francisco	2345	Coronas	2540
La Tentación	2710	Poder de Dios	2275
La Esperanza	2450	San Miguel del Monte	2350
Moctezuma	2260		

Ya delineado el carácter fisiográfico y de acuerdo con el aspecto de modelado que ofrece la región, podemos considerarla según la topología en tres zonas: (a) período joven; (b) período erosivo; y (c) período maduro, que muestra el esquema adjunto.

RECURSOS NATURALES.—La región de que se trata, por la profusión de criaderos auro-argentíferos y algunos cupríferos, y, gran cantidad de vegetación alpina, debe considerarse como zona minera y forestal.

La producción de minerales auro-argentíferos sale a los mercados en forma de concentrados.

No existe ninguna industria aparte de la minera, y el comercio está concretado a surtir las necesidades imperiosas de la vida, vegetando de modo estacionario.

En las partes bajas de Apetlahuacán y Almoloya de Alquisiras, existen excelentes tierras, las que con un buen sistema de riego, ya que abunda el agua, bien podría ser una fuente de pluricultivo y aliviar la economía del Distrito minero de Zacualpan.

Esta zona no se basta así misma, debido a que se confabulan todas las dificultades que se oponen al desarrollo económico, como malos caminos, autoridades políticas locales sin aspiraciones para la colectividad, falta de conocimiento para implantar cultivos apropiados más productivos, y suma penuria.

En los alrededores de Zacualpan se encuentra la flora alpina, abundando el madroño, olmo, encino, (blanco y amarillo) abundante eucharillo, tepehuaje, pino y bellota.

En Almoloya de Alquisiras se cultiva maíz, frijol, trigo, chile, hortalizas y árboles frutales.

En ganadería no hay nada que mencionar.

GEOLOGIA Y PETROGRAFIA LOCAL

Para relacionar y limitar las diversas formaciones geológicas de una zona, es indispensable disponer de un plano topográfico o planificar la misma; desgraciadamente se careció del primero y no se tenía tiempo para formarlo; y tanto más que el estudio geológico fué localizado a la vera de los yacimientos que se estudiaron.

Las rocas encontradas en la parte visitada del ex-Distrito de Zacualpan se pueden enmarcar dentro de los tres grupos clásicos.

a.—Rocas ígneas (intrusivas y extrusivas).

b.—Rocas sedimentarias. (Pirogénéticas, hidrogénicas e hidroclásticas).

c.—Rocas metamórficas.

ROCAS IGNEAS.—Al sur de Zacualpan, ubicación de la zona estudiada, se encuentran las andesitas de piroxena como roca encajonante, de la mayor parte de los criaderos; presentan diversos aspectos en cuanto a su metamorfismo, apreciándose a simple vista por su esquistosidad. Son de color verde, textura porfídica esquistosa, con fenocristales. Enviadas al Laboratorio de la Secretaría de la Economía, el Sr. Schmitter Villada dió la siguiente clasificación:

Muestra No. 1. En el camino al E. del cerro "El Campamento."

Andesita.
Textura porfídica esquistosa. Matriz hipo microcriptocristalina.
Constituyentes.
Primarios.
Predominan las plagioclasas muy alteradas.
Secundarios.
Calcita, cuarzo, clorita, pirita, magnetita, pirargirita.
Accesorios.
Ferromagnesianos totalmente alterados, hornblenda, opalilita. En esta roca se nota claramente la influencia del metamorfismo dinámico; sin embargo, después de la silicificación que fué anterior en cierta porción a la carbonatación y a los esfuerzos de compresión, el cuarzo cristalino, depositado en ciertas cavidades, presenta una textura en mosaico con evidencia clara de haber sido sometido a temperaturas elevadas.

Muestra No. 2. Al S. del Campamento. Cerda del arroyo "El Alacrán."

Esta roca de composición, textura y matriz parecidas a las de la roca anterior, presenta mayor cantidad de elementos ferromagnesianos totalmente alterados y en general una mayor alteración por cloritización y carbonatación. El proceso de silicificación se muestra menos evidente.

9. Mina del "Alacrán", Zacualpan.

Andesita.
Textura esquistosa.
Matriz microcriptocristalina.
Constituyentes.
Primarios. Feldespatos totalmente caolinizados.
Secundarios. Clorita, cuarzo, calcita, estefanita, pirargirita, argentita, magnetita.
Accesorios. Ferromagnesianos totalmente reabsorbidos.
El proceso de silificación acompañó a los valores aprovechando pequeñas fisuras y fallas que cruza al ejemplar en todas direcciones.
Este ejemplar dio Au 3 grs. Ag. 2420 grs.

Como puede observarse, estas andesitas y andesitas de piroxena, tienen sus elementos constitutivos bien definidos, por lo que pueden clasificarse dentro del grupo de rocas ígneas; mas como la textura es francamente esquistosa, proponemos llamarlas andesitas metamórficas.

Estas rocas cercanas a los criaderos, presentan variados fenómenos que en orden cronológico parecen ser los siguientes: carbonatación, silicificación y propilitización en menor escala. Hay rocas andesíticas muy metamorfizadas que contienen valores argentíferos muy importantes, como sucede en las minas de "El Alacrán" y "Guadalupe", pues debido a los esfuerzos se formaron planos de ruptura y deslizamiento en todas direcciones, dando origen a sinclinas capilares que se cruzan, impregnándose con abundancia de pirargirita, proustita, estefanita, argentita y cuarzo.

Los mineros de la región llaman a esta andesita metamórfica y mineralizada "azulaque", llegando a dar leyes hasta de 30 kilos de plata por tonelada según me informaron; la muestra N° 9 ensaya Au. 3 grs. y Ag. 2,420. La apariencia de esta roca es de un "tepetate" sin valor a la simple vista.

ROCAS SEDIMENTARIAS.—Grupo constituido por pizarras carbonosas, calcáreas, arcillosas y calizas.

PIZARRAS CARBONOSAS.—Este tipo fué encontrado en la región de Ayotuseo (Fot. 1); la roca es de color negro, bandeada y con fracturas de todas clases y dimensiones, donde abunda la calcita; tiene cristales de pirita la que es singenético del oro; al microscopio se encontraron como autógenos cuarzo, muscovita, calcita, epidota, feldespatos y apatita. Esto indica que la pizarra procede de rocas ígneas pre-existentes, pues así se deduce de la presencia del cuarzo y feldespatos; como alotígenos, calcita, sericita, pirita y materia carbonosa. La textura es esquistosa en algunas partes y bandeada en otras, lo que prueba que este material estuvo sujeto a presiones normales y tangenciales. Las formaciones en la parte vista tienen una dirección de N. 80° W. y echado S. 10° W., encontrándose en algunas partes fracturados irregularmente tanto en la dirección como al echado y potencia.

En las pizarras carbonosas se encuentran criaderos auríferos.

Fot. No. 1

ros de matriz de cuarzo, conteniendo valores muy erráticos y diseminados esporádicamente, según lo manifiesta el muestreo de estas vetas.

Las pizarras de esta clase se encontraron diseminadas sobre todo en la parte E. y N. de Zacualpan, pudiendo observarse que están también trastornadas por los movimientos orogénicos.

ROCAS METAMORFICAS.—Por lo que pudo apreciarse al estudiar la zona y los criaderos, la región puede considerarse dentro de un metamorfismo general dinámico, y regional hidro-termal cercano a las vetas, pues nótase en la zona recorrida, que las andesitas que constituyen la mayor superficie del suelo geológico, tienen una textura esquistosa, la cual es más intensa y las partes constitutivas de su material se encuentran más alteradas, en las cercanías de las fracturas, donde se depositó el mineral formando las vetas. Todo ésto da origen a que en las veredas y caminos que conducen a las diferentes minas, los suelos son arcillo-talcosos, y por tanto es bien difícil encontrar en la superficie y en los arroyos, ejemplares de roca fresca.

Estando los suelos muy intemperizados y acusando fuertes

movimientos dinámicos, encaja dentro del grupo de rocas metamórficas todo el material que por esfuerzos tectónicos, movimientos eruptivos, intemperismo, agentes químicos, térmicos, etc., tienen alterados sus elementos constitutivos o su textura.

Por lo tanto, entre estos contamos las andesitas de piroxena, pizarras carbonosas y arcillosas afectadas.

El grado de metamorfismo térmico no es muy intenso, lo que da derecho a opinar que la generalidad de las soluciones no tuvieron elevadas temperaturas.

LITOCLASAS.—Las andesitas, andesitas de piroxena, pizarras carbonosas, calcáreas y arcillosas, están fracturadas y obedecen con algunas variaciones a cuatro sistemas de fracturas generales: una reticular por enfriamiento del magma y otras tres conjugadas. El Ing. J. D. Villarello ha clasificado a estas últimas como fracturas conjugadas exokinéticas y de presión.

Las observaciones indican que la mayor parte de las litoclasas deben considerarse como paraclasas, ya que en ellas hay fallas inversas, como lo prueba el material autoclástico, representado por jabones de consistencia arcillo-talcosa, formados en el alto y cerca de la superficie, debido a la caolinización de los feldespatos. En algunos casos existe mineralización secundaria de valores económicos elevados, “jabones” muy apreciados por los gambusinos.

Las fracturas de acuerdo con los afloramientos que se observan en alguna extensión, y las observaciones en los escasos laboríos, dan la impresión de cinco variedades.

a.—Fracturas reticulares de escasa potencia, con mineralizaciones pobres o estériles, conteniendo piritas, cuarzos y calcita.

b.—Fracturas de N. a S. aproximadamente, siendo las de mayor extensión y potencia, como la veta de San Nicolás, de Santa Ana Esperanza, de La Trinidad, y La Esmeralda, echados al E. y W., respectivamente.

c.—Fracturas con un rumbo aproximado de N. 40° W., echados al NE. y SW. como las vetas Dolores y La Prieta, respectivamente.

d.—De E. al W. con echado al S.

e.—Fracturas semi-circulares, como la veta San Pedro y Veta Nueva en la mina Guadalupe.

f.—Fracturas en material sedimentario producidas en los planos de menor resistencia, por donde se infiltraron soluciones ricas como las vetas de Ayotusco.

TECTONICA.—De la zona estudiada bien poco podemos decir ya que el área es pequeña y las observaciones fueron superficiales. Nótese, sin embargo, un gran metamorfismo dinámico, función de esfuerzos geológicos y tectónicos generales y locales. Los primeros de intensidad y dirección muy complejos, evidencia que ofrece gran diversidad de fracturas, más éstas tienen la característica de ser a lo más de dos metros de potencia.

Sólo un estudio especial de las distintas litoclasas con ayuda de los rayos Alpha, Beta, Gama; la apreciación de la edad de las diferentes rocas encajonantes por medio de la radioactividad y una minuciosa investigación en los laboríos, nos darían completa luz para deducir la cronología de las litoclasas y sus íntimas relaciones que tienen con la orogenia local y la mineralización; puntos de importancia vital para la explotación económica y científica de los criaderos, ya que la paragénesis nos indica tres generaciones de mineralización en la veta de La Esmeralda.

Por otra parte, los informes, apreciaciones, estadísticas de los lugares bonancibles y lo observado en el lugar, atestiguan que las grandes bonanzas se han encontrado en los cruzamientos de las vetas NS. o, en sus cercanías con las del tipo N. 40° W. y las del E. al W.

Considerando a las fracturas mineralizadas por sí solas: las vetas que corren de N. a S. son las más ricas y relativamente estables en sus leyes. Las del tipo N. 40° W. menos ricas y las de E. a W. se consideran de escasa expectativa.

Estas consideraciones deben tenerse en cuenta dentro de la zona de percolación; pues, abajo del nivel hidrostático muy poco se ha explorado.

Es por tanto de imperiosa necesidad en esta clase de criaderos darle suma importancia a estos estudios, para llegar a

DIACLASAS DE GUADALUPE

DISTRITO DE ZACUALPAN
EDO. DE MEXICO

Obs: Ing. R. Robles R.

determinar las leyes que rigieron la mineralización y con ellas determinar las zonas bonancibles.

GEOLOGIA HISTORICA.—De esta región y gran parte circunvecina, se sabe que desde el Mesozoico principiaron los levantamientos continentales, hasta que el diastrofismo a fines del Cretácico, debido a enormes compresiones en sentido este a oeste, fueron apoyadas por los macizos paleozoicos que hoy forman la base de la Sierra Madre Occidental, emergiendo de los océanos las pizarras precretácicas y las calizas cretácicas, constituyendo este período la última etapa paroxísmica del ya citado levantamiento continental.

Es natural y lógico que a los grandes plegamientos superficiales, seguidos de dislocaciones y fracturas, se rompieran las formaciones y estructuras subyacentes, siendo visitada esta zona por magma joven, empezando a dar manifestaciones desde los principios del Terciario hasta la época Reciente, mostrando las diversas diferenciaciones que obedecieron a un complejo de presiones, temperaturas y acción de los mineralizantes; y así tenemos desde los granitos jóvenes, sienitas, dioritas, riolitas, andesitas, hasta tobas y basaltos que vinieron por decirlo así a dar un nuevo aspecto topológico al antiguo modelado del Cretácico. (Ver cuadro cronológico y esquema.).

GEOLOGIA MINERA HISTORICA.—Hemos visto que los procesos geológicos de la zona, se desarrollaron sucesivamente desde un diastrofismo continental, pasando a fenómenos orogénicos y de allí al volcanismo original, finalizando con la actual denudación.

Creemos pertinente delinear un fenómeno de verdadero interés relacionado íntimamente a la mineralización, no solamente en la zona estudiada, sino en una faja muy extensa y de forma circular.

En el área comprendida entre El Oro, Méx., Iguala, Gro., y aun más al este, de los diversos materiales ya expuestos visibles en la superficie, podemos afirmar que a fines del Cretácico, emergieron las pizarras precretácicas o lodos marinos y las calizas cretácicas, en el levantamiento continental. Más tarde afloró la andesita a principios del Cenozoico; y a principios

CRONOLOGIA GEOLOGICA DE ZACUALPAN, MEX.

E R A	PERIODO	EPOCA	MATERIAL Y FENOMENOS GEOLOGICOS
CENO-ZOICO	TERCIA-RIO	PLEISTO-CENO Y PLIOCENO	Ultimos movimientos tectónicos y volcánicos intensos de la región. Perfilase la zona de oxidación dando principio al enriquecimiento secundario por la percolación de las aguas meteóricas frías.
		MIOCENO	Ultimos fenómenos hidrotermales culminando con una silicificación regional. Fracturas E. W. Manifestaciones tectónicas de menor intensidad. C.—Tercera generación: cuarzo, pirita, sulfuros argentíferos y oro. B.—Segunda generación: calcita-sekundaria, galena y cuarzo. A.—Primera generación: calcita, aragonita, esfalerita y cuarzo. Fenómenos hidrotermales: Metamorfismo dinámico de las andesitas de horblenda y piroxena. Grandes manifestaciones tectónicas y volcánicas regionales. Fracturas N. S. y N. W.—S. E.
		OLIGO-CENO Y EOCENO	Dioritas de horblenda. Andesitas de piroxena. Andesitas de horblenda. Ruptura de las estructuras subyacentes por el diastrofismo continental.
MESO-ZOICO	CRETACICO		Levantamiento Continental, Calizas. Pizarras calcáreas. La mayor parte de las arcillosas, se convierten en carbonosas.
	PRECRETACICO		Pizarras arcillosas.

del Mioceno los granitos, riolitas y andesitas, así como todo el material geológico que forma el Nevado de Toluca.

Es curioso observar en el plano general que se acompaña que, tomando por centro aproximado el Nevado de Toluca, se observa una faja mineralizada continua y circular que por hoy la haremos principiar en Cuautla, Mor., y que se continúa por Vista Hermosa, Mor., Tasco, Gro., Xitíng, Gro.; en el Estado de México, en cerro de La Tentación, Mamatla, El Alacrán, Zacualpan, Ayotusco, Sultepec, Temaxcaltepec e Ixtapan del Oro. En Michoacán, cerro de Copándaro, cerro del Cacique, El Capulín, Angangueo; El Oro, México y Talpujahua, Mich. En esta gran faja las vetas están encajonadas principalmente en rocas que por orden cronológico son: pizarras precretácicas, calizas cretácicas y andesitas premiocénicas; todo el material postmiocénico cubre en algunas partes los afloramientos de los criaderos, como sucede en El Oro, Méx., en forma de una corriente de andesita de piroxena del Plioceno y que seguramente los materiales posteriores como emisiones basálticas y material sedimentario reciente, cubre otros afloramientos de esa faja mineralizada.

Constituye, pues, esto una gran zona mineralizada y de

continuidad sorprendente, no habiendo duda de que pertenece y es función de la diferenciación de un magma que abarcó esta gran zona, y que la faja mineralizada corresponde a un límite pneumatolítico periférico de la zona magmática, pudiendo decirse, que ésta, fué limitada por los macizos paleozoicos que se encuentran al oeste, resolviéndose en la superficie en un estado hidrotermal, al encontrar un material elástico, pizarras y calizas y al perder los vapores pneumatolíticos presión y temperatura. A fines de el Mioceno dió principio la formación del Nevado de Toluca.

Estas ideas serán tratadas y expuestas en un próximo estudio sobre la provincia magmática en cuestión, donde la diferenciación de los diversos materiales se ofrecen en todas sus formas durante el Terciario, hasta los últimos vestigios del volcanismo terrestre.

Por otra parte, se han hecho mediciones precisas de la intensidad de la pesantez, y calculando las anomalías correspondientes, por la actual Dirección de Geografía, Climatología e Hidrología en los siguientes lugares: Totueca, Méx.; Pachuca, Hgo., Amecameca, Méx., Tlaxiaco, Méx., Cuernavaca, Mor., Puebla, Pue., Iguala, Gro., etc., y que debido a una galantería del Ing. Manuel Medina, nos fueron calculados los gradientes gravimétricos de esa zona, con lo cual tendremos muy interesante material numérico, que nos ayudará grandemente a la interpretación geofísica de este importantísimo problema.

Por ahora, como prueba de la factibilidad de la idea expuesta y a reserva de hacer la interpretación ya precisa de la estructura geológica, con ayuda de los gradientes gravimétricos, para esta gran zona, nos limitamos a tomar de la publicación N° 23 de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos (1) las curvas isanómalas que trazó el Ing. P. C. Sánchez, de la región estudiada y que se aprecia en el plano adjunto.

La curva isanómala O, o sea sin anomalía, se desarrolla en la faja mineralizada y es límite de las positivas hacia el N y N. E., y de las negativas al S. y S. W.

(1) — Sánchez, Pedro C.— Anomalías de la Gravedad de la República Mexicana, 1932.

FAJA MINERALIZADA

Isoanómalas — Positivas
 — Negativas

Faja Mineralizada

Es bien sabido que la persistencia de isanómalas positivas, corresponden a regiones de exceso isostático y aquí en nuestro caso particular, se compone del hacinamiento de un material geológico que visitó la superficie durante el Cenozoico, Mesozoico y Psicozoico.

Las isanómalas negativas son producto de una estructura montañosa continental, concordando en nuestro caso con las rocas paleozoicas de la Sierra Madre Occidental.

En una palabra, las evidencias geológico-mineras, ya concuerdan con una investigación geofísica.

LA ESMERALDA

Uno de tantos fundos estudiados en el Distrito minero de Zacualpan, fué el de La Esmeralda. De la colección de ejemplares recogidos para su estudio, uno correspondiente a este fundo, se prestó para hacer el estudio paragenético, por lo cual esbozamos algunas consideraciones generales respecto a este criadero.

UBICACION.—En el camino de Zacualpan a la mina El Alacrán y aproximadamente a 3,500 metros del primer punto, se atraviesa el arroyo de Sierra y de esta localidad a la derecha y a unos 50 metros, está ubicado el socavón de La Esmeralda, Foto 2. El arroyo de Sierra es de aguas bronceas y perennes, aunque de escaso volumen.

COMUNICACIONES.—El camino de Zacualpan a la mina es ancho y de herradura. Los fletes de la mina a la hacienda del Calvario o Zacualpan, se pagan a razón de \$ 3.00 por tonelada.

DESCRIPCION DE LA PROPIEDAD.—El lote minero La Esmeralda está amparado por el título N° 77620, con 9 hectáreas de superficie a nombre del señor Sabino Hernández, con domicilio en Zacualpan, Méx., tal lote se encuentra en una falda de abrupta pendiente hacia el norte.

El autor procedió a planificar el socavón La Esmeralda y las pequeñas obras vecinas que a juicio del interesado amparan sus límites de propiedad, notándose que el socavón de

Fot. No. 2

La Esmeralda y las obras de disfrute del socavón Zacualpan, están en la misma veta amparando, además, la veta sobre el cual está labrado el socavón La Escondida (Ver plano que se acompaña).

El muestreo según el ensaye verificado en el Laboratorio Experimental de Metalurgia de la Secretaría de la Economía Nacional, arrojó los siguientes resultados:

Mtra.	LOCALIDAD	Pot. Cms.	Au. Grs.	Ag. Grs.
A	Soc. Zacualpan.....	110	1	91
1	Soc. La Esmeralda.....	70	1	395
2	" " "	90	Ind	30
3	" " "	60	Ind	30
4	" " "	120	Ind	28
5	" " "	125	Ind	8
6	" " "	140	1	Ind
7	" " "	100	Ind	176
8	" " "	50	Ind	200
9	Soc. La Esmeralda Pozo 1.....	40	Ind	20
10	Soc. La Esmeralda Pozo 1.....	10	1	813
11	Soc. La Esmeralda.....	10	.4	752

ESMERALDA

Aq.	Au.	Pot.	Mtra.
1	110	Ind. 40	
2	100	Ind. 22	
3	150	Ind. 26	

A	60	Ind. 20
B	50	1 71
1	70	1 395
2	90	Ind. 30
3	60	Ind. 30
4	120	Ind. 28
5	125	Ind. 8
6	140	1 Ind.
7	100	Ind. 176
8	50	Ind. 200
9	40	Ind. 20
10	1	813
11	10	4 752
Muestra	Potencia	Au. grs.

ESCALA = 1:2,000

Como puede apreciarse, los valores aumentan en la intersección de la veta La Esmeralda con la del socavón La Escondida. En las demás secciones de muestreo, los valores oscilan considerablemente en plata.

Este labrado se ha colado explotando únicamente hilillos ricos de mineral y que según el Sr. Hernández, propietario, no han pagado los gastos, teniendo a estas últimas fechas que suspender sus labores, a pesar de tener en la frente las mejores leyes. El muestreo que se hizo en la frente del socavón Zacualpan en el labrado sobre veta, dió según la muestra A, 60 centímetros de potencia, 20 gramos de Ag. e indicios de Au. y la muestra B, 50 centímetros de potencia, 71 grs. de Ag. y 1 gr. de Au.; en las demás partes de la veta de este socavón no se tomaron muestras debido a la esterilidad evidente del laborío. En el socavón La Escondida, como puede observarse en la lista de muestreo, los valores de Ag. son de 40, 22, 26 gramos e indicios de oro.

GEOLOGIA MINERA.—La roca encajonante es una andesita metamórfica de piroxena, de textura francamente esquistosa, con fenómenos de carbonatación, silicificación y propilitización. El metamorfismo dinámico se aprecia tanto macroscópica como microscópicamente, debido a la esquistosidad de la masa y a la forma esquistosa de la matriz.

Los respaldos están bien definidos, el alto tiene materia jabonosa y el bajo presenta una textura esquistosa con vetillas de calcita.

La veta (ver croquis) nos presenta una textura bandeada y semi-bandeada, matriz cuarzosa, abundante en el bajo y gran cantidad de esfalerita en el alto; presenta bandas de oxidación y en algunas partes cavidades con cuarzo esferulítico y acicular. Macroscópicamente se notan los siguientes elementos: cuarzo, esfalerita, galena, pirita y sulfuros argentíferos en una textura alotromórfica.

PARAGENESIS DEL CRIADERO.—Al estudiar minuciosamente la veta La Esmeralda, ésta ofreció a simple vista caracteres interesantes por lo bien definido de sus elementos constitutivos, pareciendo al autor ser de grande utilidad para el estudio mineragráfico, pudiendo obtenerse un fragmento

de veta de unos 8 centímetros con el alto y el bajo adheridos. Este ejemplar fué entregado al Sr. Eduardo Schmitter, para el estudio paragenético, en el cual hizo interesantes observaciones, al encontrar tres distintas generaciones de mineralización, según el estudio que rindió denominado "Estudio Mineralográfico de una Muestra de Veta Procedente de la Mina La Esmeralda, Zacualpan, Edo. de México", que se acompaña.

La primera generación constituida por calcita, aragonita, esfarelita y cuarzo con cristales de forma bien definida e interferidos. Estos cristales están bien desarrollados, debido a que tuvieron suficiente espacio para la cristalización. Es muy posible que la calcopirita sea de esta generación y contenga valores auríferos, ya que así sucede en regiones cercanas a la estudiada. Esta generación debe haberse verificado a fuertes presiones y temperaturas no muy elevadas, pues nótese que las causas del metamorfismo en el contacto es dinámico y térmico en menor escala. (Campo microscópico 1).

La segunda generación parece que tuvo lugar después de

DIBUJO MICROSCOPICO

CAMPO N° 1

Veta 'La Esmeralda'
ZACUALPAN - MEX.

Aumento 60 diámetros

EXPLICACION

Ca-1	Calcita primaria.	Fe	Pirita.
Ca-2	" secundaria.	Cu	Calcopirita
Zn	Esfalerita.		Oquedades
Pb	Galena.		

Dibujó del Original: Ing. R. Robles R.

México, D.F. abril de 1936.

largo tiempo y se compone de calcita secundaria, galena y cuarzo; la temperatura fué menor que en la generación anterior y todo parece indicar que la presión disminuyó. (Campo N° 2).

En la tercera generación, además de cuarzo y pirita, las soluciones silicosas ricas en sulfuros de plata, como pirargirita, proustita y estefanita, se depositaron en las fracturas. La esquistosidad de las rocas verificada anteriormente al ascenso de las soluciones ricas en valores argentíferos, explica claramente, que las rocas estériles como la muestra N° 9 se hallan convertidas en importante material económico, aprovechando las pequeñas fisuras y fallas que cruzan al ejemplar en todas direcciones las soluciones ricas mineralizantes. Así, también, se explica la silicificación de las rocas encajonantes y material geológico diseminado en las cercanías de las fracturas. (Campos Núms. 3 y 4).

Por otra parte J. E. Spurr (2), estudió un ejemplar de la veta "El Alacrán" que le fué ofrecida por Mr. Paul X. Stoffel, y con detalles, descripciones y material adicional del Ing. Luis C. Espinosa, Spurr estudió el ejemplar de textura orbicular y de capas sucesivas, alrededor de los fragmentos de roca y opina: "Las vetas son descritas como —true fissure veins— con matriz principal de cuarzo, en rocas sedimentarias alteradas, muy metaforizadas por las intrusivas (3).

En potencia varían desde un centímetro hasta un metro y medio. Las vetas son típicamente bandeadas. En ciertas zonas extensas, las bandas son paralelas y simétricas a las paredes; en otras, las vetas contienen fragmentos, alrededor de los cuales hay bandas concéntricas que bien pueden llamarse vetas orbiculares".

Para ser menos extenso, acompañamos la figura 3 y una lista de estas bandas.

1.—Fragmento de toba. (3).

2.—Mineral obscuro. Este lo determinó el Prof. J. Volney Lewis, como un silicato hidratado de cal, hierro y manganeso, aparentemente un nuevo mineral, requiriendo gran temperatura.

(2)—Spurr, J. E.—Economic Geology Vol. XXI No. 6., pp. 519-537, Sept. 1926.

(3)—La roca encajonante en "El Alacrán" es andesita, pero probablemente debido al intenso metamorfismo se clasificó como toba. N. del T.

DIBUJO MICROSCOPICO

CAMPO N° 2

Veta "La Esmeralda"
ZACUALPAN - MEX.

Aumento 60 diámetros

EXPLICACION

Ca-1	Calcita primaria		Oquedades.
Ca-2	" secundaria.		
Zn	Esfalerita		
Pb	Galeña		

Dibujó del Original: Ing. R. Robles R.

México, D.F. abril de 1936.

DIBUJO MICROSCOPICO

CAMPO N°3

Veta "La Esmeralda"
ZACUALPAN - MEX.

Aumento 60 diámetros

EXPLICACION

Ca-1	Calcita primaria.	Cu	Calcopirita.
Ca-2	" secundaria.	Ag	Pirargirita.
Zn	Esfalerita.	■	Oquedades.
Fe	Pirita.	□	

Dibujó del Original: Ing. R. Robles R

México, D.F. abril de 1936.

DIBUJO MICROSCOPICO

CAMPO N°4

Veta 'La Esmeralda'

ZACUALPAN - MEX.

Aumento 85 diámetros

EXPLICACION

<i>Cuarzo primario</i>

<i>Cuarzo secundario</i>

<i>Calcita</i>

<i>Esfalerita</i>

Dibujo del Original: A. Arenas P

México, D.F. julio de 1936

- 3.—Cuarzo rojizo.
- 4.—Sulfuros de plata.
- 5.—Cuarzo gris.
- 6.—Pirita.
- 7.—Cuarzo rellénando los vacíos.

“Las bandas en la veta de Zacualpan no fueron contemporáneas y representan seis precipitaciones sucesivas de soluciones, lo que sugiere una precipitación rítmica de una solución con abatimiento de temperatura. Esta debe haber hecho flotar los fragmentos, por lo que se ven claramente separados y solamente unidos por el crecimiento de las bandas concéntricas.... La solución estuvo en condiciones físicas para hacer flotar este material”. ... (4).

Ambos estudios dan desde luego el derecho de pensar y definir diferentes épocas de los depósitos minerales. Spurr acepta un magma acuoso que se diferenció y se depositó en capas debido al abatimiento de temperaturas.

Figura tomada de W. Lindgren. Mineral Deposits. 1933. p. 169

Fig. No. 3

(4) — Op. Cit.

Hay que hacer notar que este caso particular, no es el fenómeno general de mineralización en esa zona; probablemente se verificó a mayores profundidades y fuertes temperaturas, ya que esto exige como el mismo Spurr opina "que éste silicato (el número dos) como la mayor parte de ellos, representa una relativa alta temperatura en las soluciones magmáticas".

Los sulfuros económicos en ambos casos evidencian notablemente tener una época bien separada en su concentración, y distinta de los demás elementos minerales depositados en las litóclases.

También está evidenciada la silicificación de las rocas estériles encajonantes, y aun las alejadas de las fracturas mineralizadas.

CLASIFICACION Y EDAD DE LOS CRIADEROS.—Por lo que se ha expuesto, los criaderos están ubicados en un prodigioso sistema de fracturas conjugadas, producidas por enfriamiento del material andesítico y a su vez por la complejidad de los esfuerzos tectónicos culminantes, los que provocaron los fenómenos hidrotermales durante el Mioceno.

Esta edad se ha comprobado por la relación que tiene la faja mineralizante con las rocas encajonantes y el material que cubre a éstas y a los afloramientos.

La formación de las menas se realizó en tres generaciones bien definidas, siendo de origen epigenético y de carácter mesotermal.

En resumen, los criaderos objeto de este estudio, se consideran de edad miocénica, epigenéticos y de carácter mesotermal, en tres generaciones y de valores económicos erráticos.

CONCLUSIONES

Los criaderos de Zacualpan se encuentran ubicados en una importantísima faja mineralizada, la que es función de un magma diferencial en distintos procesos de tiempo. Esta faja es un caso típico, dentro de la teoría de las menas magmáticas de un proceso plutónico hidrotermal.

En el caso concreto de Zacualpan y de acuerdo con la forma y manera de depositarse *in situ* los sulfuros argentíferos, este caso corresponde a una tercera generación que, evidentemente produjo que este material económico se concentrara en los espacios libres que dejó la segunda generación, y los formados por movimientos post-orogénicos o volcánicos de intensidad decreciente; por lo que la explotación industrial de estos criaderos es difícil, y ahora sujeta al azar. Tal hecho lo demuestra el historial minero de la zona, las riquísimas bonanzas, la forma esporádica en que se encuentran los ricos clavos mineralizados y los numerosos fracasos que ha tenido allí la industria minera.

En una zona como la presente, de difícil explotación industrial, hay que eliminar el factor suerte que el verdadero espíritu minero crea en su optimismo, sustituyéndolo por un estudio concienzudo para determinar las leyes de la metalización en las diversas fracturas, y con ellas localizar las zonas de mayor enriquecimiento, con objeto de poseer un amplio criterio, al proyectar las obras de ataque encaminadas al disfrute de las áreas bonancibles.

Todos estos estudios deben llevarse a la práctica por los organismos especializados en esta materia, con objeto de guiar sobre todo a nuestra pequeña minería, para que, dentro de un aspecto económico-social netamente nacionalista, explote las riquezas, evitando los fracasos que traen como consecuencias el descrédito, abandono, desaliento y miseria de los centros mineros de importancia como el de Zacualpan.

Más aun y refozando esta idea, el Estado debe ayudar en

todas sus formas a la minería en pequeño, provocando una intensa explotación en nuestros criaderos; pues, ya estamos en un franco período en que los yacimientos auro-argentíferos explotados industrialmente en grande escala, se encuentran en decadencia. Como han quedado innumerables zonas mineras que requieren estímulo para la iniciativa privada nacional, se necesita la ayuda financiera y técnica para su explotación. Los criaderos que presentan o presenten dificultades para la explotación, explotación y metalurgia, deben dárseles toda preferencia para que se contribuya a dar un nuevo impulso a la minería y sostener el prestigio de antaño que ha gozado nuestro país entre propios y extraños.

Tal parece que el grandioso laboratorio físico-químico del Cosmos, realizó —con exceso en nuestro suelo— los procesos que dieran lugar a la diversidad de sustancias que por su escasez se hicieran preciadas. Dificiles de ser arrancadas de los crisoles geológicos donde se elaboran, se presentan esos tesoros para dotar a la familia mexicana de medios para conseguir su independencia económica; pero, el numen del mens sapiens no se fatiga en alcanzar su climax infinito.

BIBLIOGRAFIA DE ZACUALPAN, MEXICO

- Carpenter, M. H.—The Zacualpan District.—Min. World, Vol. 31, N^o 1, pp. 79, 81, July 3, 1909.
- García, J. A.—Los Minerales de Ixtapán del Oro, Temascaltepec, Sultepec y Zacualpan.—Bol. Min. Tomo XII, N^o 5, pp. 560-567, Noviembre de 1921.
- García, J. A.—La Planta de Flotación El Calvario.—Bol. Min. Tomo XIII, N^o 1, pp. 32-40, Enero de 1922.
- García, J. A.—La Minería en algunos Distritos del Estado de México y Guerrero.—Bol. Min. Tomo XV, N^o 4, pp. 450-458, Abril de 1923.
- Launay, L. de Traité Métallogénie.—Gites Minéraux.—Métallifères, etc. París et Liege. Librairie Polytechnique, Ch. Béranger. Edit., 1913.
- Véase lo relativo a Zacualpan en la pp. I. 191, III, 337.
- López Núñez, M.—La Planta Metalúrgica "El Moral" de la Cía Minera "El Moral", S. A. Zacualpan.—Bol. Min. Tomo XXVII, N^o 2, pp. 118-121, Febrero de 1929.
- López Núñez, M.—Condiciones Generales del E. de México, que prevalecen actualmente en el Mineral de Temascaltepec, (Zacualpan).—Bol. Min. Tomo XXVII, N^o 5, pp. 331 y 349-363, Mayo de 1924.
- Ortega y Larsen, Christian.—Generalidades sobre las Zonas de Zacualpan, Méx. y Tetipac, Gro., Revista Industrial, Tomo 1. Núms. 4 y 5, Oct.-Nov. 1933.
- Platt, James M.—The Zacualpan District. México.—Eng. and Min. Journal, Vol. 88, N^o 14, pp. 670-671, Oct. 2, 1909.

- Lamírez, Santiago.—Informe relativo al reconocimiento de la Negociación Minera llamada "Minas de la Canal y Anexas" en el Mineral de Zacualpan.—An. M. F. 7, pp. 582-604, 1882.—Min. Méx. 10, Núms. 9 y 11, 1883.
- Reyes, José María.—El Mineral de Zacualpan.—Min. Méx. 7, N° 29, pp. 344-346, Sep. 16, 1880.
- Robert K. William.—The Chontalpan Mill.—Méx. Min. Jour. Vol. 21, N° 1, pág. 5, January 1916.
- Robert K. William.—The Chontalpan Mine.—Méx. Min Jour. Vol. 20, N° 2, pp. 277-279, August 1915.
- Scaife, H. L.—Zacualpan.—Inf. y Mem. Ins. Méx. Min. Met. Tomo II, pp. 101-104, y 164-67 1911-1912.
- Villafaña, José.—Las minas Coronas y Anexas.—Mem. Soc. Antonio Alzate, Tomo 28, pp. 23-51, 1910.
- Villarello, Juan D.—Descripción de algunas Minas de Zacualpan, Estado de México.—Mem. Soc. Antonio Alzate, Tomo 23, pp. 251-256, 1905.