

18
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL
AREA SAN JUAN GALLO, EN EL
MUNICIPIO : MINERAL DEL CHICO
HIDALGO”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A :
ALFONSO MIRANDA HUERTA



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección
60-I-107

Señor MIRANDA HUERTA ALFONSO.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Profr. Ing.- Germán Arriaga García, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL AREA SAN JUAN GALLO, EN EL MUNICIPIO: "MINERAL DEL CHICO, HGO."

RESUMEN.

- I GENERALIDADES.
 - II GEOGRAFIA.
 - III FISIOGRAFIA.
 - IV GEOLOGIA.
 - V YACIMIENTOS MINERALES.
 - VI PROSPECCION MINERA.
 - VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- BIBLIOGRAFIA.
PLANOS E ILUSTRACIONES.

Ruego a usted, se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así -- como de la disposición de la Coordinación de la Administración -- Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los -- ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., mayo 12 de 1986.
EL DIRECTOR

Revisión.

Dr. Octavio A. Rascón Chávez

"ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL AREA SAN JUAN GALLO EN
EL MUNICIPIO MINERAL DEL CHICO, HIDALGO".

RESUMEN.	1
I. GENERALIDADES.	4
I. 1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO	4
I. 2.- ESTUDIOS PREVIOS	4
I. 3.- METODO DE TRABAJO.	6
a).- Trabajo de campo.	6
b).- Trabajo de gabinete	6
II. GEOGRAFIA.	8
II. 1.- LOCALIZACION DEL AREA.	8
II. 2.- VIAS DE COMUNICACION	8
III. FISIOGRAFIA.	10
III. 1.- PROVINCIAS FISIOGRAFICAS	10
III. 2.- OROGRAFIA.	10
III. 3.- HIDROGRAFIA.	11
IV. GEOLOGIA	12
IV. 1.- ESTRATIGRAFIA.	14
IV. 2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL	40
IV. 3.- GEOLOGIA HISTORICA	43
V. YACIMIENTOS MINERALES.	46
V. 1.- RASGOS GENERALES	46

V. 2.-	FORMAS Y DIMENSIONES	47
V. 3.-	MINERALOGIA.	48
V. 4.-	SUCESION MINERALOGICA.	49
V. 5.-	GUIAS DE MINERALIZACION.	50
	a).- Fisiográficas.	
	b).- Mineralógicas.	
	c).- Litológicas.	
	d).- Estructurales.	
V. 6.-	ROCA ENCAJONANTE	52
V. 7.-	TIPOS DE ALTERACION.	53
	a).- Hídrogénicas.	
	b).- Supergénicas.	
V. 8.-	HIPOTESIS GENETICA	55
VI.	PROSPECCION MINERA	59
VI. 1.-	BARRENACION DE DIAMANTE.	59
VI. 2.-	OBRAS MINERAS.	60
VI. 3.-	RESERVAS MINERALES	61
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .	65
VII. 1.-	CONCLUSIONES	65
VII. 2.-	RECOMENDACIONES.	66

BIBLIOGRAFIA.

PLANOS E ILUSTRACIONES.

RESUMEN.

El área de San Juan Gallo se localiza al NW del Mineral del Chico, Hgo; por sus características geológicas, - similares al Distrito Minero de Pachuca, constituye una zona importante en los trabajos de exploración geológica minera.

En este lugar afloran rocas ígneas extrusivas e intrusivas; las primeras de composición andesítica-dacítica y las intrusivas de tipo riolítico y dacítico. Aflora la Formación Pachuca del Mioceno Inferior y la Formación - Vizcaíña del Mioceno Tardío, ambas extrusivas y de emplazamiento pre-mineral.

La principal estructura es la Veta-Dique, Poder de Dios San Juan Gallo, de composición riolítica, que presenta - localmente, en sus respaldos, cuarzo y una brecha de intrusión con mineralización de Ag, Au y Pb. En promedio - el rumbo general de esta estructura es N 75° W, con echado de 75° al SW, su espesor varía de 3 a 10 m y se le ha mapeado por una longitud aproximada de 10 Km.

La estructura se ramifica en dos y en sus respaldos localmente presenta una brecha de intrusión que ha reportado valores de hasta 500 g, de Ag/Ton. A los diques riolíticos, al igual que a las vetas que están en la porción-

intermedia de éstos, algunos autores le han dado una edad del Mioceno Tardío al Plioceno Temprano, y a la etapa de mineralización se le asigna una edad ligeramente más joven.

Según la clasificación de Lindgren, los yacimientos son hidrotermales de baja temperatura o bien un yacimiento cognado, como lo clasifica Routhier; la mena consiste de minerales de Ag y Au; como accesorios se tienen, en menor cantidad, sulfuros de Pb, Cu y Zn; la ganga es cuarzo, pirita, calcita y material de la roca encajonante; las alteraciones que predominan son oxidación, argilitización, propilitización, piritización y silicificación.

La perforación con diamante y las obras de exploración en el área de estudio son consecuencia de los resultados obtenidos en la exploración geológica-minera, efectuada en diferentes etapas.

Las estructuras que se encuentran en la porción intermedia de las ramas del dique antes mencionado son Veta HR-18-19, Veta HR-11, Veta Juanita, Veta San Juan y Veta Sur San Juan.

La Veta HR-11 es la estructura que se ha explorado con barrenación de diamante en una longitud de 700 m, tiene un espesor promedio de 2 m y de acuerdo a los resultados obtenidos en el muestreo del núcleo de los ba -

rrenos se le han calculado 276,000 toneladas como reservas probables, con una ley promedio de 252 g, de Ag/Ton y 1.9 g de Au/Ton.

I.- GENERALIDADES

I. 1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El principal objetivo del estudio, fue el de hacer una evaluación geológica-económica de esta zona, ya que se cree que tiene un potencial similar a las áreas de San Sebastián Capulines, Capula y Mineral del Chico, que son las zonas más cercanas e importantes, conocidas por su potencial minero.

Otro de los objetivos es el de conocer mejor la zona de Pachuca-El Chico, incrementar reservas para la C.R.M. y P, para con ello asegurar la vida productiva de su planta de beneficio y como consecuencia la de la población minera.

Para alcanzar los objetivos planteados fue necesario explorar, mediante obra directa, la Veta HR-11, que fue reconocida, con barrenación de diamante, por una longitud de 700 m, lo cual condujo a considerar un proyecto de exploración y desarrollo, tendiente a cuantificar, en forma más aproximada, reservas minerales que permitan programar una adecuada explotación.

I. 2.- ESTUDIOS PREVIOS.

Los trabajos geológicos más recientes son los infor -

mes mensuales y anuales que el Consejo de Recursos Minerales ha realizado en el Distrito Minero "El Chico", que tratan básicamente de la exploración geológica a semidetalle y por medio de barrenación de diamante en áreas previamente seleccionadas.

Entre otros trabajos realizados con anterioridad y en zonas cercanas al área de estudio, se pueden citar los de Aguilera (1897), Ordoñez (1902), Pope (1911), Winchell (1922), que son los que inician el levantamiento de mapas detallados de las formaciones litológicas, estructuras y a estudiar detenidamente la petrografía y mineralogía de las rocas encajonantes y de los rellenos de veta.

Después del comienzo del levantamiento de mapas y estudios petrográficos, posterior a 1924, apareció una serie de publicaciones sobre la geología de las rocas de la región y del desarrollo de los sistemas de vetas, entre éstos podemos mencionar los de Hulin (1929), Santillán (1931), Bastin (1943), Geyne y Wilson (1951).

Finalmente citaremos el estudio realizado por: A.R. Geyne, Carl Fries, Jr., Kenneth Segerstrom, R.F. Black e I.F. Wilson; este último es el más importante; se titula "Geología y Yacimientos Minerales del Distrito Pachuca - Real del Monte, Hgo." Boletín 5-E C.R.M.N.R. Este trabajo es el más completo que se ha hecho en la zona, ya que para su elaboración se conjuntó a varios especialistas -

de diversas instituciones. Cuyo objetivo fue el de sintetizar, evaluar, interpretar y poner a disposición del público la información geológica básica obtenida hasta el año de 1960, mediante el estudio y la explotación de estos grandes yacimientos minerales.

I. 3.- METODO DE TRABAJO.

a).- Trabajo de campo.

El trabajo de campo consistió, principalmente, en levantamientos geológicos, escala 1:5000 y levantamiento geológico-topográfico, escala 1:500; para la programación de barrenos de diamante se realizaron también caminamientos de reconocimiento sobre estructuras y levantamientos geológicos a detalle a escala 1:1000 en zonas de interés, como es el caso del área en estudio. Así como el levantamiento geológico de interior mina de las obras que en ella se realizaron.

b).- Trabajo de gabinete.

El trabajo de gabinete consistió, básicamente, en vaciar los datos obtenidos en el campo, realizar las interpretaciones pertinentes, programar barrenos de diamante, describir y muestrear los núcleos de los mismos, todo esto para mantener actualizados los planos geológicos superficiales.

Con base en los resultados obtenidos, tanto del mapeo geológico, del análisis y la interpretación de los barrenos de diamante, se procedió a hacer el cálculo de reservas que son consideradas como probables o "Indicadas- - con Perforación.

II.- GEOGRAFIA.

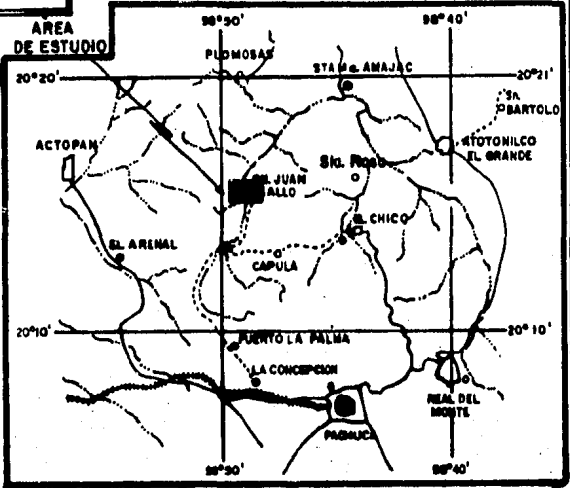
II. 1.- LOCALIZACION DEL AREA.

El área de San Juan Gallo, se encuentra situada en la parte sureste del Estado de Hidalgo, dentro de la zona de Reservas Mineras Nacionales, a 27 Km al NW del Mineral del Chico, Hgo. Comprende un rectángulo de 103 hectáreas; su altura media sobre el nivel del mar es de 2000 m y está limitada por las coordenadas $20^{\circ} 15' 40''$ a $20^{\circ} 16' 08''$ de latitud Norte y $98^{\circ} 47' 54''$ a $98^{\circ} 48' 35''$ de longitud Oeste (519900 a 521100 E y 2240200 a 2241100 N, locales).

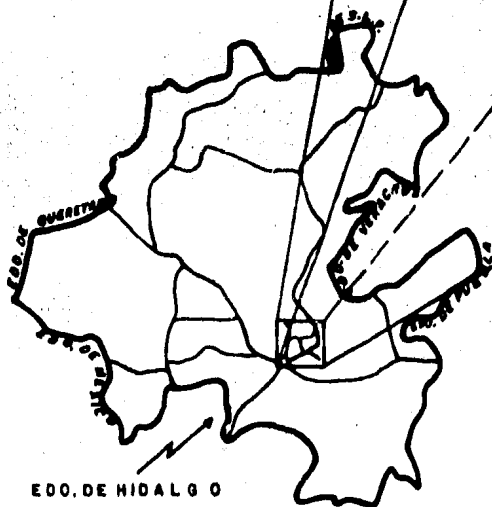
El poblado más cercano es Capula y se encuentra a 14-Km al SE. La Ciudad de Pachuca, capital del Estado se encuentra a 18 Km al SE, en línea recta (fig. # 1).

II. 2.- VIAS DE COMUNICACION.

Partiendo de la Ciudad de Pachuca, 8 Km hacia el norte, sobre la carretera federal # 85, que conduce al puerto de Tampico, se encuentra la desviación al Mineral del Chico, que es una carretera pavimentada estatal, de este lugar (Mineral del Chico), parte un camino de terracería al NW, que conduce a la zona de estudio, distando aproximadamente 27 Km.



- Capital del Estado
- Cabecera Municipal
- Pueblos
- Carreteras Pavimentadas
- Terracerias
- Via del Ferrocarril
- Rios y Arroyos



EDO. DE HIDALGO

ESC: 1:1,000 000

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	CIENCIAS DE LA TIERRA	
	CROQUIS DE LOCALIZACION "AREA SAN JUAN GALLO"	
	TESIS PROFESIONAL	
	ALFONSO MIRANDA	1986
		FIG. Nº 1

Otra posibilidad de acceso es por la carretera federal Pachuca-Actopan; que después de recorrerla por 7 Km, se desvía hacia el NW, para continuar por un camino de terracería hasta la zona de estudio, que dista 35 Km - - aproximadamente desde la Ciudad de Pachuca.

En época de lluvias, estos caminos no son transitables en su totalidad, el primero sólo lo es hasta el pueblo de Capula y el segundo hasta el Puerto de la Palma.

III.- FISIOGRAFIA.

III. 1.- PROVINCIAS FISIOGRAFICAS.

El área está localizada en la Sierra de Pachuca que -- corresponde a la subprovincia de Sierras y Cuencas, en el límite Austral de la Provincia Fisiográfica denominada -- por Raisz (1959), Sierra Madre Oriental. La región se caracteriza por grandes elevaciones, cañadas profundas y en general por una topografía abrupta, en un etapa activa de erosión.

III. 2.- OROGRAFIA.

Existen dos sistemas montañosos derivados de la Sierra Madre Oriental que atraviesan al Estado de Hidalgo; uno -- que va de Huejutla a Tulancingo y el otro que va de Pachuca a Jacala (Sierra de Pachuca), en su porción Occidental. Estos dos sistemas montañosos están separados por el Río Amajac y ambos difieren geológica y fisiográficamente. En los Frailes, la Sierra se desvía hacia el Norte hasta un punto llamado Chichimequilla; en la parte media de este -- tramo se desprenden 2 contrafuertes hacia el Este, que -- terminan bruscamente en el Río Amajac.

La línea los Frailes-Chichimequilla, hace la división de las aguas que se vierten: al Oriente en el Río Amajac-

y al Occidente en el Valle de Actopan.

En general, la Sierra de Pachuca presenta una topografía abrupta, con picachos, escarpes y grandes cañadas - (Los Frailes, Las Monjas y Cerro Alto). Los arroyos tienen cauces en forma de "V", lo que indica una etapa juvenil, con un drenaje dendritico moderado, subparalelo generalmente controlado por fracturas y fallas.

III. 3.- HIDROGRAFIA.

La corriente principal que recoge las aguas, procedentes de la parte occidental de la Sierra de Pachuca, es el Río de los Griegos. Comienza a formarse en las cercanías de el Puerto de la Palma y tiene como tributarios importantes en la zona de estudio, los siguientes arroyos: Los Ahiles, Santana, San Salvador y San Juan; en Santorum se une con el Río Amajac, este último continúa hacia el NE, como un afluente principal del sistema hidrográfico Moctezuma-Pánuco con vertiente al Golfo de México.

IV.- GEOLOGIA.

La geología de la zona está integrada por rocas ígneas y sedimentarias, cuyas edades varían del Cretácico al reciente.

Las rocas sedimentarias son de edad Cretácica y las -- ígneas de edad terciaria. Las rocas sedimentarias son de origen marino y continental y sólo afloran al Norte del área de estudio (El Abra, Soyatal-Cuautla y Mexcala).

En la base del terciario, se tiene una sucesión clástica discontinua que integra la Formación El Morro (Eoceno); descansa sobre las rocas Cretácicas con una marcada dis-- concordancia angular y erosional. Se encuentra cubierta por una potente secuencia volcánica denominada Grupo Pachuca, de edad Oligoceno-Plioceno; a su vez este grupo subyace a otras formaciones terciarias de composición dacítica, andesítica y basáltica. Finalmente se tiene una sucesión de depósitos clásticos derivados principalmente de las rocas terciarias.

Las rocas ígneas, tanto extrusivas como intrusivas de edad terciaria, son las que predominan en la región. Las rocas ígneas extrusivas están constituidas por andesitas dacitas, brechas y tobas de composición dacítica-andesítica, pertenecen al Grupo Pachuca del período terciario - (Oligoceno-Plioceno), a las que se relacionan las vetas-

argentíferas de la región. Las rocas intrusivas son de edad terciaria tardía, afloran en la región en forma de diques y cuerpos irregulares; varían tanto en longitud como en espesor y su composición es riolítica y dacítica.

Geológicamente, la zona de estudio es semejante a los distritos mineros del Mineral del Chico y Pachuca, Hgo.- Sus características geológicas y estructurales así como la ocurrencia de mineralización son similares a los distritos mencionados.

Las formaciones volcánicas terciarias que integran al Grupo Pachuca son las siguientes: Santiago, Corteza, Pachuca, Real del Monte, Sta. Gertrudis, Vizcaína, Cerezo y Tezuantla.

En el área de San Juan Gallo, afloran 3 unidades litológicas integradas básicamente por dacitas y andesitas de las Formaciones Pachuca, Vizcaína y Cerezo.

La Formación Pachuca aflora en la parte Oeste; pertenece al Oligoceno-Mioceno, (Fries, 1962).

La Formación Vizcaína descansa discordantemente sobre la Formación Pachuca; pertenece al Mioceno Superior - - (Fries, op, cit), y es la formación que se encuentra más ampliamente distribuida.

La Formación Cerezo es otra unidad que aflora en la porción Oeste del área; se le ha considerado una edad -- del Plioceno Inferior, (Fries, 1962), su contacto con la Formación Vizcaína está determinada por una discordancia erosional.

En la porción SE afloran las prominencias más altas, -- topográficamente, que corresponden a la Formación Zumate del Plioceno Medio, (Fries, 1956); sobreyace a la Formación Cerezo en discordancia angular y erosional.

ROCAS INTRUSIVAS.

Las rocas intrusivas de edad terciaria tardía, (Fries 1962), son comunes y están distribuidas en toda la región en forma de diques y cuerpos irregulares que varían tanto en longitud como en espesor; estas rocas intrusivas se -- han clasificado en 3 tipos de acuerdo a su composición litológica y son las siguientes: Microtonalita, Microgranito de grano fino y microgranito de grano grueso.

El tipo principal de roca intrusiva en la región es el Microgranito de grano fino y aflora en forma de diques -- que varían en longitud, desde unos metros hasta 3 Km con espesores que van de .30 hasta 10 o más metros.

IV. 1.- ESTRATIGRAFIA.

Los afloramientos más cercanos de rocas preterciarias es

tán situadas a 5 Km al E del área de estudio, en el flanco N del Cerro Blanco, consisten de rocas clásticas del Cretácico Superior y alcanzan una elevación máxima de 2273 m sobre el nivel del mar.

La obra de exploración más profunda consiste en un barrenado de diamante, vertical, a partir del nivel 575, en un punto situado 30 m al norte del Tiro La Rica (Distrito Minero Real del Monte y Pachuca). Este barrenado con una longitud de 445 m llegó a la cota 1719 m sobre el nivel del mar; termina en la parte superior de la Formación Corteza, o sea, la segunda formación terciaria más antigua en el distrito. Se supone que se terminó, cuando menos, varios cientos de metros arriba de la base de la sucesión volcánica terciaria; sin embargo mientras no sean cortadas las rocas que forman la parte basal, tienen que buscarse fuera del distrito minero.

Las formaciones que componen el sistema Cretácico (fig. # 2), de la más antigua a la más joven son: Formación El Abra (Albiano-Cenomaniano), Soyatal-Cuautla (Turroniano) y Mexcala (Coniaciano-Santoniano).

Sobre las formaciones de tipo sedimentario pertenecientes al Mesozoico, con discordancia angular y erosional muy marcada, se presenta una sucesión gruesa de rocas continentales terciarias, que no afloran en el distrito minero, sino al norte de la región.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA REGION DE PACHUCA

ERA	SIST.	SERIE	P I S O	EDAD	REGION DE PACHUCA	AREA DE Sn. JUAN GALLO			
GENOZOICO	CUAT.	RECIENTE Y PLEISTOCENO		1	ALUVION, ROCAS VOLCANICAS, CAPAS LACUSTRES Y CONOS CINERITICOS	FORMACIONES POS-MINERALES			
		PLIOCENO	ASTIANO				FORM. ROCAS VOLCANICAS, TARAN, MAFICAS, ATOTO GO, NILGO, SANDREITA, FORM. EN EL GRAN DE JALPAN, CRISTOBAL		
	PLAISANCIANO				TOBA DON QUINYO, FORMACION ZUMATE				
	MIOCENO	TERCIARIO	PONTIANO		13		FORM. VIZCAINA	FORM. VIZCAINA	
			SARMANTIANO				FORM. STA GENTUJIS		
		VONTONIANO			FORM. REAL DEL MONTE				
		HELVETIANO			FORM. PACHUCA				
		BURGALIANO			FORM. SANTIAGO				
	OLIGOCENO	TERCIARIO	AQUITANIANO		25		FORM. PACHUCA	FORM. PACHUCA	
			CHATTIANO				FORM. EL MORRO		
			RUPELIANO				FORM. EL MORRO		
	EOCENO	TERCIARIO	TONGRIANO		26		FORM. EL MORRO		
			LUDIANO						
			ROTONIANO						
	PALEOCENO	TERCIARIO	AUVERSIANO		28				
LUTETIANO									
CUSIANO-YPRESIANO									
MESOZOICO	CRETACICO	INFERIOR	THANETIANO		33		FORMACIONES PRE-MINERALES		
			MONTIANO		35				
INFERIOR	COAHUILIANO	COMANCHEANCO	MAESTRICHTIANO		72				
			ALBIANO	CAMPANIANO				FORMACION MEXCALA	
				SANTONIANO		86			
				CONIACIANO				FORM. SOYATAL-CUAUTLA	
			TURONIANO		90				
		NEOCOMIANO	COAHUILIANO	ALBIANO	CENOMANIANO			110	FORMACION EL ABRA
					SUPERIOR				
					MEDIO				
					INFERIOR			120	
					APTIANO				
INFERIOR	COAHUILIANO	NEOCOMIANO	BARREMIANO		135				
			HAUTERIVIANO						
			VALANGINIANO						
			BERRIASIANO		135				

- No Aflora
- Ausente por erosión ó no depósito

FIGURA N° 2

La base del sistema terciario consta de una sucesión de rocas clásticas, integrada por un conglomerado calcáreo rojizo, denominado Formación El Morro. Esta formación está cubierta por una potente sucesión de rocas volcás llamadas Grupo Pachuca.

En estas formaciones está incluida la mineralización. Sobre esta secuencia del Grupo Pachuca yacen tres formaciones postminerales volcánicas, litológicamente constituidas por dacitas, andesitas y basaltos.

Se denomina Grupo Pachuca a la secuencia volcánica compuesta por derrames de lavas intermedias interestratificadas con capas de tobas y brechas de la misma composición.

Las descripciones litológicas de las formaciones que integran al Grupo Pachuca, se basan principalmente en el examen macroscópico de numerosos ejemplares de mano, hecho en el curso de la revisión en el campo. En estas descripciones se incluyen también algunos datos obtenidos del estudio petrográfico de láminas delgadas de ejemplares seleccionados de cada formación.

La sucesión de depósitos clásticos que cubren al Grupo Pachuca, que se derivan principalmente de las rocas volcánicas terciarias de la región, se les denomina Formaciones Atotonilco el Grande y Tarango. Las rocas Pleistocénicas que en ella se presentan constan principalmente

da lava basáltica. Se extienden en la porción norte y noreste del Distrito Pachuca, formando grandes mesetas (Mesa Chica, Mesa Doña Ana).

A continuación se describen las formaciones antes mencionadas; las más bajas, estratigráficamente, se describen someramente, haciendo énfasis en las del Grupo Pachuca y principalmente en las que afloran en el área de estudio (fig. # 2).

ERA MESOZOICA.

SISTEMA CRETACICO.

Formación El Abra.

Esta formación está constituida por calizas puras de color gris claro, se presenta en estratos gruesos con algo de dolomita intercalada.

Es la unidad litológica más antigua y aflora al NE de la zona de estudio, se le asigna una edad Albiana y Cenomaniana temprana (Bonet, 1952); su localidad tipo se localiza en el poblado de El Doctor en el Municipio de Cadereyta, Qro.

Esta Formación comunmente es llamada Formación El Doctor, aunque ésta se refiere únicamente a un banco arrecifal que se localiza en el pueblo El Doctor en el Estado-

de Querétaro, (Wilson, 1955).

La Formación El Abra es equivalente, en gran parte, a las Formaciones Tamaulipas Superior y Cuesta del Cura de las partes Centro-Oriental y Nor-oriental de México y a la Formación Morelos hacia el Sur de la Cd. de México.

Formación Soyatal/Cuautla.

La Formación Soyatal/Cuautla, sobreyace en discordancia erosional a la Formación El Abra; estas formaciones fueron descritas por Wilson (1955) y Fries (1960) respectivamente. Afloran al norte del área de estudio (8 Km - - aproximadamente); constituidas por calizas impuras en capas delgadas y gruesas, se les asigna la edad del Turoniano, ambas son semejantes, litológica y cronológicamente. La Formación Soyatal presenta capas más delgadas por ser de una facies diferente.

Formación Mexcala.

Esta Formación sobreyace concordantemente a las formaciones anteriores; su localidad tipo se encuentra en el pueblo del mismo nombre en el Estado de Guerrero; está constituida litológicamente por lutitas y areniscas interestratificadas, se le considera una edad del Cretácico Superior (Bose, 1922). Aflora al norte de la zona de estudio, en las cercanías del Río Amajac. Sus afloramientos

tos fueron intensamente erosionados antes de que se depositaran las rocas terciarias.

ERA CENOZOICA.

SISTEMA TERCIARIO.

Formación El Morro.

Las rocas continentales pertenecientes al principio del terciario, depositadas en la región, consisten en un conglomerado calcáreo rojizo, generalmente bien consolidado; está dispuesto en capas variables, de gruesas a masivas, las que fueron nombradas Grupo El Morro por Segertrom (1956). Las rocas pertenecientes a este grupo contienen mezclados material tobáceo y derrames de lava contemporáneos, principalmente de composición variable, de basáltica a andesítica. Estas rocas se depositaron durante el Eoceno tardío y el Oligoceno temprano, en depresiones producidas por un fuerte fallamiento en bloques que siguió al plegamiento y a la intensa erosión de las rocas cretácicas.

Formación Santiago.

Definición.

Es la Formación terciaria más antigua del Grupo Pachu

ca y consiste en derrames de lava, brechas y tobas interestratificadas de composición variable de andesítica a riolítica, con algunas intercalaciones de rocas epiclás-ticas.

Localidad tipo y posición estratigráfica.

La localidad tipo se encuentra en el cerro de Santiago o de Coronas, ubicado al oriente de la Cd. de Pachuca, teniendo como coordenadas locales 8660 N y 15100 E.

La Formación Santiago es la más antigua del Grupo Pachuca y se encuentra en la base de éste; sobreyace con -cordantemente, al conglomerado El Morro y subyace discor-dantemente a la andesita de la Formación Corteza.

Litología y espesor.

Está constituida por derrames de lava, brechas y tobas interestratificadas de composición variable de andesítica a riolítica.

El color de la roca es de gris a gris verdoso, general-mente de textura porfirítica. Contiene de 20 a 30 por - - ciento de fenocristales, que consisten en su mayoría de plagioclasas y en menor proporción se presentan piroxe - nos y anfíbolos alterados.

A esta formación se la han medido 480 m de espesor, - pero no se conoce su base por lo que se supone que su espesor total debe ser mayor.

Edad y distribución.

La Formación Santiago es del Eoceno Tardío y Oligoceno Temprano (Fries, 1962). Esta Formación no aflora en el área de estudio y en el distrito minero de Pachuca - tiene la zona de afloramiento más pequeña entre todas - las unidades.

Existen muy pocos afloramientos de esta formación. -- Aparte de su localidad tipo, se la ha encontrado en los laboreos del Distrito Pachuca y en los afloramientos del Río Amajac al norte de este mismo Distrito.

Formación Corteza.

Definición.

El nombre de Formación Corteza se propone aquí para - la unidad constituida de derrames andesíticos y basálticos con un miembro tobáceo basal.

A esta formación se le conoce también con el nombre de "Andesita Negra".

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

Su localidad tipo se considera que corresponde al tramo del crucero Fortuna, ubicado en la veta Corteza de la mina San Juan Pachuca, de la que forma el respaldo del - alto en una distancia de 1000 m a lo largo del nivel 270 de esta unidad.

Le corresponde el segundo lugar, de abajo hacia arriba, en el Grupo Pachuca, sobreyace a la Formación Santiago con una discordancia erosional pequeña y subyace con discordancia erosional a la Formación Pachuca.

Litología y espesor.

La Formación Corteza se distingue fácilmente de las demás, debido a que es la única que está constituida por andesita no porfídica en la región.

En la base de esta formación se presenta un miembro tobáceo de color variable de rojo oscuro a gris claro, su composición es andesítica y se encuentra muy caolinizada y cloritizada.

Los derrames de lava varían de color rojizo hasta gris oscuro, donde están más alteradas, el color varía de -- gris verdoso a rojo. Localmente contienen cantidades pequeñas de fenocristales de plagioclasas esparcidos hasta de 5 cm de longitud.

El espesor de la formación es variable, quizá el mínimo sea de 50 m al poniente del Distrito Pachuca, al sur del tiro Paricutín, hasta el máximo arroximado de 300 m en un punto ubicado medio kilómetro al poniente del tiro San Juan Pachuca del mismo Distrito.

Edad y distribución.

Esta formación es del Oligoceno Medio (Fries, 1962);- sus áreas de afloramiento están limitadas a las inmediaciones de la Cd. de Pachuca. Al norte del Distrito aflora en el Río Amajac. En el subsuelo, esta formación está ampliamente distribuída en la mina San Juan Pachuca, principalmente en el nivel Fortuna.

Formación Pachuca.

Definición.

El nombre se escogió debido a que la unidad tiene el área de afloramiento más grande de todas las formaciones que afloran cerca de la Cd. de Pachuca. Consiste en un miembro clástico tobáceo bastante continuo en la base, - cubierto por derrames andesíticos y dacíticos interestratificados con varios miembros tobáceos lenticulares y capas de brecha alternadas con derrames masivos en la parte superior de la formación.

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

La localidad tipo de la Formación Pachuca se considera que corresponde al afloramiento que desde el contacto con la Formación Corteza (en la orilla Oriental de Pachuca, - en las coordenadas 9650 N y 14750 E), se extiende directamente hacia el oriente en una distancia de 870 m hasta el contacto con la Formación Real del Monte.

Es la tercera Formación en antigüedad, de la sucesión volcánica terciaria en la región; sobreyace en discordancia erosional a la Formación Corteza y subyace concordantemente a la Formación Real del Monte.

Litología y espesor.

La Formación Pachuca comprende rocas de tipos litológicos variados. El tipo más voluminoso consiste en rocas de derrame, particularmente en la parte superior de la formación, seguidas por brechas o conglomerados volcánicos y por capas clásticas tobáceas de grano más fino.

Un miembro clástico tobáceo forma la base de la Formación Pachuca; está constituido por material bien estratificado y litificado en capas de 0.5 a 50 cm de espesor, - compuestas por alternancias de estratos de limo y arena - bastante bien clasificados.

El color es variable, desde el rojo oscuro al verde grisáceo; hay una capa gruesa de brecha o conglomerado volcánico, compuesta por fragmentos gruesos variables, desde angulosos hasta redondeados, que se encuentran en el miembro clástico tobáceo basal. Arriba de este miembro se encuentran rocas de derrames de diversos tipos; la roca de derrame relativamente poco alterada es de color rojo pálido o menos comunmente rojo oscuro. La roca cloritizada tiende al gris verdoso.

La brecha de derrame es de color variable, de gris oscuro a rojo grisáceo o verde azulado de acuerdo con el grado de alteración; su composición varía de andésita a dacita.

En el área de estudio no fue posible medir el espesor de esta formación. En el Distrito Minero Pachuca-Real -- del Monte, su espesor oscila de 110 m en las cercanías -- del Cerro de Cubitos, al sur de Pachuca, hasta unos 620 m de la mina La Rica, cerca de Real del Monte. Sin embargo, en gran parte del distrito, su espesor se encuentra entre los 300 y 500 m; el miembro clástico tobáceo basal tiene un espesor máximo de 20 m.

Edad y distribución.

A la Formación Pachuca se le asigna una edad del Oligoceno tardío al Mioceno temprano, (Fries, 1962).

Los afloramientos de la Formación Pachuca, están distribuidos en la parte NW del área de estudio.

Regionalmente, los afloramientos de esta formación se localizan en el flanco suroccidental de la Sierra de Pachuca y al Oriente de esta Ciudad, de la cual toma su nombre.

Petrografía.

Esta formación es esencialmente de origen piroclástico con algunos derrames volcánicos. Las tobas andesíticas están constituidas esencialmente de fragmentos de roca de tipo intermedio y vidrio parcialmente desvitrificado; los fragmentos de roca presentan textura hialopilitica, la matriz contiene numerosas biotitas alteradas a clorita, las tobas dacíticas sólo fueron reconocibles por el cuarzo y la composición de la matriz, ya que no fue posible la identificación de plagioclasas; contiene también numerosos fragmentos líticos. Los derrames andesíticos son característicos, petrográficamente, por su textura microlítica porfídica. La dacita es equigranular de grano fino, con un contenido alto de titanita como mineral accesorio.

Formación Real del Monte.

Definición.

El nombre de esta formación se debe a que se halla ampliamente distribuida en los laboreos subterráneos de la población de Real del Monte; consiste de brechas y capas tobáceas de composición andesítica y dacítica.

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

Su localidad tipo se localiza en las coordenadas - - 10290 N y 15560 E, en contacto con la Formación Pachuca,

Esta formación cubre concordantemente a la Formación Pachuca y subyace de la misma manera a la Formación Santa Gertrudis.

Litología y espesor.

En la base de la Formación Real del Monte, se presentan localmente capas tobáceas clásticas que tienen composición general andesítica. Más arriba, se presentan otras lentes tobáceas clásticas de color variable, de rojo oscuro a gris claro y se muestran seudoestratificadas.

Arriba de las capas clásticas basales, en donde éstas se presentan directamente encima de la Formación Pachuca se encuentran derrames de lava interestratificados con brechas.

Un rasgo único de la Formación Real del Monte, que a-

su vez es una guía importante para reconocerla tanto en la superficie como en el subsuelo, consiste en el gran espesor de sus capas de brecha. Su color es grisáceo a rojizo grisáceo, la roca alterada tiene colores de gris-verdoso a pardo amarillento.

El espesor máximo de esta formación es de 350 m; se localiza en áreas cercanas a las coordenadas 14000 N y - - 18000 E. En otras partes, la formación se adelgaza hasta alcanzar un espesor mínimo de 120 m.

Edad y distribución.

La edad de la Formación Real del Monte es del Mioceno Temprano al Mioceno Medio (Fries, op. cit.).

Esta formación no aflora en el área de estudio y en la región aflora en una franja que comienza en la parte meridional de la Sierra de Pachuca y se extiende ladera arriba de esta Sierra, al noreste de la Cd. de Pachuca.

Formación Santa Gertrudis.

Definición.

El nombre de la formación se debe a que esta unidad forma el respaldo del bajo y una parte del respaldo del alto de la veta Santa Gertrudis, del Distrito Pachuca.

Real del Monte, en el tramo más productivo cerca de la superficie (8300 N y 18300 E).

Son rocas de derrame, compactas, con cantidades menores de brecha y de otras capas clásticas y tobáceas, con composición andesítica predominante que localmente cambia por transición a dacita.

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

La localidad tipo de esta formación se encuentra en la barranca principal al noreste del pueblo de la Reforma, (8300 N y 18300 E).

Después de la Formación Real del Monte, aparece concordantemente la Formación Santa Gertrudis; esta formación se encuentra en la parte superior de tres formaciones -- continuas y que no están separadas por discordancia alguna. Dichas formaciones son: Pachuca, Real del Monte y Santa Gertrudis. Estas formaciones fueron denominadas -- "Serie La Rica" por Hulin (1929).

Litología y espesor.

Un miembro clástico tobáceo con menos de 1 m de espesor, forma la base de la Formación Santa Gertrudis.

Constituida principalmente por rocas de derrame y en-

menor cantidad brechas y capas tobáceas. Pequeños granos de cuarzo son visibles en muestras de mano y tienen suficiente abundancia local para justificar el uso del nombre dacita, aunque gran parte de la roca de derrame se clasifica como andesita.

Es importante hacer notar que esta formación es distinguible por sus derrames de andesita de piroxena porfídica; las rocas de derrame son de color gris a gris verdoso; la roca intemperizada presenta un color pardo amarillento, su textura es porfídica con matriz afanítica.

La parte más gruesa de la Formación Santa Gertrudis, que es de 350 m, se halla en las cercanías del tiro Sagrado Corazón, pero se adelgaza a menos de 200 m, en el borde septentrional del Distrito Pachuca-Real del Monte.

Edad y distribución.

La edad de esta formación es del Mioceno Medio (Fries op cit.). En el área de estudio esta formación no se presenta y en la zona aflora en tres pequeñas zonas aisladas hacia el noreste, este y este-sureste de la Cd. de Pachuca respectivamente; en los laboreos subterráneos se le ha encontrado al sur del tiro La Rica y al norte y norte-poniente de la población de Real del Monte.

Formación Vizcaína.

Definición.

El nombre de esta formación se debe a la falla y veta del mismo nombre que representa una de las principales - estructuras del distrito minero de Real del Monte y Pa - chuca. Consiste de derrames de lava, capas de brecha, to - bas y un miembro clástico basal extenso. Estas rocas en - el área de estudio tienen composición andesítica exclusi - vamente.

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

La localidad tipo de esta formación se localiza a 800 m al noreste del pueblo La Reforma, coordenadas 8320 N - y 18750 E.

Sus contactos, tanto superior como inferior están mar - cados por discordancias angulares y erosionales.

La Formación Vizcaína fue denominada "Serie Purísima" en un resumen publicado por Hulin (1929), pero este nom - bre se ha usado para otras formaciones en Norte América, por consiguiente se ha descartado en el Distrito de Real del Monte y Pachuca.

Litología y espesor.

Consiste de un miembro clástico basal, derrames de lava y capas de brecha. La composición de las rocas es andesítica y su textura es porfídica. Las capas de brecha están integradas por bloques de lava pseudoredondeados -- por absorción de la matriz y poco clasificados, con matriz tobácea y la toba por arenisca tobácea y brecha volcánica; presenta colores variables de pardo rojizo a ver de claro. Las lavas tienen un color rojizo pálido y estructura fluidal.

La cima del depósito está oxidada debido al efecto de los derrames de lava, las rocas de la Formación Vizcaína están alteradas en grado variable, de manera muy similar a las rocas de las formaciones volcánicas más antiguas.

La formación oscila entre 200 y 250 m de espesor, aun que en los laboreos subterráneos del Distrito de Pachuca se le han medido hasta 600 m, en otros sitios se acuña, -- principalmente, en la porción oriental. El miembro basal tiene un promedio de 20 m de espesor.

Edad y distribución.

A esta formación se le asigna una edad del Mioceno tardío (Fries, op. cit.) y constituye la roca superficial -- que tiene amplia distribución en el área de estudio.

Petrografía.

Esta formación contiene rocas de diversas composiciones y se clasifican en andesita porfídica y dacita porfídica; las primeras por lo general tienen textura microclítica de reliquia; se encuentran sumamente alteradas y en las segundas, los fenocristales de gran tamaño (de 5 a 7 mm) son de cuarzo y plagioclasas en una matriz microcristalina. Se encontraron también tobas riolíticas intercaladas en los derrames, las que están caolinizadas en diferentes grados. Existen también brechas de composición andesítica y dacítica.

Formación Cerezo.

Definición.

Esta formación consta principalmente de derrames y cañas volcanoclásticas con algo de brecha volcánica y brecha tobácea. Este nombre se debe a la exposición de buenos afloramientos ubicados al poniente del pueblo de Cerezo.

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

Su localidad tipo se encuentra en las coordenadas 12600 N y 14300 E, localizadas a unos cientos de metros al nor-poniente del pueblo de Cerezo.

Antes de que se depositara esta formación sobre la Formación Vizcaína que es la que la subyace, la superficie estuvo sometida a un largo período de erosión y basculamiento, por lo que existe una discordancia de tipo angular.

Litología y espesor.

La Formación Cerezo está integrada principalmente de derrames, capas volcánicas clásticas y poca brecha volcánica, su composición varía de riolítica a riodacítica. Esta formación es la que se encuentra mayormente alterada por el proceso hidrotermal, aunque sus valores en sulfuros no son importantes, su composición silícea la hace única dentro de la serie.

Las capas clásticas volcánicas son delgadas de 3 a 6 cm y se separan con facilidad, su color es gris amarillento. En ocasiones se presentan capas tobáceas de color blanco silíceas en la base de esta formación.

Las rocas de derrame tienen un color rojo pálido y una tosca estructura fluidal, con rayas de color grisáceo de una fracción de milímetro de ancho, se presentan en zonas más anchas de color más claro, dando a la roca apariencia de escasa compacidad.

El espesor máximo es de unos 220 m y se halla en la

parte noroccidental del Distrito Pachuca-Real del Monte, casi directamente al norte de la Cd. de Pachuca. En otros lugares el espesor oscila entre los 50 y 120 m. El espesor máximo original pudo haber sido mayor del que ahora existe, ya que esta formación estuvo expuesta a un período de erosión intensa.

Edad y distribución.

Esta formación es de fines del Mioceno (Fries, 1962) y principios del Plioceno. Aflora en la parte poniente del área de estudio; regionalmente las zonas de afloramiento más grandes corresponden a las partes noroccidental, suroriental y en las cercanías de El Chico, al norte del Distrito Pachuca.

Petrografía.

Esta formación es casi en su totalidad de origen piroclástico, con algunas rocas de derrame, su principal constituyente es una riolita fluidal con numerosos fragmentos de roca que tienen forma subredondeada o bien redondeada. Se presenta también un vitrófido riolítico con bastante biotita como mineral accesorio. En partes sólo está representada por tobas de composición riódacítica y en algunos casos derrames de la misma composición con textura porfídica en la que los fenocristales son de cuarzo y plagioclasas en mayor proporción.

Formación Tezuantla.

Definición.

El nombre de esta Formación se debe a que esta unidad aflora en la parte sureste del Distrito de Pachuca-Real-del Monte, cerca del pueblo de Tezuantla del cual toma su nombre; constituida principalmente por una serie de derrames de lava dacítica.

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

Su localidad tipo se localiza en las cercanías del pueblo de Tezuantla.

Esta formación es la más joven y la última de la secuencia denominada Grupo Pachuca; descansa discordantemente sobre la Formación Cerezo, subyace en discordancia angular a la Formación Zumate.

Litología y espesor.

Esta formación está integrada por una serie de derrames de lava dacítica. Los derrames de lava muestran un bandeamiento coloreado, producto de la alteración y fluidez, su coloración varía del gris pardusco al gris rosado, la roca intemperizada presenta colores gris y gris obscuro.

Su espesor máximo medido es de 150 m pero se supone -
que su espesor máximo total es mayor, pues dicha forma -
ción ha sido intensamente erosionada.

Edad y distribución.

Su edad corresponde al Plioceno inferior (Fries, 1962)
Los afloramientos que se encuentran al norte del Distrito
Pachuca-Real del Monte, se localizan al NE del Río Metz-
titlán, por otro lado se extiende hacia el sur y forma -
las prominencias denominadas Peña del Gato y Peña del -
Aguila. En el área de estudio no existe.

Formación Zumate.

Definición.

El nombre de Formación Zumate fue propuesta por Fries
(1956), para una sucesión de derrames, aglomerados y la-
hares o derrames de lodo volcánico.

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

Su localidad tipo se encuentra en la peña del Zumate-
localizada al norte de la población de Real del Monte, en
las coordenadas 14350 N y 20920 E.

La Formación Zumate sobreyace en discordancia erosio-
nal y angular a las Formaciones Tezuantla, Cerezo y Viz -

caína y en ciertos lugares a rocas más antiguas del Grupo Pachuca, representa a la primera formación postmineral, - pues la mineralización no atraviesa esta formación y subyace en discordancia erosional a la Formación San Cristóbal.

Litología y espesor.

La formación está representada por una sucesión de derrames, rocas dacíticas y aglomerados de composición dacítica.

Su miembro basal está formado por material erosionado proveniente de las formaciones anteriores; los clastos - que la constituyen son subredondeados con una matriz de arenisca tobácea. La mayor parte de la formación está - - constituida por derrames dacíticos de color rojizo y - - gris con estructura fluidal, finalmente, la parte superior se compone de un aglomerado y depósitos laháricos.

El espesor real de esta formación no se conoce pero - se calcula que fue de 500 m o más; el espesor máximo medido es de 360 m.

Edad y distribución.

A la Formación Zumate se le asigna una edad del Plioceno medio (Fries, op. cit.)

La mayor área de afloramiento está representada en la parte más elevada de la Sierra de Pachuca, por las prominencias topográficas más sobresalientes de la región - - (Las Monjas, Los Frailes). Hacia el sur, sólo existen - - remanentes ya que la mayor parte de esta formación ha sido erosionada; en el área de estudio no existe.

Formación San Cristóbal.

Definición.

El nombre de Formación San Cristóbal se debe a que sus afloramientos se localizan en el Cerro de San Cristóbal, al noreste de la Cd. de Pachuca; constituidos por una secuencia de derrames andesíticos.

Localidad tipo y posición Estratigráfica.

Su localidad tipo se localiza en el Cerro de San Cristóbal del cual toma su nombre, ubicado en un barrio de la Cd. de Pachuca; en las coordenadas 10700 N y 13400 E. En esta localidad se descubrieron los minerales tridimita y cristobalita por Von Rath en 1868 y 1889 respectivamente.

Dentro del Distrito de Pachuca-Real del Monte esta formación no está cubierta por ninguna otra y descansa en - discordancia erosional sobre cualquier otra más antigua.

Al noreste de este distrito, la formación se intercala en la Riolita Navaja y con la Formación Atotonilco el Grande; en esta misma área está cubierta por aluvión y la Tranquila Guajolote. Al noroeste se intercala con la Formación Tarango y se encuentra cubierta por derrames basálticos más recientes.

Litología y espesor.

La Formación San Cristóbal está constituida completamente por derrames de andesita de olivino y algunas capas intercaladas de toba.

El espesor máximo de la Formación San Cristóbal se desconoce pero se supone mayor de 300 m en base a la altura de su localidad tipo (Cerro de San Cristóbal).

Edad y distribución.

La edad de esta formación es del Plioceno Superior -- (Fries, 1956) en el área de estudio no existe; regionalmente tiene muy pocas áreas de afloramiento y en el Distrito Minero Pachuca-Real del Monte sólo aflora al noreste de la ciudad.

IV. 2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Regionalmente, las estructuras consisten en una serie de pliegues en su mayoría orientados en una dirección --

noreste y cuya expresión geográfica fundamental es la Sierra Madre Oriental. El plegamiento está relacionado directamente con la Orogenia Laramide de fines del Cretácico y principios del Terciario. Dentro de estos plegamientos, los que más destacan son los anticlinorios de Peña Colorada y Cerro Blanco, los cuales tienen rumbo Norte-Sur.

Tectónicamente la región pasó desde una fase de plegamiento hasta una de fracturamiento y fallamiento normal.

A mediados del Oligoceno principió un largo período volcánico que dió origen a las formaciones del Grupo Pachuca, dicho período culminó en el Plioceno Temprano. Posterior al depósito de estas rocas, la zona estuvo sometida a esfuerzos verticales y esfuerzos dirigidos N-S, lo que originó una tectónica de bloques fallados, escalonados en los que el rumbo de las fallas y fracturas tienen una orientación E-W; estas fallas facilitaron la circulación de los fluidos mineralizantes y acondicionaron las rocas para el emplazamiento de las vetas y diques, como ejemplo de estos últimos se citan al dique Arévalo-Capula y el dique San Juan Gallo.

Las capas inferiores de los depósitos clásticos terciarios tienen buzamientos más fuertes que los de las superiores, que son casi horizontales, lo que indica que el fallamiento iba disminuyendo mientras el material se acumulaba.

Las estructuras que se mapearon (diques, fallas, fracturas etc.) presentan un rumbo predominante E-W, con variación al NW-SE y echados al sur, que van de 60° a 85° .

Las principales estructuras del área son: la veta-dique Arévalo Capula, de composición riolítica la que se ha mapeado por una longitud de 20 Km aproximadamente, a lo largo de la cual existen obras mineras (que van desde pequeñas catas hasta minas de varios Km de laboreos) tienen un rumbo preferencial E-W y echado vertical al sur.

Otra de las estructuras más importantes es la veta-dique Poder de Dios-San Juan Gallo, la cual se ha mapeado a lo largo de 10 Km aproximadamente, esta estructura tiene un rumbo NW 60° SE, con echado al sur.

Esta tendencia, en rumbo de las fallas, constituye el principal conjunto de estructuras y en el él se encuentran emplazados los principales cuerpos mineralizados.

Las fallas tienen una longitud variable, desde unos cuantos metros hasta más de 3 Km; por lo general, son fallas normales que por lo regular han dado origen a los cauces por donde drenan los arroyos y sus afluentes.

Las estructuras se manifiestan en superficies en forma de vetas de cuarzo, fracturas oxidadas con sulfuros diseminados y en vetillas, principalmente de cuarzo-cal-

cita-pirita. En los respaldos de los diques, se encuentran los principales cuerpos de mineral, como se puede constatar en las minas de Arévalo, Santo Cristo, La Preciosa y Samaria.

Existe también otro sistema de fallas y fracturas posterior al depósito de la Formación Zumate, el cual tiene un rumbo general N 10° E y forma un enrejamiento subrectangular con el grupo anterior. Las fallas de este sistema son normales y forman en ocasiones pequeños Horsts y Grabens.

IV. 3.- GEOLOGIA HISTORICA.

En el Cretácico Temprano (Albiano-Cenomaniano), hubo una subsidencia acompañada por una transgresión hasta el Turoniano Tardío, evidenciada por los potentes espesores de rocas sedimentarias, que afloran al nor-poniente del Distrito Pachuca.

Durante el Albiano, la costa se fue retirando paulatinamente, dando lugar a una zona de aguas someras, lo cual propició el desarrollo de arrecifes de barrera. Durante el tiempo de crecimiento de estos arrecifes, la cuenca se fue hundiendo paulatinamente, dando lugar a que se depositaran sedimentos de aguas profundas, como la Formación Cuesta del Cura (Zimapan, Hgo.) pero como en la zona de Pachuca los depósitos de sedimentos eran de aguas poco profundas, dieron lugar al crecimiento de arre

cifes de tipo Biostroma, como lo indica la Formación El Abra.

En el Cenomaniano, hubo una emersión general y por consiguiente la erosión de las zonas emergidas.

En el Cretácico Superior, la emersión continuó y las primeras pulsaciones de la Orogenia Laramide debieron de haberse manifestado con un mayor aporte de sedimentos clásticos, lo que dió origen a las capas de arenisca con interestratos de lutita que integran a las Formaciones Soyatal y Mexcala.

En el Paleoceno, continúa la emersión-regresión con deslizamientos hacia el Este; el levantamiento culminó en el Eoceno Temprano, con la Orogenia Laramide, dando lugar a la Formación de la Sierra Madre Oriental.

Las fuerzas verticales dieron origen a grandes fallas ocasionando una tectónica de bloques fallados. A fines del Eoceno y principios del Oligoceno, los materiales erosionados fueron rellenando con sus productos a las depresiones existentes; ésto dió origen a un conglomerado calcáreo continental que se conoce como Formación El Morro.

En el Oligoceno Tardío, Mioceno y Plioceno Temprano, se tiene un largo período de actividad volcánica (ácida-

intermedia) y es cuando ocurre el depósito de las formaciones que integran al Grupo Pachuca. Estas formaciones constan de una sucesión de brechas, tobas y derrames de composición variable, de andesítica a dacítica, como se puede constatar en las Formaciones Pachuca, Vizcaina y Cerezo, que afloran en el área de estudio.

En el Plioceno Medio, existe una participación importante de la actividad ígnea intrusiva; se lleva a cabo el emplazamiento de diques (Arévalo-Capula, Poder de Dios-San Juan Gallo) y el depósito de la mineralización en toda la región. Posteriormente se acumularon las rocas de la Formación Zumate, a las que se les considera postminerales.

En el Plioceno Superior-Pleistoceno, se tiene un vulcanismo final, representado por los derrames basálticos que cerraron cañones y valles. Estos derrames taparon el desagüe al sur de la Cd. de México, dando lugar a la actual Cuenca de México; también dieron origen a los lagos o zonas lacustres donde se depositaron los sedimentos de las formaciones que están constituidas por material clásico, derivado de las rocas volcánicas terciarias.

V.- YACIMIENTOS MINERALES.

V. 1.- RASGOS GENERALES.

En superficie, las vetas o zonas mineralizadas, sólo se manifiestan por medio de coloraciones gris-rojizo en forma de franjas que son producto de las alteraciones y en afloramientos representados por crestones con abundante cuarzo.

Las alteraciones principales son: oxidación, argilitización, carbonatación, silicificación, caolinización, piritización y propilitización.

Los depósitos minerales constan de vetas angostas que se encuentran alojadas en fallas, fracturas y en los respaldos de diques, donde las condiciones tectónicas favorecieron el desarrollo de brechas o zonas de debilidad.

Las vetas que se localizan en la zona, se dividen en dos sistemas: un sistema que sigue un rumbo NW-SE, con variaciones E-W y un sistema N-S. El Sistema NW-SE, es el que se presenta con mayor frecuencia en el área. Las vetas individuales de este sistema tienen rumbos variables, pero generalmente se conocen como vetas E-W.

Las zonas mineras más importantes de la región se localizan al SE del área de estudio (Capula, El Chico y --

San Sebastián Capulines).

V. 2.- FORMAS Y DIMENSIONES.

Las vetas se consideran como cuerpos tabulares finitos. El término veta se aplica aquí a cuerpos tabulares de mineral, distintos en composición al de las rocas encajonantes.

De acuerdo a su forma, los yacimientos se presentan como rellenos de fisuras o yacimientos de fisura, como las llama Bateman (1957, p. 142); éste dice que un filón de fisura es una masa mineral tabular que ocupa una o más fisuras, en donde dos de sus dimensiones son mucho mayores que la tercera.

La mayoría de las vetas en el área, son sumamente irregulares en forma y se caracterizan por numerosas desviaciones, se cierran, expanden, se bifurcan y en partes sufren cambios a profundidad. Donde las bifurcaciones son cercanas unas de otras, pueden constituir bloque mineralizados de hasta 10 o 20 m de ancho, perpendiculares al plano de falla o en los respaldos de los diques.

En la región, las vetas tienen espesores que varían de unos cuantos centímetros a 4 m o más. Se han detectado longitudes muy variables, siendo la máxima la veta di que Poder de Dios-San Juan Gallo; con una longitud apro-

ximada de 1.5 Km. En su mayoría, son sinuosas en rumbo y sus echados varían desde verticales hasta 60° con buzamientos al sur, tienen como expresión superficial hilos de cuarzo y calcita así como franjas de alteración.

Las vetas terminan donde las fallas circundantes las desvían o son interceptadas por otras, o donde se estrechan y se convierten en simples planos de deslizamiento.

V. 3.- MINERALOGIA.

En las estructuras mineralizadas se han identificado como minerales primarios a los sulfuros de los metales básicos primarios y sulfuros argentíferos primarios. Entre los primeros sulfuros, la pirita es el mineral más abundante, seguido por esfalerita, galena y calcopirita, los sulfuros argentíferos son principalmente la argentita y acantita; estos minerales son raramente visibles en ejemplares de mano, existen también, pero en menor proporción, la polibasita y la estefanita y más raramente la proustita y pirargirita.

Como minerales secundarios se tienen principalmente; cuarzo y calcita. El cuarzo es el mineral más abundante, pues se presenta en todas las vetas. La calcita también se encuentra en todas las vetas, pero en menor proporción-

V. 4.- SUCESION MINERALOGICA.

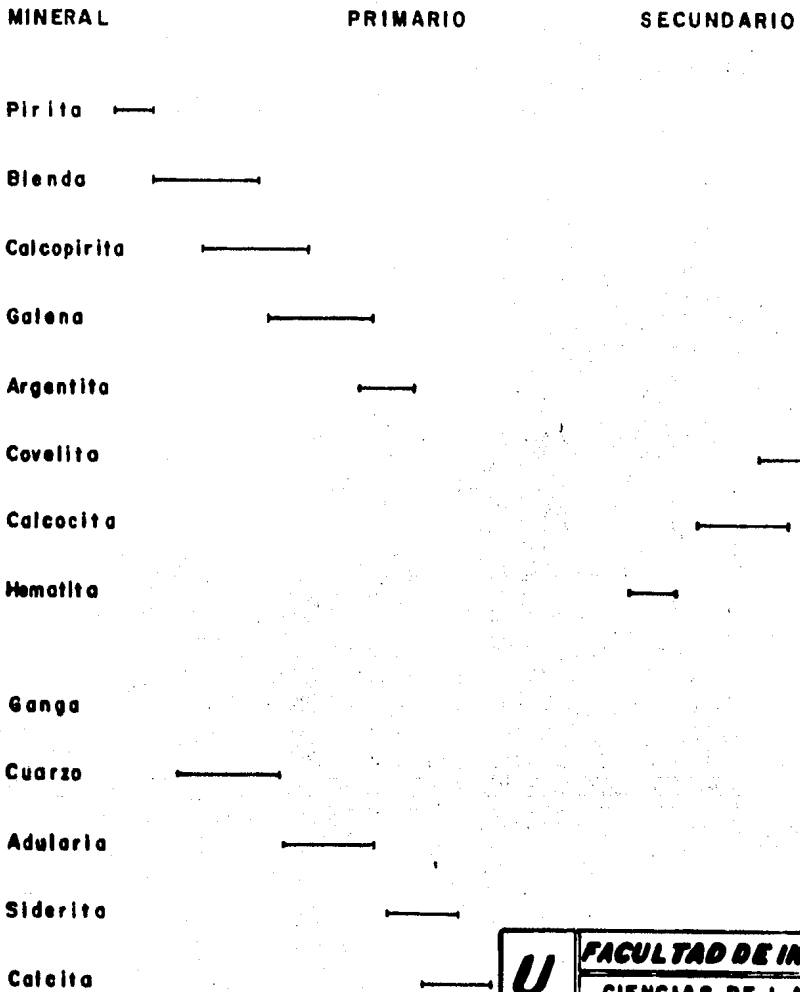
Durante el desarrollo del trabajo, se colectaron numerosos ejemplares de roca y de material de veta, que fueron estudiados al microscopio en láminas delgadas y sus superficies pulidas, con el objeto de determinar en forma específica algunas de sus características genéticas que pudieran utilizarse en la exploración del área de estudio.

Del estudio de las texturas y estructuras se concluye que la sucesión del yacimiento quedaría como se propone en la figura # 3, donde se observa que de los minerales primarios, el primero en aparecer fue la pirita y el último la argentita.

La mayor parte de los sulfuros de metales secundarios precedió a los sulfuros argentíferos. Entre estos, la pirita fue el primer mineral en cristalizar, seguido de la blenda y ésta a su vez se encuentra íntimamente ligada con la calcopirita, a la que en ocasiones se le encuentra en forma de vetillas dentro de la blenda, por lo que se deduce que el depósito de la calcopirita fue posterior al de la blenda.

La galena se presenta traslapada en tiempo con la calcopirita y la argentita. En el estudio de varias superficies pulidas se observó a la galena en tres diferentes tipos de sucesión.

SUCESION MINERALOGICA



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA		
	CIENCIAS DE LA TIERRA		
	Esquema mostrando la Sucesión de los Minerales Primarios y Secundarios.		
	TESIS PROFESIONAL		
	ALFONSO MIRANDA	1986	FIG. Nº 3

- 1.- Después de la calcopirita y antes de la argentita.
- 2.- Simultánea, en partes, a la calcopirita y anterior a la argentita.
- 3.- Posterior a la calcopirita y traslapándose en parte con la argentita.

La argentita fue el último mineral en cristalizarse.- Se encuentra en ocasiones diseminada, en otras en trazas y en forma de vetillas cortando todos los otros minerales anteriores.

V. 5.- GUIAS DE MINERALIZACION.

a).- Fisiográficas.

Estas guías las conforman pequeños crestones formados por vetas masivas de cuarzo-calcita que destacan por originar relieves más altos. Estas vetas se encuentran principalmente en zonas de falla.

Las rocas intrusivas (diques), dan un relieve bastante característico en su expresión superficial por lo que se les considera como una guía más.

Las franjas de alteración indican superficialmente las trazas de las estructuras; se reconocen con facilidad en el campo y fueron un excelente auxilio en la exploración geológica.

b).- Mineralógicas.

Las variaciones mineralógicas son generalmente el resultado de la alteración de las rocas por soluciones mineralizantes; la propilitización es el tipo de alteración más común en el distrito y se caracteriza por los siguientes minerales: Epidota, clorita, calcita y pirita. Importantes cambios mineralógicos tienen lugar durante la alteración propilitica, incluyendo el reemplazamiento de los minerales máficos originales por epidota, calcita y pirita.

Otros minerales comunes de alteración son: Sericita, carbonatos y sílice.

El reemplazamiento de los minerales primarios por algunos de estos productos de alteración han dado origen a rocas bastante alteradas y han servido como guías de la mineralización.

c).- Litológicas.

Las rocas pertenecientes al Grupo Pachuca, fueron las favorables para el emplazamiento o recepción de los fluidos mineralizantes, por lo cual se ha considerado a estas formaciones como la principal guía litológica; en el área, la mineralización se encuentra en la Formación Vizcaina y se supone que el contacto entre ésta y la Forma-

ción Pachuca se localiza a poca profundidad.

La presencia de diques, principalmente de composición riolítica, ha sido tomada como una guía más para la mineralización, ya que por lo regular los respaldos de estos diques se encuentran mineralizados o existen vetillas de mineral dentro de los diques.

d).- Estructurales.

Una de las principales guías estructurales es el arreglo de fallas y fracturas; se ha considerado como tal ya que por ellas se desplazaron los fluidos mineralizantes durante su emplazamiento.

Los cambios en rumbo y buzamiento a lo largo de las fracturas, se encuentran también entre las guías principales para la localización de los cuerpos de mineral.

V. 6.- ROCA ENCAJONANTE.

Los cuerpos mineralizados, se encuentran confinados a rocas andesíticas y dacíticas pertenecientes al Grupo Pachuca, cuando estas rocas afloran, se presentan alteradas y oxidadas. Estas zonas de alteración originadas durante el depósito del yacimiento tienen relación directa con las propiedades físicas de la roca, tales como porosidad y permeabilidad.

Durante el intemperismo, la piritita distribuida ampliamente en la pared alterada de la roca encajonante, es oxidada a limonita y hematita; los minerales arcillosos forman una zona de alteración adyacente a las vetas, (argilitización) formando una guía característica de este tipo de depósito.

V. 7.- TIPOS DE ALTERACION.

Todos los tipos de roca se hallan alterados en algún grado y debido a estas alteraciones se les observan diversas coloraciones que se encuentran localizadas en franjas que indican las trazas de las estructuras; estas alteraciones son fácilmente reconocibles en el campo y son por tanto un excelente auxilio en la prospección minera.

a).- Hipogénicas:

Cloritización.- Las rocas que presentan este tipo de alteración, son de color verdoso, tienen una amplia distribución en la zona, por lo que sólo se utilizan como una guía general hacia otras alteraciones. Como son: argilitización y oxidación.

Argilitización.- La argilitización con frecuencia se encuentra superpuesta a la cloritización y silicificación principalmente; éstas son formadas por soluciones -

ascendentes y presentan un color pardo claro. En general esta alteración es una buena guía hacia zonas importantes como vetas que se localizan dentro de las franjas de alteración.

Consiste básicamente en la alteración de feldespatos por soluciones hipogénicas. El mineral principal es la sericita y los minerales subordinados son la calcita y la piritita.

Piritización.- La piritización, ha sido formada por aporte de azufre, de origen hipogénico, por tanto se trata de una buena guía hacia la mineralización. Esta alteración se presenta formando agregados cristalinos diseminados y en vetillas.

Silicificación.- La silicificación es una guía directa de mineralización, esta alteración se debe a los procesos hidrotermales que dieron origen a la mineralización de la zona.

Las rocas que manifiestan esta alteración están confinadas a zonas de intenso fracturamiento adyacentes a las vetas y contienen los minerales esenciales de esta alteración que son: el cuarzo y feldespatos potásicos y los no esenciales que son: la clorita y piritita.

Las rocas de los respaldos de las vetas están casi to

talmente convertidas en cuarzo. En superficie se presentan en forma de vetillas que tienen unos cuantos milímetros hasta 2 m, o más de espesor y se localizan en las cercanías o dentro de las vetas y diques.

b).- Supergénicas:

Oxidación.- Es el resultado de aguas meteóricas que actuaron sobre productos de cloritización, argilitización, silicificación, piritización, etc. La oxidación presenta un color pardo oscuro a pardo rojizo, en general es fácil de determinarla y localizarla en el campo; se presenta en vetillas o en grandes manchones alargados con rumbos preferentes.

Las aguas meteóricas actúan sobre minerales susceptibles de oxidarse, tales como los sulfuros primarios. Los minerales arcillosos, los carbonatos, los óxidos de hierro y manganeso son característicos de este tipo de alteración.

Muchas fallas y fracturas han facilitado el acceso a las soluciones oxidantes. Junto con la argilitización son una buena guía hacia zonas mineralizadas.

V. 8.- HIPOTESIS GENETICA.

Los yacimientos que se localizan en el área se presen

tan como relleno de fisuras; fueron formados principalmente como incrustaciones en fallas, fracturas o cavidades abiertas, reemplazando en menor escala a las rocas de los respaldos.

La última actividad ígnea que precedió a la formación de las vetas o cuerpos mineralizados, consistió en el emplazamiento de rocas intrusivas, principalmente riolíticas y dacíticas en forma de diques, seguida de cristalización y contracción final de las masas ígneas que alimentaron a estas rocas, causaron el hundimiento, fracturamiento y fallamiento de las rocas superpuestas, permitiendo así el escape a la superficie de fluidos mineralizantes a través de fisuras en las rocas superpuestas.

Como se puede ver, este yacimiento está asociado a vulcanismo; éste es muy importante en México por su amplia distribución geográfica y por la gran diversidad de su composición.

Routhier, (1963) dice que el vulcanismo Pos-Orogenico contiene más andesitas, dacitas, latitas y riolitas que basaltos, ya sean de olivino o de piroxenos. Esto produce una contaminación del sima por asimilación del Sial teniendo como consecuencia un vulcanismo Sial-Simaico.

Menciona también que el vulcanismo y subvulcanismo pudieron haber aportado elementos metálicos a partes más altas de la litósfera.

Considerando que éste depósito se encuentra íntimamente ligado al vulcanismo, es necesario definir al yacimiento en cuanto a sus relaciones espacio-temporales con las rocas encajonantes. Debido a que los minerales de mena tienen la misma fuente que la roca encajonante, se clasifica como un yacimiento Cognado (Arriaga, 1979, Seminario C.R.M.).

Considerando lo expuesto con referencia a formas y dimensiones, mineralogía, roca encajonante y de acuerdo con las características del yacimiento que es similar a los que se localizan en la región y que son el resultado de reacciones físico-químicas que se llevaron a cabo por soluciones mineralizantes a partir de la diferenciación de un magma, se deduce que el yacimiento es de origen hidrotermal; se puede deducir también que es de baja temperatura ya que los minerales de plata (argentita y acantita), oro (telururos) son de baja temperatura (50° a 100° c.)

El yacimiento se considera como un depósito formado por aguas calientes ascendentes relacionadas con actividad ígnea, introducidas en fisuras pre-existentes y depositados por procesos químicos. De acuerdo con Bateman (1950), los yacimientos de Pachuca se consideran como vetas de fisura que se formaron por el relleno de cavidades por medio de procesos hidrotermales. Por tanto, se puede concluir que el yacimiento del área de estudio es-

un yacimiento cognado de origen hidrotermal, de temperatura baja y formado por relleno de cavidades y fisuras.

VI.- PROSPECCION MINERA.

VI. 1.- BARRENACION DE DIAMANTE.

El objetivo de la barrenación de diamante en el área de San Juan Gallo, fue el de conocer el comportamiento geológico-estructural a profundidad y así ubicar reservas de mineral, para con ello programar las obras mineras. Por medio de la barrenación se han detectado tres vetas con valores económicos de plata; las vetas antes mencionadas con las siguientes: San Juan Gallo, HR-18-19 y HR-11; esta última es la más constante en valores; por tanto, se le ha controlado por medio de barrenación de diamante una longitud de 700 m con los barrenos marcados con los números: 23, 115, 34, 14, 74, 29, 28, 248, 38 y 119.

A continuación se presenta una tabla en la que se marcan los datos de cada uno de los barrenos, tales como: número de barreno, coordenadas, longitud, rumbo e inclinación, (tabla # 1), la ubicación correcta de estos barrenos, está marcada en el plano geológico y proyectados en una sección longitudinal sobre la veta HR-11 - - (sección C-0').

Se presenta también una tabla en la que se señalan los valores obtenidos por medio de los barrenos realizados - (tabla # 2).

TABLA # 1.

No. de BNO.	COORDENADAS.	LONG. (m).	RUMBO.	INCLINACION.
14	Y=2240717.210 X=520541.041	86.86	S 10° W	- 45°
23	Y=2240758.783 X=520342.518	93.26	N	- 50°
28	Y=2240681.438 X=520698.158	128.28	S 20° W	- 30°
29	Y=2240699.459 X=520615.998	102.71	S 20° W	- 45°
34	Y=2240700.060 X=520426.027	85.03	N 20° E	- 60°
38	Y=2240626.960 X=520768.479	150.00	S 20° W	- 35°
74	Y=2240743.800 X=520550.791	267.35	S 4° W	- 55°
115	Y=2240662.001 X=520357.564	131.00	S 20° E	- 45°
119	Y=2240607.766 X=520809.898	311.31	S 30° W	- 45°
248	Y=2240583.667 X=520751.132	75.50	S 45° W	- 30°

TABLA # 2.

No. de BNO.	MUESTRA.	ESP. (m).	PROFUNDIDAD (m).	Ag.g/Ton.	Au.g/Ton.
34	H-34- 5-78	3.17	61.30 a 64.47	131	0.8
23	H-23-17-77	2.34	55.00 a 57.34	153	1.0
	H-23-18-77	1.33	57.34 a 58.67	49	-
	H-23-19-77	0.61	58.67 a 59.28	104	-
115	B-115-2-82	0.20	77.80 a 78.00	326	1.6
	B-115-4-82	0.17	94.59 a 94.76	151	0.6
14	H-14-21-77	0.63	27.12 a 27.75	400	-
74	B-74- 1-79	0.50	65.00 a 65.50	91	0.71
	B-74- 2-79	0.60	81.95 a 82.55	107	0.22
	B-74-29-79	2.00	140.65 a 142.65	205	1.8
29	H-29-22-78	3.05	77.72 a 80.77	170	0.8
28	H-28-29-77	1.52	114.41 a 116.43	59	0.2
	H-28-31-77	2.74	122.20 a 124.94	463	0.3
38	H-38- 3-78	0.30	129.30 a 129.60	117	1.0
	H-38- 4-78	3.56	129.60 a 133.16	143	1.6
	H-38- 5-78	1.14	133.16 a 134.30	128	1.0
	H-38- 6-78	1.40	134.30 a 135.70	180	1.0
	H-38- 7-78	1.10	135.70 a 136.80	195	2.0
	H-38- 8-78	0.36	136.80 a 137.16	100	T
248	B-248-3-81	0.70	34.71 a 35.50	95	T
	B-248-8-81	0.63	56.87 a 57.50	372	1.87
119	B-119-43-81	0.75	217.50 a 218.25	1040	2.0

VI. 2.- OBRAS MINERAS.

Con el objeto de explorar la veta San Juan Gallo, se programó y desarrolló una frente de 150 m con dirección-S 40° E. A los 125 m de esta frente se realizaron 2 cru- ceros; el primero hacia el N, con el que se detectaron - las vetas: Juanita, HR-11 y HR-18-19; el segundo hacia - el sur y sirvió para corroborar las vetas: San Juan , Sur San Juan. La rama sur del dique Poder de Dios-San Juan - Gallo y la veta Rosario. Después de explorar la veta San Juan en el nivel cero, fue necesario conocerla a profun- didad y para ello se dió un contratiro que inicialmente- estaba programado hasta el nivel 50- dicho contratiro, - se realizó a los 100 m de la frente antes mencionada, - con una profundidad total de 107 m. En este nivel se de- sarrollaron 2 crueros con dirección N 10° E y S 10° W - respectivamente; ésto se hizo con el objeto de comprobar las estructuras detectadas en el nivel superior; con el crucero S, de este nivel, se comprobó que las estructuras tienden a unirse a profundidad, como es el caso de las vetas HR-18-19 y HR-11; vetas Juanita y San Juan respec- tivamente, (sección B-B').

Los crueros antes mencionados cumplieron su objetivo al cortar ambas ramas del dique Poder de Dios-San Juan - Gallo y las vetas intermedias.

En los planos anexos se presenten ambos niveles con su

respectivo desarrollo y levantamientos geológicos y de interior mina.

VI. 3.- RESERVAS MINERALES.

Geológicamente el distrito minero de San Juan Gallo es de gran importancia; se tienen crestones y grandes zonas de alteración en muestreos superficiales con valores de hasta 1100 g. de Ag/Ton.

Por cálculo de reservas se entiende la evaluación hecha de una o varias sustancias que pueden ser aprovechadas para satisfacer las necesidades de la humanidad. Esta se calcula en toneladas, sólo los minerales preciosos en kilogramos y los diamantes en gramos o kilates. El tior de mineral, para el cálculo de reservas, se ha tomado de las siguientes definiciones (éstas son utilizadas por los técnicos del Servicio Geológico del Canadá) que han parecido las más completas.

MINERAL COMPROBADO O MEDIDO.- Es el material sobre el cual se calcula un tonelaje, basándose en dimensiones reveladas en afloramientos, trincheras o trabajos subterranos y/o pozos de perforación, y del cual se calcula la ley de acuerdo a los resultados de un muestreo hecho en forma adecuada. Los lugares que se pueden inspeccionar, el muestreo y las medidas, son espaciadas de tal manera y el carácter geológico es tan bien definido que el tama

ño, forma y contenido del mineral pueden ser establecidos. El tonelaje y la ley precisas deben juzgarse dentro de límites de precisión claramente establecidos.

Debe establecerse si el tonelaje y la ley mineral medido in situ es extraíble indicando el factor de dilución (pérdida), así como también las razones de tales factores claramente explicados.

MINERAL PROBABLE O INDICADO.- Se compone del material del cual se hacen cálculos de tonelaje y ley, basándose en parte en mediciones específicas y datos de producción y en parte basándose en proyecciones sobre distancias razonables y respaldadas por evidencias geológicas.

Los puntos son accesibles para ser inspeccionados, medidos y muestreados unos de los otros, como para establecer claramente la continuidad del material y la ley de la estructura.

MINERAL POSIBLE O INFERIDO.- Es el material para el que las estimaciones cuantitativas son basadas principalmente sobre un conocimiento amplio del carácter geológico del yacimiento y para el que existen pocas o ninguna, muestras o medidas.

Estas estimaciones son basadas en una continuidad y repetición supuestas, para las cuales hay indicaciones -

geológicas razonables; estas indicaciones pueden incluir comparaciones con depósitos de tipo semejante.

Cuerpos completamente sepultados, pueden ser incluidos, si para ellos existen evidencias específicas.

Las estimaciones de mineral posible o inferido, deben incluir la información sobre las condiciones dentro de las cuales ocurre el material.

El tonelaje estimado en el área está basado en los estudios geológicos-mineros y barrenación con diamante.

ESTRUCTURA:	Veta HR-11
LONGITUD:	600 m.
ESPESOR.	2.00 m.
ALTURA. (Profundidad).	100 m.
LEY	243 g. de Ag/Ton.
DENSIDAD.	2.3
TONELADAS (Probables).	276,000

Estos datos están basados en las siguientes observaciones:

ESTRUCTURA.- En el área de San Juan Gallo, se han cortado tres vetas con valores económicos de plata, pero para el cálculo de reservas probables sólo se tomó una, la

más constante en leyes.

LONGITUD.- La veta HR-11, se ha controlado con barrenación de diamante por una longitud de 700 m y sólo se están considerando 600 m.

ESPESOR.- El espesor promedio, con 6 barrenos de diamante es de 2.11 m, pero para la realización del cálculo sólo se consideraron 2 m de espesor.

PROFUNDIDAD (Altura).- Con los barrenos de diamante, se ha cortado mineral económico a una profundidad de 100 m, por tanto se han tomado 100 m, como altura.

LEY.- La ley promedio que se obtuvo de 6 barrenos de diamante es de 243 g de Ag/Ton, pero cabe hacer notar que en la superficie se tienen muestras de hasta 1100 g de Ag/Ton.

Como se podrá observar el cálculo es muy conservador pues además de los barrenos de diamante, se tienen tres pequeñas minas que son: Dolores, Rosario y Guadalupe, en las que se tienen los valores siguientes: 350, 325 y 480 g de Ag/Ton, respectivamente, en espesores que varían de 50 a 60 cm.

También existen afloramientos de brecha de intrusión que en superficie han dado valores de hasta 450 g de Ag/Ton, con espesores de 1.10 m.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII. 1.- CONCLUSIONES.

1.- El yacimiento del área San Juan Gallo, según la -- clasificación de Lindgren es de origen hidrotermal de baja temperatura, o un yacimiento cognado como lo señala -- Routhier, la mineralización está emplazada en la Forma -- ción Vizcaína de edad Mioceno Tardío, que forma parte del paquete volcánico correspondiente al Grupo Pachuca, la -- edad probable de la mineralización es ligeramente más joven.

2.- La mineralización se encuentra diseminada en forma de sulfuros en vetas de cuarzo y en los respaldos de los diques, relleno de cavidades y fisuras. Entre los sulfuros se encuentran la pirita, calcopirita, galena, esfalerita, acantita y argentita.

3.- Las vetas o estructuras son cuerpos tabulares que se encuentran emplazados en las inmediaciones de las ramas de un dique; con la profundidad las vetas se formalizan, algunas se unen y aumentan su potencia sin que esto implique una ley más alta.

4.- Las estructuras por lo general presentan un rumbo NW-SE, con echados hacia el Sur.

5.- La estratigrafía del área está integrada por rocas volcánicas extrusivas e intrusivas; las primeras están integradas básicamente por andesitas y dacitas de las Formaciones Pachuca, Vizcaína y Cerezo, pertenecientes todas ellas al Grupo Pachuca.

6.- El tipo principal de roca intrusiva en el área es el microgranito de grano fino que aflora en forma de diques.

7.- Las alteraciones más extendidas son la oxidación y argilitización que sirvieron como excelentes guías para la localización del yacimiento; en la roca encajonante se presentan también la propilitización, piritización y silicificación.

8.- Al realizar la obra directa se obtuvieron valores económicos bastante erráticos (ver plano # 3 y 4), por lo tanto el yacimiento en la actualidad se considera como no explotable en cuanto no se realicen estudios más específicos o a menos que el valor de la plata se incremente.

VII. 2.- RECOMENDACIONES.

1.- Realizar 2 barrenos de diamante en el nivel 107- (ver plano # 4). El primero de ellos ha de realizarse en la frente Sur con un rumbo $N 75^{\circ} W$, horizontal, con una longitud de 100 metros.

El objetivo de este barreno es el de detectar las vetas Sur San Juan, San Juan, HR-11 y alguna estructura paralela a ésta o en su defecto algún ramaleo de esta última, - al poniente del tiro San Juan.

El segundo se puede realizar en la frente norte de este nivel, con rumbo S 60° E, horizontal y una longitud de 175 m. Su objetivo es el de detectar la veta HR-11 y las vetas que se desprenden al sur y al alto de la veta San Juan.

Con este barreno se pretende también comprobar los valores detectados casi al tope de esta frente.

2.- De los resultados de estos barrenos, se puede decidir si se desarrolla o no la veta HR-11 en ambas frentes de este nivel.

3.- Se recomienda hacer un estudio de oclusiones fluidas con el fin de conocer mejor la Génesis del yacimiento.

4.- Se recomienda también llevar a cabo un estudio de prospección geofísica, por el método de polarización inducida, con el objeto de limitar con mayor precisión las zonas anómalas.

BIBLIOGRAFIA.

- Aguilar, G.M., 1972.- Prospección Minera de la Región-Macconi-Zimapán-Pachuca: Tesis Profesional,-- I.P.N.
- Arriaga, G.G., 1980. Algunas consideraciones sobre la clasificación de yacimientos Minerales y sus relaciones con las rocas encajonantes en México, VII Seminario Interno sobre exploración geológica-minera C.R.M. México, D. F.
- Bateman, A.M., 1963.- Yacimientos Minerales de rendimiento económico: Edit. Omega.
- Belousov, V., 1979.- Geología Estructural: Moscú, Edit. Mir.
- Cepeda, L., 1968.- Apuntes de Yacimientos Minerales: - Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
- Demant, A. Y, Robin G., 1975.- Las Fases del Vulcanismo en México: una síntesis en relación con la evolución geodinámica, desde el Cretácico: Re vista del Instituto de Geología, U.N.A.M.
- Flores T., 1926.- Estudio geológico de la zona minera comprendida entre los minerales de Atotonilco El Chico y Zimapán en el Edo. de Hidalgo: Boletín No. 143 del Scientific American, segunda edición.
- Geyne, A.R., Fries, G, Jr., Segertrom, K., Black, R.F. & Wilson, I.F., 1963.- Geología y Yacimientos

Minerales del Distrito de Pachuca-Real del Monte, Estado de Hidalgo, México: Boletín 5-E, -- C.R.M.N.R.

Geyne, A.R., Segertrom, K. Y Mapes, E., 1956.- Geología a lo largo de la carretera entre México, D.F.- Pachuca y Zimapán, Hidalgo: Distritos Mineros de Pachuca-Real del Monte y Zimapán, Hidalgo:-- XX Congreso Geológico Internacional. Excursiones A-3 y C-1, México.

Gómez, M.V.M., 1983.- Estudio Geológico Minero del área Poder de Dios, San Sebastián Capulines-Panales Edo. de Hidalgo, Tesis Profesional. I.P.N.

Huang, W.T., 1968.- Petrología: Edit. Uteha.

Huitrón, E.R., 1977.- Estudio Geológico y Geoquímico Minero de la Formación Zumate y Area Carboneras de la Región del Chico, Edo. de Hidalgo: Tesis Profesional, I.P.N.

Laguerenne, G.E., 1975.- Estudio Geológico-Geoquímico - del área El Chico-Capula, Edo. de Hidalgo: Tesis Profesional, I.P.N.

López, R.E., 1979.- Geología de México: Tomo I y II. -- Primera Edición, México, D.F.

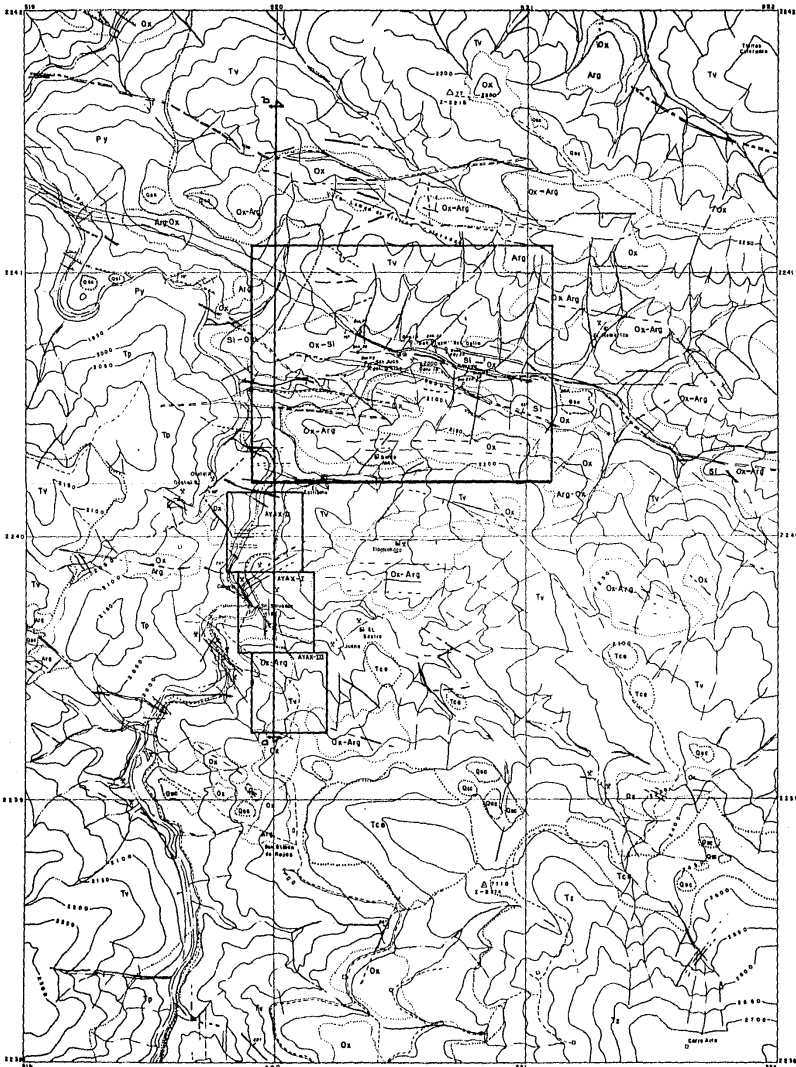
Lugo, H.J., 1981.- La relación con la Geomorfología de algunos yacimientos hidrotermales de México: - XIV Convención de la A.I.M.M.G.M.

Mapes, E., 1976.- Placas Tectónicas y su importancia en los procesos de mineralización: Sección de com pilaciones Geológico-Minerales del C.R.M.

- McKinstry, H.E., 1970.- Geología de Minas, Edit. Omega.
- Ortuño, A.S., 1981.- Geología del área de Tequisquiápan Cardonal, Estados de Querétaro e Hidalgo: Tesis Profesional, I.P.N.
- Raisz Edwin L., 1964.- Physiographic Provinces and Land Forms of Mexico. Office Naval Research, Cambridge, Mass. U.S.A.
- Revilla, M.J.L., 1981.- Estudio Geológico-Geoquímico del área Paricutín, parte Meridional del Distrito Real del Monte-Pachuca, Edo. de Hidalgo: Tesis Profesional, I.P.N.
- Routhier Pierre, 1963.- Les Gisements Metalliferes. 12, Edit. Massón et Cie. París, Francia.
- Tejeda, G.C.M., 1978.- Estudio Geológico de reconocimiento en la parte Central y Sur del Edo. de Hidalgo: Tesis Profesional, I.P.N.
- Zuñiga, E.N., 1982.- Estudio Geológico Minero del Proyecto Mar de Plata, en Carboneras, Municipio del Mineral del Chico, Hgo., Tesis Profesional. I.P.N.

PLANOS E ILUSTRACIONES.

- PLANO # 1.- Plano Geológico Regional del área San Juan Gallo.
- PLANO # 2.- Plano Geológico del área San Juan Gallo.
- PLANO # 3.- Obra minera mostrando la Geología de interior mina Nivel 0.
- PLANO # 4.- Obra minera mostrando la Geología de interior mina Nivel 107.
- PLANO # 5.- Sección D-D' transversal Regional del área San Juan Gallo.
- PLANO # 6.- Sección A-A' transversal del área San Juan Gallo.
- PLANO # 7.- Sección B-B' transversal área San Juan Gallo.
- PLANO # 8.- Sección longitudinal C-C' sobre la Veta
- HR-11-



EXPLICACION

ROCAS VOLCANICAS Y SEDIMENTOS

- Qx Aluvios
- Tv Formacion Tumbes
- Py Formacion Cayash
- Ag Formacion Vicosha
- Tc Formacion Parahuasi

ROCAS INTRUSIVAS

- Tf Paredes Orientales
- Tat Paredes Occidentales

SIMBOLOS GEOLOGICOS

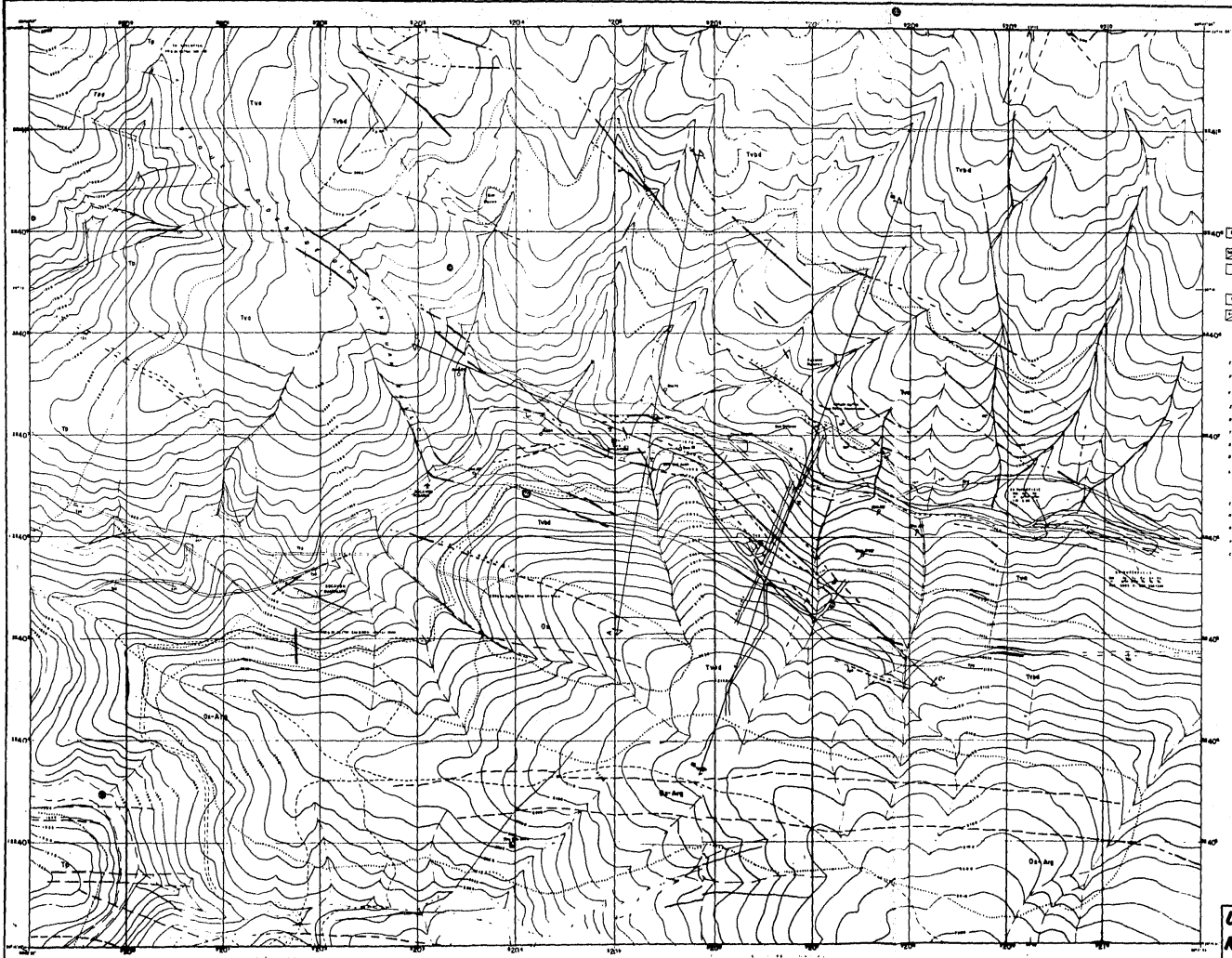
- Contraste Geologico
- Falta Normal
- Falda de Cuestas hacia el Noreste
- Zona de Clivaje Argonolita
- Zona Minera
- Tercera
- Estracion
- Barridos Paleozoicos
- Linea de Separacion

TOPOGRAFICO

- Contorno
- Rio
- Arroyo
- Vertice
- Camino
- Monumento
- Demarcacion Polifuncional
- Area de Estudio



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PLANO GEOLOGICO REGIONAL DEL AREA SAN JUAN SALTO
	TESIS PROFESIONAL AUTOR: MARCELO M. J. S. M. PLAZO DELI



EXPLICACION

ROCAS VOLCANICAS Y SEDIMENTOS

- ALUVIAL
- ARENOSAS
- ARENOSAS CON CANGRIJAS
- ROCAS INTRUSIVAS**
- GRANITO
- DIORITO
- GABRO
- ANDESITAS BASALTICAS

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- FALDA
- FALDA CON DESPLAZAMIENTO
- FALDA CON MOVIMIENTO NORMAL
- FALDA CON MOVIMIENTO INVERTIDO
- FALDA CON MOVIMIENTO COMBINADO
- FALDA CON MOVIMIENTO COMBINADO INVERTIDO
- FALDA CON MOVIMIENTO COMBINADO COMPLETO
- FALDA CON MOVIMIENTO COMBINADO COMPLETO Y DESPLAZAMIENTO

TOPOGRAFICO

- CURVA
- CURVA CON COTAS
- CURVA CON COTAS Y ALTURAS
- CURVA CON COTAS Y ALTURAS Y ALTURAS

OTROS

- POZO
- POZO CON PROFUNDIDAD
- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS
- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS

OTROS

- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS
- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS

OTROS

- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS
- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS

OTROS

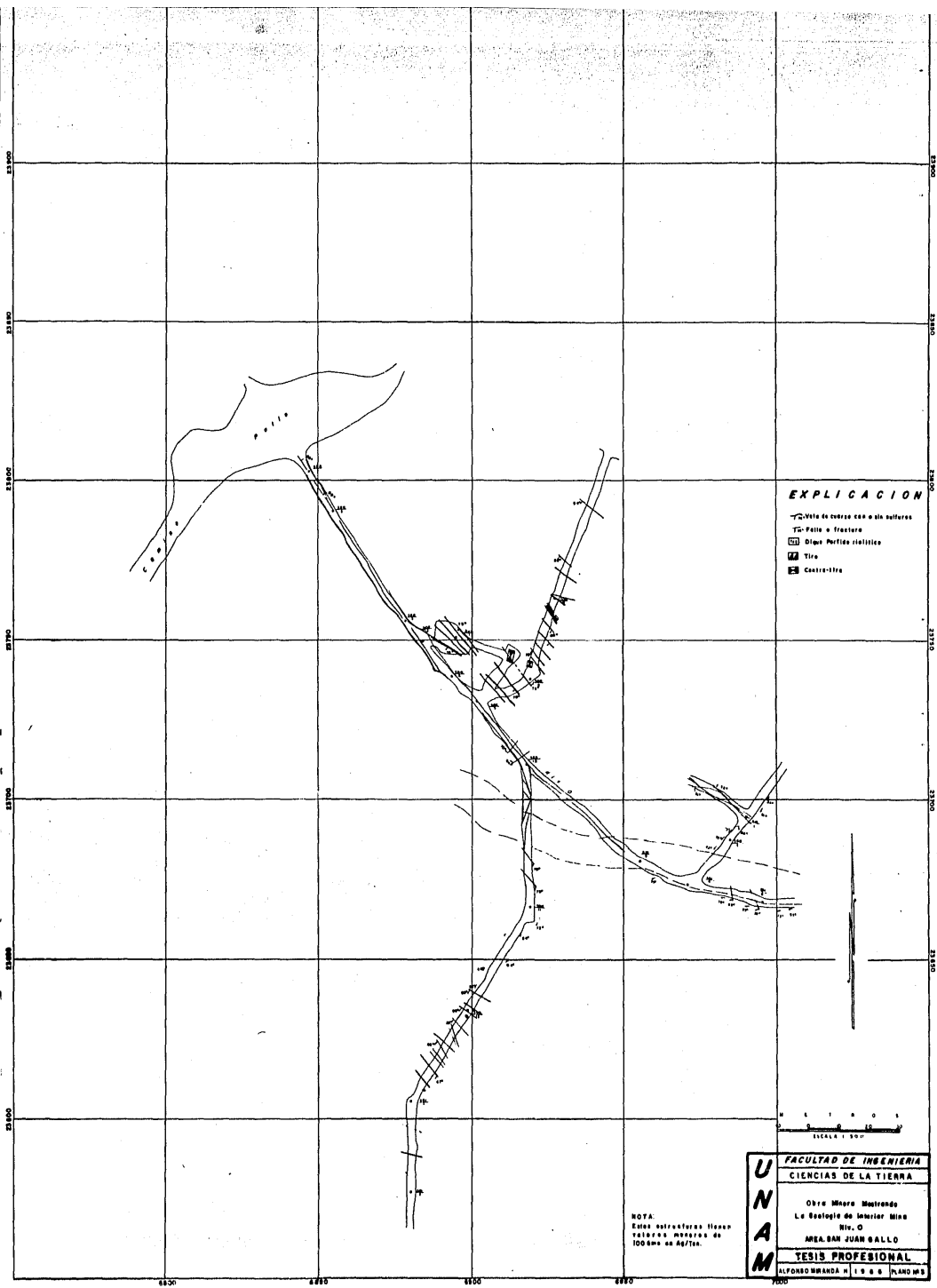
- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS
- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS

OTROS

- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS
- POZO CON PROFUNDIDAD Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS Y ALTURAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CIENCIAS DE LA TIERRA
 PLANO GEOLOGICO DEL
 AREA DEL CERRO DE SAN JUAN

INGENIERO PROFESIONAL
 (Código de matrícula) 12.000 (Plano No. 01)



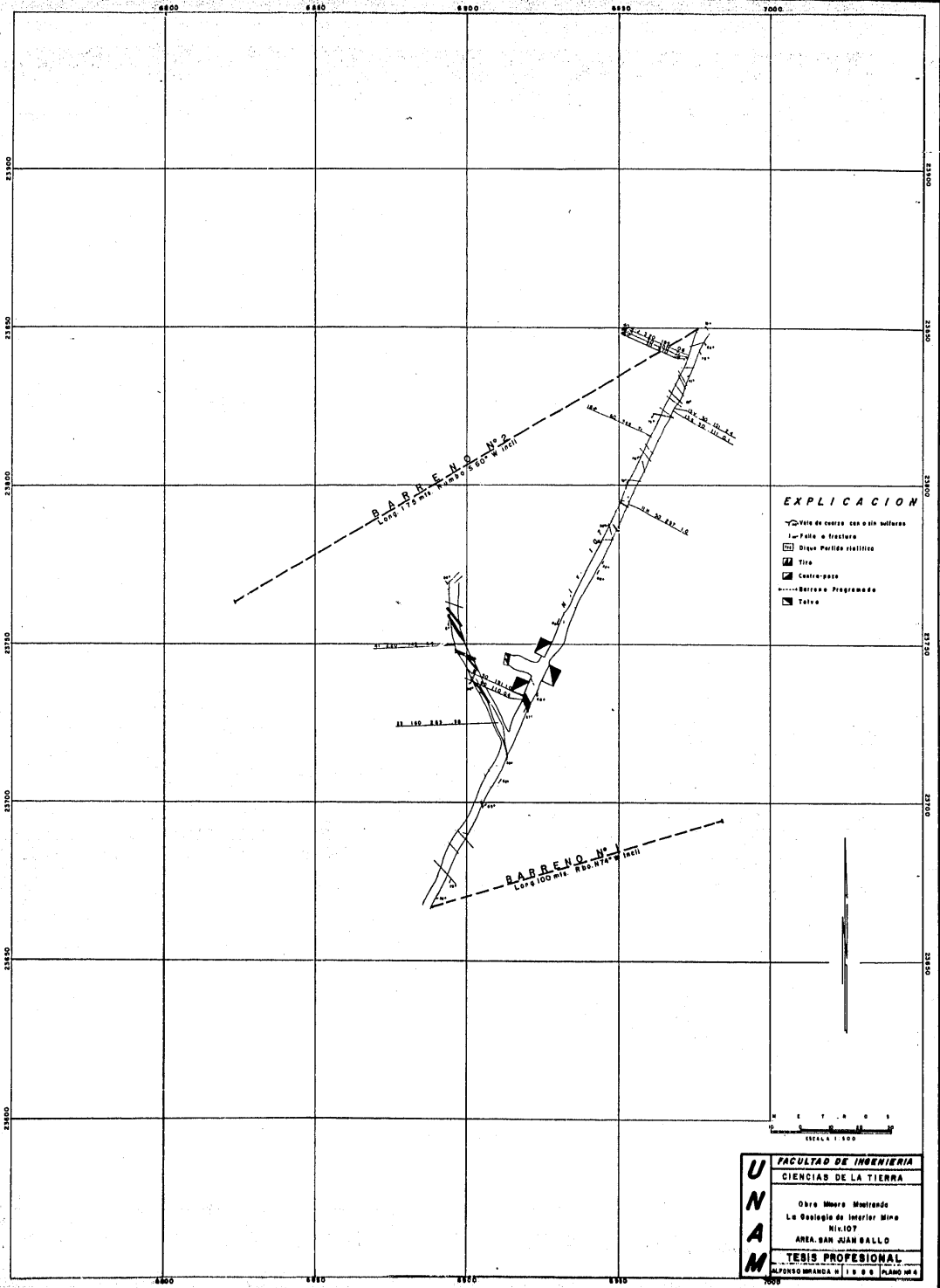
EXPLICACION

- +— Vista de cruce con o sin saltos
- △— Paso o Travesía
- ▣ Obras Puentes viarios
- ▣ Tiro
- ▣ Cantón/Villa



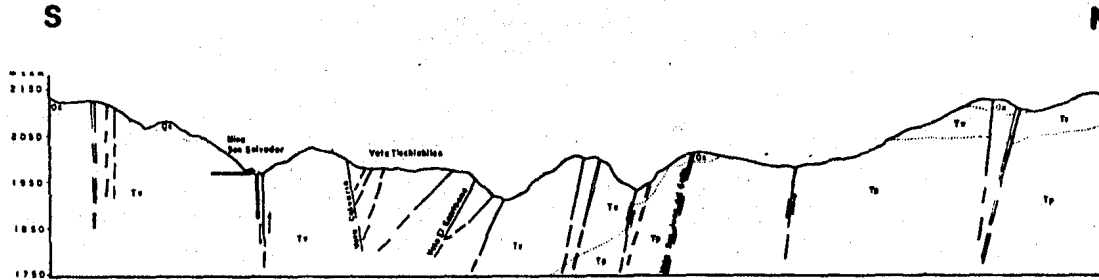
UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
	Obr. Mastr. Mastrando La Escuela de Mastr. Mastr Niv. O AREA SAN JUAN SALLO
	TESIS PROFESIONAL

NOTA:
Esteo trabajos fueron
realizados en el mes de
100 km de Ag/7m.



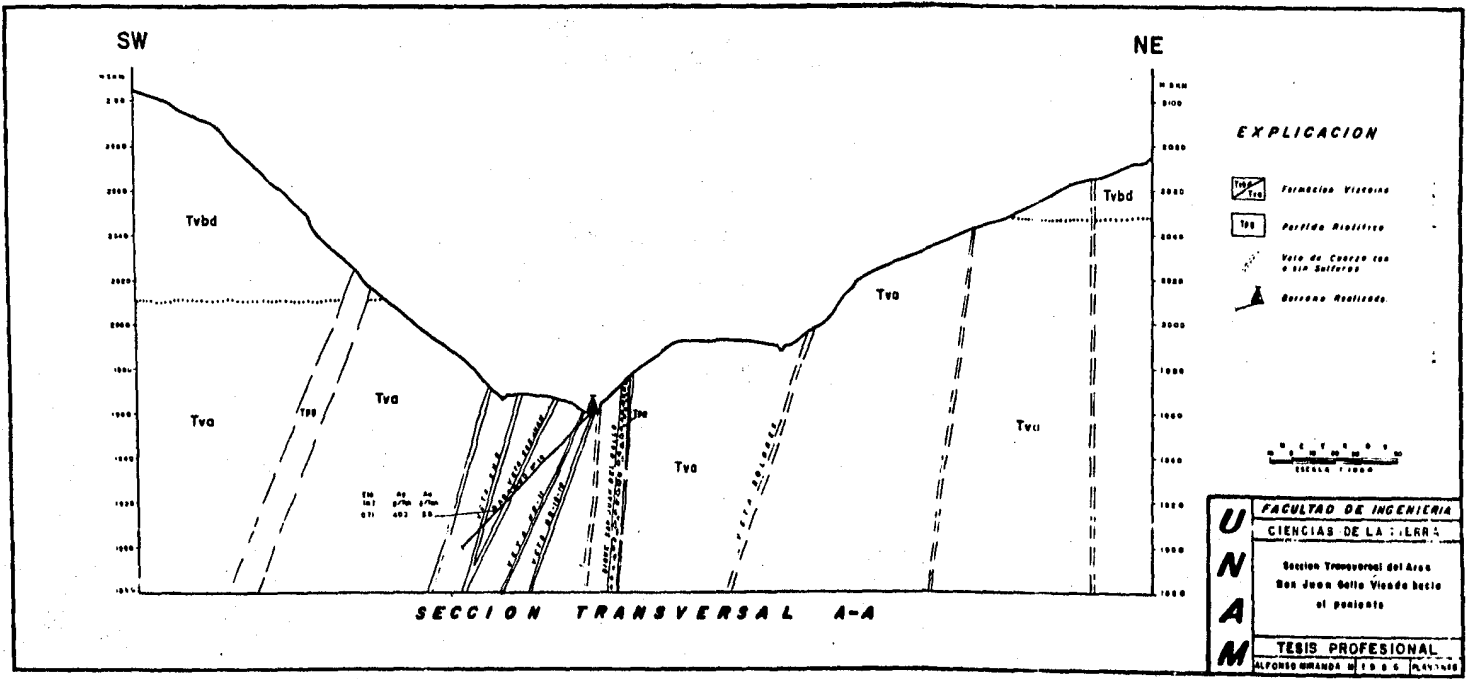
EXPLICACION

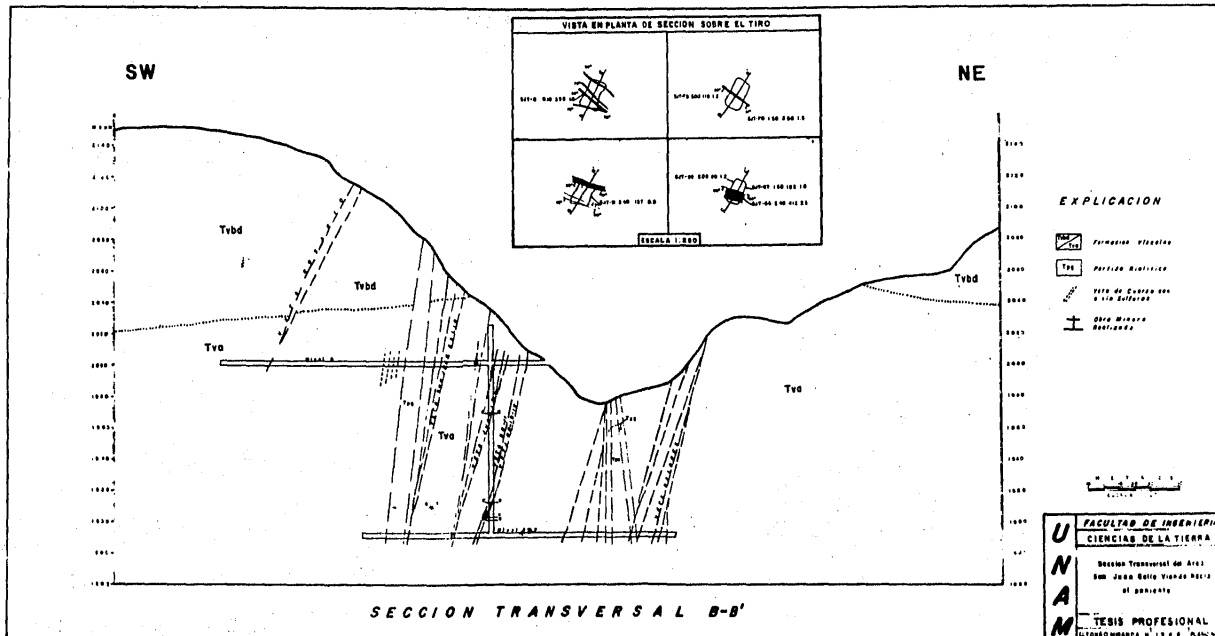
- T₁ Formación Viracazo
- T₂ Formación Pastaza
- T₃ Perfilos Altitico
- O₁ Oxidacion-argillizacion
- Veta de Carbon con o sin Sulfuros
- Falta
- Odra Minero



SECCION TRANSVERSAL D-D'
VIENDO AL PONIENTE

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
	Seccion Transversal Regional San Juan Gallo Vieado hacia el poniente
	TESIS PROFESIONAL
ALFONSO MARRANDA N. 10 00 PLANO 105	

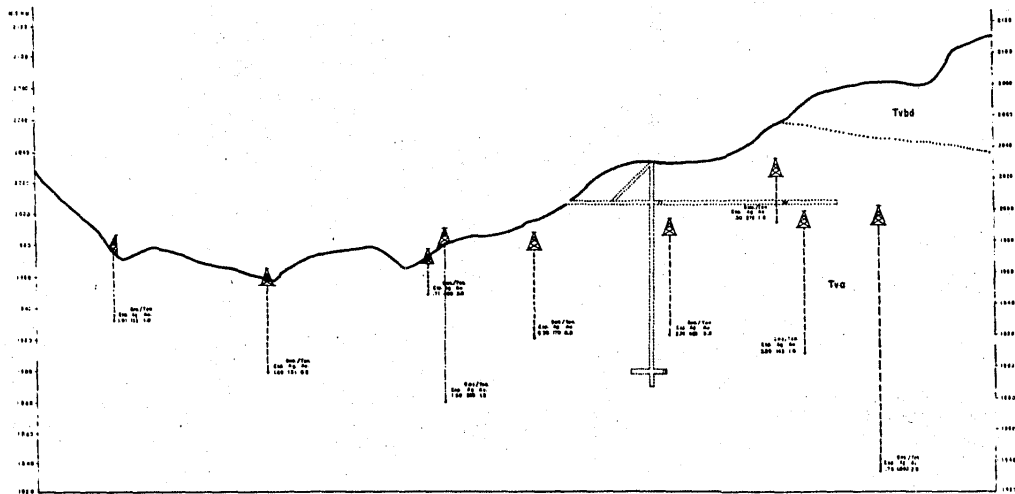




S 68°E

N68°W — S49°E

N49°W



EXPLICACIÓN

- ▨ FERRISERIA VINCIA
- ▲ BARRIO MATILDES
- ⊕ OBIS PIZARRAS
- △ BARRIO PRIMITIVO



SECCION LONGITUDINAL C-C'

U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA
CIENCIA DE LA TIERRA

SECCION LONGITUDINAL DE LA
CARRERA DE INGENIERIA EN
CIENCIA DE LA TIERRA

TESIS PROFESIONAL
AUTOR: [Nombre] - [Fecha]