



21  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ingeniería

ESTUDIO DE INCLUSIONES FLUIDAS Y  
MINERALOGIA DEL DISTRITO REAL DE  
GUADALUPE, GUERRERO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

LUIS VICTOR PARRILLA PINEDA

México, D. F.

1986



## **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

Señor PARRILLA PINEDA LUIS VICTOR.  
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.- Jorge Nieto Obregón, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"ESTUDIO DE INCLUSIONES FLUIDAS Y MINERALOGIA DEL DISTRITO REAL DE GUADALUPE, GRO."

- I INTRODUCCION.
- II GEOLOGIA REGIONAL.
- III GEOLOGIA LOCAL O DEL DISTRITO.
- IV PATRON ESTRUCTURAL.
- V YACIMIENTOS MINERALES.
- VI DATOS DE INCLUSIONES FLUIDAS.
- VII DISCUSION DEL MODELO GENETICO.
- VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

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., Abril 18 de 1986.

EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Raschón Chávez

## Resumen

El distrito minero Real de Guadalupe se localiza en el estado de Guerrero 45 km al N del puerto de Zihuatanejo, en la parte occidental de la Sierra Madre del Sur.

La secuencia más antigua que se observa en las inmediaciones del distrito es una secuencia pelítica denominada Formación Guadalupe de edad Cretácico Superior-Terciario Inferior. A esta secuencia la intrusión porfidos dacíticos y diques andesíticos de edad Terciario Medio. Sobreyaciendo concordantemente (?) a la Formación Guadalupe se observa un conglomerado de fragmentos calizos (Formación Balsas (?)) de edad Eoceno Medio, sobreyaciendo discordantemente (?) a este conglomerado se tiene un paquete de rocas efusivas constituidos de tobas flujos y lahares andesíticos de edad Oligoceno Superior-Mioceno Medio.

La mineralización esta estrechamente asociada a fracturas de rumbo N-S a N 25° E emplazadas dentro de porfidos dacíticos, aunque también se conocen vetas emplazadas exclusivamente en sedimentos de la Formación Guadalupe.

En el estudio paragenético se reconocieron cuatro etapas de mineralización hipogénica esto mediante el reconocimiento de estructuras de mosaico o intercrecimiento, de reemplazamiento y de relleno de fracturas. Las etapas reconocidas son: Etapa I representada principalmente por piritita esfalerita y cuarzo, con pequeñas cantidades de galena y tetraedrita; la Etapa IIa esta constituida por un intercrecimiento de piritita, calcopiritita, esfalerita, galena, tetraedrita, argentita y covelita en ganga de cuarzo barita y apatita; la Etapa IIb se caracteriza por el relleno de fracturas y la constituyen el oro, hessita, galena y calcopiritita con pequeñas cantidades de cuarzo; la Etapa III esta representada por cuarzo y calcita, marcando las pulsaciones finales del evento hidrotermal.

En base al estudio de inclusiones fluidas se observa un sistema hidrotermal con temperaturas progresivamente bajas ya que la Etapa I muestra temperaturas promedio de 234° C; la Etapa II un promedio de 226° C; en tanto que la Etapa III muestra temperaturas promedio de 208° C.

Respecto a las salinidades, la Etapa I muestra salinidades que fluctúan de 0 a 8% de NaCl; para la Etapa II el rango es de 0 a 11.5% de NaCl; en tanto que para la Etapa III la variación es de 0.5 a 3.5 % de NaCl.

Las estimaciones de las presiones y distancias mínimas al paleonivel freático vaciadas en las secciones longitudinales mostraron que dicho nivel se ubicó entre los 150 a 300 m arriba del nivel de erosión actual.

Los gradientes laterales y verticales de temperatura y presión en las vetas de Real de Guadalupe son relativamente bajos. Por lo tanto el mecanismo de separación de fases (ebullición), se propone como el promotor más importante de la precipitación de la mineralización.

Finalmente se concluye que el sistema hidrotermal que mineralizó las vetas se relaciona a un sistema de convección que operó entre los 235° y 210° C en la parte superior de la corteza y depositó su carga metalífera en respuesta a la ebullición de los fluidos, lo más probable en un intervalo entre 200 y 600 m bajo la superficie.

El yacimiento se clasifica como de tipo epitermal polimetálico de moderada a baja temperatura.

## Contenido

	Página
Resumen.....	i
Contenido.....	ii
Lista de figuras.....	iv
Lista de Tablas.....	v
Lista de Fotografías.....	vi
Lista de Planos.....	vii
Agradecimientos.....	viii
 Capítulo	
I INTRODUCCION.....	1
FISIOGRAFIA.....	3
II GEOLOGIA REGIONAL.....	6
III GEOLOGIA LOCAL O DEL DISTRITO.....	15
ROCAS ESTRATIFICADAS	
Formación Guadalupe.....	15
Rocas Extrusivas.....	17
ROCAS INTRUSIVAS	
Porfidos Dacíticos.....	17
Diques Andesíticos.....	18
IV PATRON ESTRUCTURAL.....	22
V YACIMIENTOS MINERALES.....	23
INTRODUCCION.....	23
MORFOLOGIA DE LAS VETAS.....	23
Veta Ancha.....	23
Veta Nave-Santa Ana.....	25
Veta San Pedro-Morro Merced.....	25
Veta Guadalupe.....	25
MINERALOGIA DE LAS VETAS.....	26
METODO DE ESTUDIO.....	26
PARAGENESIS.....	26
ALTERACIONES HIDROTHERMALES.....	31
EDAD DE LA MINERALIZACION.....	41

Capítulo	Página
VI DATOS DE INCLUSIONES FLUIDAS.....	42
INTRODUCCION.....	42
TIPOS DE INCLUSIONES.....	43
METODO DE ESTUDIO.....	45
DATOS DE TEMPERATURA.....	49
DATOS DE SALINIDAD.....	52
POSICION DE LA PALEOSUPERFICIE.....	60
VII DISCUSION DEL MODELO GENETICO.....	62
VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES...	68
Bibliografía.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pagina
1	2
2	4
3	5
4	16
5	24
6	27
7	50
8	51
9	53
10	54
11	66
12	63

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Temperaturas y salinidades promedio, presión, profundidad del nivel freático y % de ebullición de acuerdo a la etapa de formación.....	56
II	Temperaturas promedio de inclusiones de acuerdo al mineral huésped.....	58
III	Relación de yacimientos, anchos de sus zonas favorables, temperatura de formación y tipo de yacimiento.....	64

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto	Pagina
1 Formación Guadalupe.....	7
2 Formación Guadalupe.....	7
3 Formación Guadalupe.....	8
4 Conglomerado calizo del contacto gradacional Formación Guadalupe-Terciario Continental.....	8
5 Flujo andesítica interestratificado en capas rojas.....	10
6 Lutitas y limonitas rojas de la Formación Balsas Inferior..	11
7 Horizontes de conglomerados típicos de la Formación Balsas.	11
8 Porfido dacítico dentro de aglomerado volcánico ambos cortados por un dique andesítico.....	14
Lámina I Secuencia de fotomicrografías de láminas delgadas de las principales rocas que afloran en el distrito Real de Guadalupe.....	20
9 a 18 Secuencia de fotomicrografías de las superficies pulidas obtenidas de las diferentes vetas del distrito Real de Guadalupe.....	32
Lámina II Secuencia de fotografías tomadas durante el estudio con el microscopio electrónica de barrido.....	39
Lámina III Secuencia de fotomicrografías tomadas al microscopio petrográfico de diferentes tipos de inclusiones.....	46

LISTA DE PLANOS

Plano	Pagina
1 Mapa fotogeológico de la región.....	73
2 Levantamiento geológico en superficie en el distrito Real de Guadalupe, Guerrero.....	74
3 Planta con geología, Nivel 880 El Burro.....	75
4 Planta con geología ,nivel 830.....	76
5 Planta compuesta sin geología.....	77
6 Sección longitudinal de la veta Ancha N 22º E viendo al NW mostrando los promedios de temperaturas y salinidades de las etapas paragenéticas.....	78
7 Sección longitudinal de la veta Nave-Santa Ana N 22º E viendo al NW mostrando los promedios de temperaturas y salinidades de las diferentes etapas paragenéticas.....	79
8 Sección longitudinal de la veta San Pedro-Morro Merced N 22ºE viendo al NW mostrando los promedios de temperaturas y salini dades de las diferentes etapas paragenéticas.....	80
9 Sección longitudinal de la veta Guadalupe N 22º E viendo al NW mostrando los promedios de temperaturas y salinidades de las etapas paragenéticas.....	81

## Agradecimientos

La realización de este trabajo fué posible gracias a las facilidades otorgadas por la Compañía Grupo Catorce S.A. de C.V.

Quiero agradecer:

Al Ing. Jorgr Nieto O., por la dirección del trabajo.

A los Ingenieros: Alfredo Victoria M, Enrique Gómez de la Rosa y Jorgr Nieto O., así como a los Doctores Graciela Pacheco y Eduardo González P., por sus correcciones, comentarios y sugerencias al manuscrito final.

A los Ingenieros Dante Moran Z., y Vicente Torres R., por sus correcciones y su gerencias.

Al Ing. Miguel Vera O., Jefe del Departamento de Yacimientos Minerales de la - Facultad de Ingeniería por dar toda clase de facilidades de acceso en el laboratorio a su cargo.

Al Geólogo Raúl Rubínovich E., quién realizó los estudios de microscopio electrónico de barrido.

Al Ing. Alfredo Victoria M. Ex- jefe del Departamento de Estado Sólido de la Comisión de Fomento Minero y actual profesor de las facultades de Ingeniería y Química de la U.N.A.M., quién brindo toda clase de ayuda tanto material como intelectual en los estudios de petrografía y minerografía.

Un agradecimiento muy especial al M.en C. Tawn Albinson F., director de geología de Grupo Catorce S.A. de C.V. y consultor de Laboratorio de Inclusiones Fluidas, quién propuso y dirigió el tema así como revisó el manuscrito original del presente trabajo y sin el cual no hubiera sido posible la realización del mismo.

## I INTRODUCCION

El distrito minero Real de Guadalupe se localiza en el municipio de la Unión, distrito de Montes de Oca, estado de Guerrero 45 km al N del puerto - de Zihuatanejo (ver figura 1), en la parte occidental de la Sierra Madre del Sur.

El acceso a la mina se puede hacer de dos formas: tomando la ruta México-Toluca Cd. Altamirano- Zihuatanejo o por la ruta México-Acápulco-Zihuatanejo- Cd. Altamirano, por esta última una vez en Zihuatanejo se toma la nueva carretera Zihuatanejo- Cd. Altamirano y en kilómetro 40 se encuentra el poblado de Vallecitos de Zaragoza, de donde parte un camino de terracería al N de 10 km que lleva al poblado de Real de Guadalupe donde se localiza la mina.

El distrito se explota desde la colonia hasta nuestros días con algunas interrupciones por los movimientos de Independencia y Revolución. Actualmente la compañía Minera Guadalupe S.A de C.V., opera la mina a razón de 50 ton/día y con leyes promedio de 250 gr/ton de Hg, 1 % de Pb, 5% de Zn y 0.5% de Cu.

El presente trabajo fue propuesto por Tawn Albinson y tiene como base - integrar datos de inclusiones fluidas con la geología de la mina y del distrito con objeto de entender mejor la naturaleza del sistema hidrotermal y - el potencial económico del yacimiento a profundidad. Adicionalmente se hace el intento de relacionar la geología del distrito al marco geológico regional de la Sierra Madre del Sur, en la zona NW del estado de Guerrero.

La única información geológica escrita sobre la zona se encuentra en -- dos informes privados de Minera Guadalupe S.A de C.V., uno de Sánchez Mejora da (1969) y el otro de Albinson (1984).

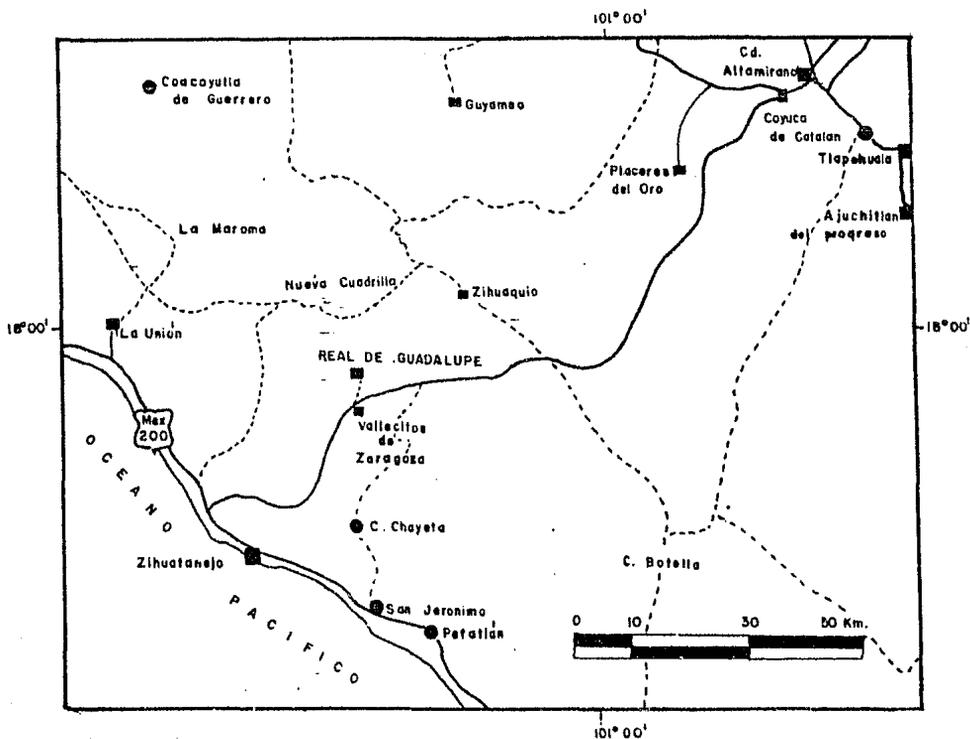
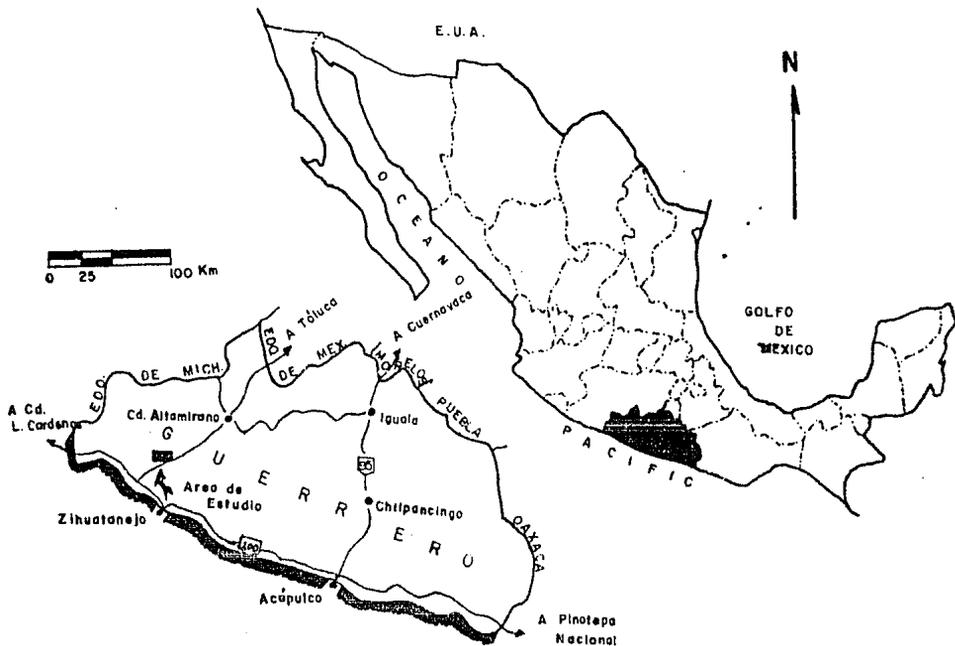


FIGURA N° 1 PLANO DE LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION

Perrillo 1986, Tesis U.N.A.M.

## FISIOGRAFIA

La fisiografía de la región se ha definido por varios autores de la forma siguiente:

-Según Alvarez, M. Jr., 1961, la zona de estudio se ubica dentro de lo -- que denomina como "Zona Montañosa de la Costa Sureste" que se extiende desde - San Elías Nayarit, hasta el puerto de Acapulco, Guerrero.

-Según Raisz, E., 1964, la zona se localiza dentro del sistema "Sierra Madre del Sur" que se extiende desde el sur del Eje Neovolcánico hasta el golfo de Tehuantepec (ver figura 2).

-Según la Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica S.P.P., 1980, la zona de estudio se ubica dentro de la parte occidental de la "Sierra Madre del Sur".

Se puede concluir por tanto que el distrito Real de Guadalupe se ubica en la parte occidental de la Sierra Madre del Sur.

La zona inmediata y el distrito se caracteriza por tener una altitud en sus montañas que varía entre los 800 y los 1,500 m.s.n.m.

El sistema que drena la zona pertenece a la vertiente del Pacífico a esta la constituyen varios ríos entre los que destacan: San Pedro, Temascaltepec, Balsas, Mezcala, Verde y Tehuantepec. En particular el sistema que drena la zona empieza con el arroyo denominado El Real que nace 5 km aguas arriba del distrito, este se une con otros arroyos hasta desembocar en el Pacífico con el --- nombre de río Zihuatanejo, 15 km al N del puerto del cual toma su nombre (ver figura 3).

Reisz (1964), Modificado por Campo I y II F.I.  
U.N.A.M. (1977).

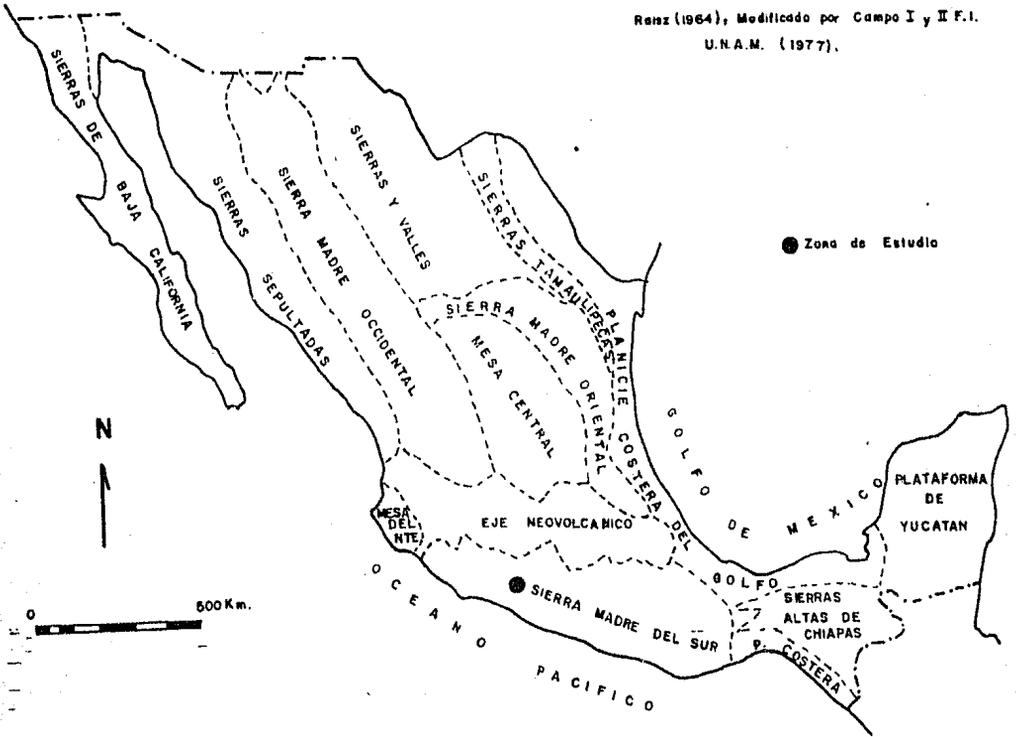


FIGURA N° 2 PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

Parrilla 1986, Tesis U.N.A.M.

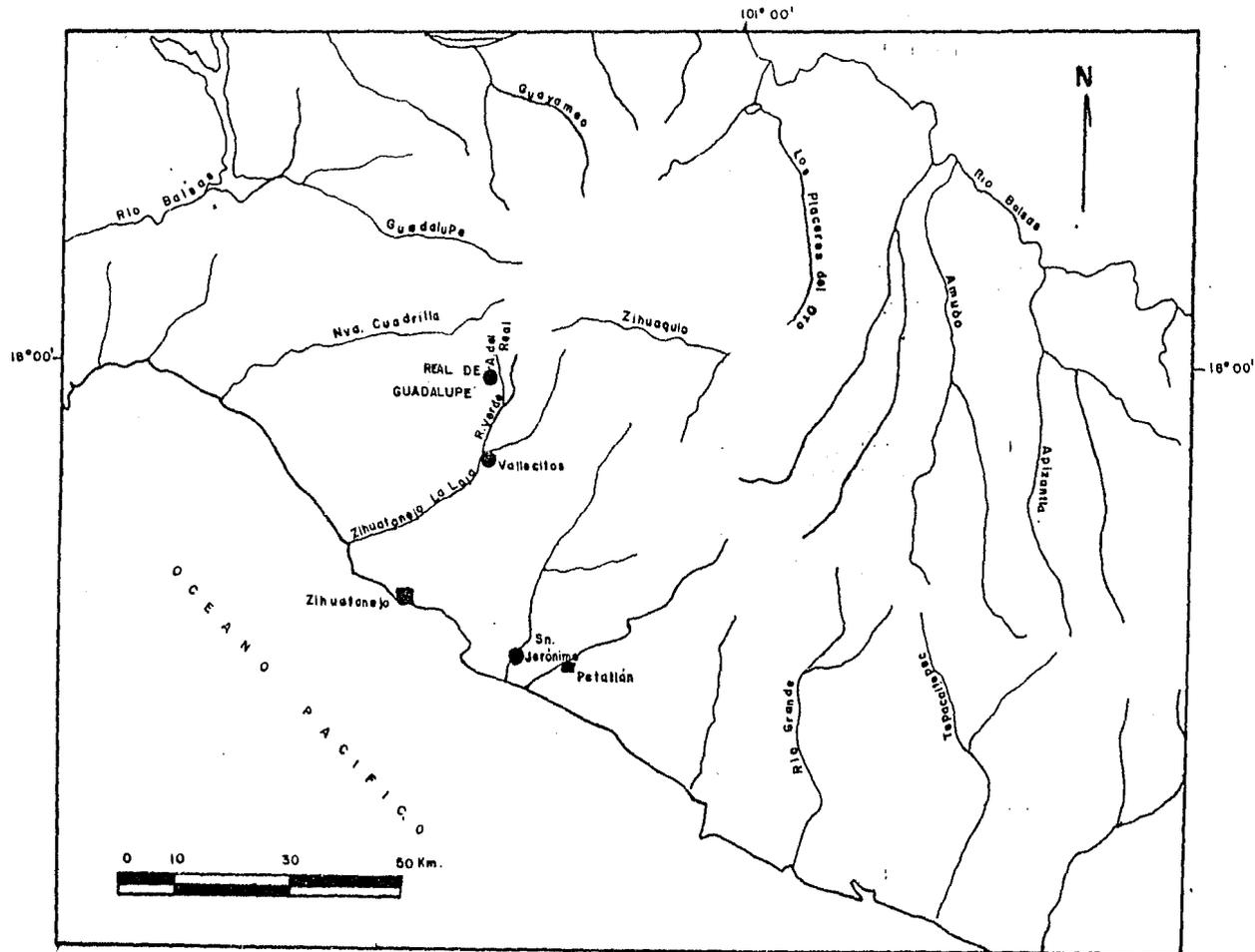


FIGURA N° 3 HIDROGRAFIA

## II GEOLOGIA REGIONAL

Las rocas más antiguas que afloran en la zona de la mina Real de Guadalupe pertenecen a la Formación Guadalupe la cual esta constituida por lutitas areniscas y conglomerados. Rocas similares a esta secuencia sedimentaria se pueden observar aproximadamente a siete km al SE de la mina entre los kilómetros 7 a 15 de la carretera Vallecitos-Cd. Altamirano. La sección estratigráfica expuesta en este tramo exhibe horizontes de lutitas y areniscas característicos de esta formación (ver fotos 1 y 2), además de intercalaciones de lutitas rojizas (ver foto 3). También se pueden observar algunos horizontes conglomeráticos rojizos la mayoría de los cuales exhiben fragmentos de caliza (ver foto 4). En un corte de la carretera en el km 14, aflora también un horizonte de andesita pófidica que representa un flujo volcánico interestratificado en los sedimentos arriba mencionados (ver foto 5).

Las capas rojas descritas se asemejan a varias formaciones como la Balsas Inferior, Ixtapilla Cutzamala y Malpaso, que Pantoja (1959) cartografió y describió en el área de Huetamo, Mich. Pantoja (Op. Cit.) asigna a la Formación Malpaso una edad de Cenomaniano-Santoniano en base a sus relaciones estratigráficas y a la presencia de abundante fauna entre las que destacan *Nerinea* sp., *Linna* sp., *Turritella* sp. etc. Por un lado la Formación Malpaso subyace en discordancia a la Formación Balsas y por el otro sobreyace discordantemente a la Formación Morelos de edad Albiano Medio-Superior.

Posteriormente Campa y Ramírez (1979) Cartografiaron la zona de Tierra Caliente, en el tramo de la carretera Cd. Altamirano-Bejucos, Guerrero., aproximadamente 50 km al NE y E de Vallecitos, Guerrero. En esta zona se pueden observar estratos que denominaron Formación Balsas Inferior y que estan constituidos por lutitas y limonitas rojas (ver foto 6) y algo de conglomerados rojos con fragmentos de caliza y rocas volcánicas (ver foto 7). Campa y Ramírez (Op. Cit.) -- asignan un alcance estratigráfico desde post-Albiano hasta principios del Terciario para estas rocas ya que por un lado sobreyacen en discordancia a la secuencia vulcano-sedimentaria del Cretácico Temprano en las localidades de Bejucos, el Guayabo y Palmar Chico y por otro lado subyacen discordantemente a la Formación Balsas.

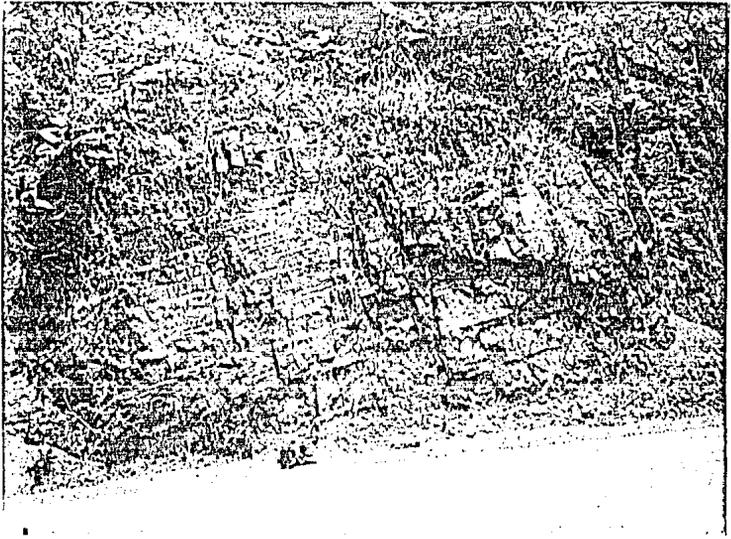


Foto N.º 1 Formación Guadalupe. Se observa una intercalación de lutitas-areniscas que intemperizan de color rojo. Afloramiento ubicado en el km 9 de la carretera Vallecitos de Taragoza-Cd. Altamirano.



Foto N.º 2 Formación Guadalupe. Acercamiento de la foto N.º 1 donde se observan los prominentes echados.



Foto Nº 3 lutitas rojizas de la parte superior de la Formación Guadalupe. Afloramiento ubicado en el km 12 de la carretera Vallecitos de Zaragoza Cd. Altamirano.

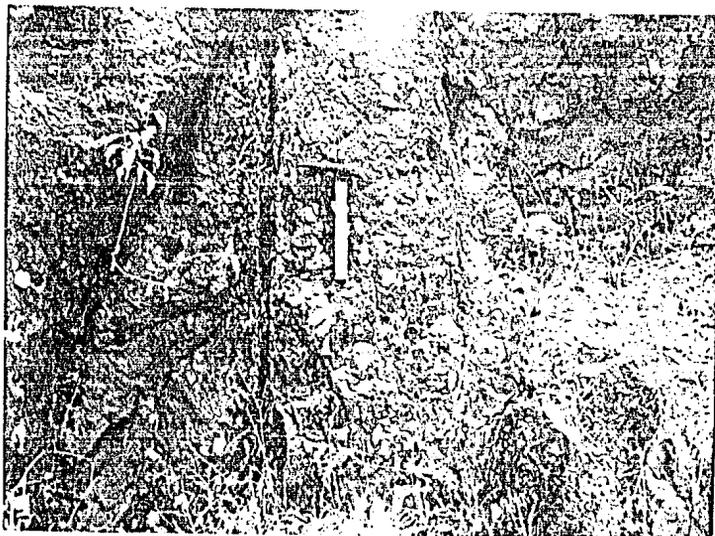


Foto Nº 4 Horizontes de conglomerado calizo color rojo que se observa en el contacto gradacional entre Formación Guadalupe y Terciario continental. Afloramiento observado en el km 13 de la carretera Vallecitos Cd. Altamirano.

La semejanza de capas rojas en los kilómetros 7 a 5 de la carretera Vallecitos-Cd. Altamirano con los sedimentos finos de Tierra Caliente y la Formación Mal paso de Huetama Mich., indican que en base a evidencias estratigráficas (posición estratigráfica) es posible proponer penocontemporaneidad entre estas secciones y sugerir que la edad de la Formación Guadalupe posiblemente este entre Cretácico - Medio a Terciario Temprano.

Algunas observaciones a favor de lo expuesto es que la Formación Guadalupe - se presentan con intensidades de echados hasta de 50°, este tipo de deformación - no se observa en las rocas extrusivas Terciarias sobreyacentes donde predominan echados subhorizontales.

Las intercalaciones de sedimentos continentales rojizos tipo Balsas y clás- ticos finos de origen marino de la Formación Guadalupe en la carretera Vallecitos Cd. Altamirano indican que la transición del Cretácico sedimentario Marino al Ter- ciario continental sedimentario y volcánico fué gradacional y no abrupta (ver fi- gura 4b). La presencia ocasional de flujos andesíticos dentro de los sedimentos - transicionales indican que el vulcanismo andesítico de tipo continental empezaba a generarse ya desde el Cretácico superior (ver foto 5).

Aproximadamente 10 km al sur de Vallecitos de Zaragoza y subyaciendo discor- dantemente (?) a la formación Guadalupe aflora el denominado Conjunto Zihuatanejo (Vidal et,al, 1980). A este paquete lo constituyen rocas volcánicas andesíticas y tobas interestratificadas con lutitas, areniscas, conglomerados y calizas. La edad que se asigna a esta secuencia vulcano-sedimentaria es Jurásico Tardío-Cretácico Temprano en base a la presencia de fósiles como Exogira potosina y Gervilla sp. - (Pantoja, 1959) y amonitas del grupo Anciloceras Sp. (Campa, 1977) encontrados en la zona de Huetama Mich., 70 km. al N de Real de Guadalupe. Por otro lado en la re- gión más próxima a Zihuatanejo, ubicada a 45 km al E de Real de Guadalupe y den- tro del Conjunto Zihuatanejo Vidal (Op. Cit.) se describen cuerpos de caliza arre- cifal que contienen fauna del Albiano interestratificados con rocas andesíticas - Boneau (1976, en Campa, 1979).



Foto Nº 5 Flujos andesíticos interestratificados e  
Capas blojas desplazadas por una falla nor-  
mal. Afloramiento ubicado en el km 14 de  
la carretera Vallecitos de Zaragoza-Cd. El  
tamirano.

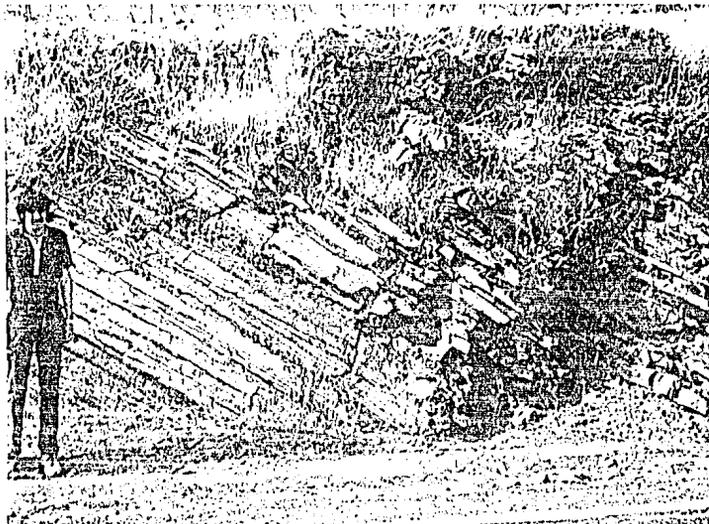


Foto Nº 6 Lutitas y limonitas rojas de la Formación Balsas inferior correlacionables con la Formación Guadalupe. Afloramiento ubicado en el km 17 de la carretera Cd. Altamirano-Tejucos, Guerrero.

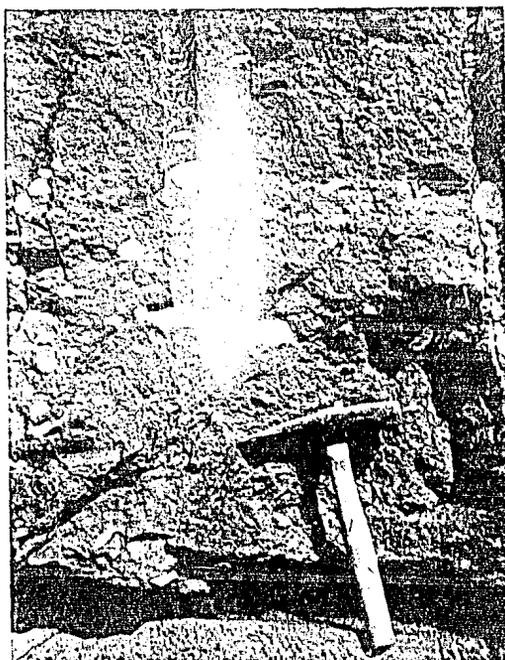


Foto Nº 7 horizonte de conglomerados típicos de la Formación Balsas donde se observan tanto fragmentos de caliza (grises) como fragmentos de rocas volcánicas de ácidas a intermedias (fragmentos blancos). Afloramiento ubicado en el km 20 de la carretera Cd. Altamirano-Tejucos, Guerrero.

Cabría la posibilidad de correlacionar a la Formación Guadalupe con el Conjunto Zihuatanejo, en vista de que la relación estratigráfica entre ambas unidades no ha sido definida aún, sin embargo la evidencia estratigráfica observada entre los kilómetros 7 a 15 de la carretera Vallecitos Cd. Altamirano donde se observa intercalación de capas rojas tipo Balsas con clásticos finos de la Formación Guadalupe indican que la edad Cretácico Medio a Terciario Temprano propuesta para la Formación Guadalupe es la más factible. De esta forma la secuencia vulcanosedimentaria del Conjunto Zihuatanejo se infiere subyace en discordancia a los sedimentos marinos de la formación Guadalupe.

En el área del distrito las rocas sedimentarias de la Formación Guadalupe ocupan una ventana erosional donde les subyacen en discordancia (?) un paquete superior a los 2000 m de espesor que consiste principalmente de rocas volcánicas andesíticas de origen continental. La Formación Balsas y Balsas Inferior de Tierra Caliente y las capas de clásticos rojos y conglomerados calizos encontrados en la carretera Vallecitos Cd. Altamirano subyacen concordantemente (?) a rocas volcánicas andesíticas similares.

Capas rojas tipo Balsas no se han identificado aún en la zona de transición del Cretácico sedimentario al Terciario volcánico en el área de Guadalupe sugiriendo que la discordancia en esta zona representa principalmente un bloque elevado donde la paleosuperficie era predominantemente erosional y no depositacional.

El paquete de rocas volcánicas andesíticas cubren una gran extensión de la parte alta de la Sierra Madre del Sur entre Vallecitos y Cd. Altamirano y son correlacionables con rocas volcánicas similares en los estados de Guerrero, México y Morelos, donde también subyacen en posición concordante (?) a capas rojas del Eoceno, Fries (1960) asigna una edad Oligoceno Superior a Mioceno Medio a estas rocas en base a estudios radiométricos en zircones en la región de Taxco. Por otro lado Mc Dowell (1972) asigna la misma edad a la Serie Volcanica Superior en base a estudios radiométricos de K/Ar.

Emplazados dentro de la Formación Guadalupe y rocas volcánicas Terciarias se observan stocks y diques de composición intermedia (i.e., pórfidos dioríticos, andesíticos y dacíticos). En el Cretácico Medio se inicia el emplazamiento de batolitos constituidos por tonalitas, granodioritas, dioritas y granitos. Estos cuerpos intrusivos se observan a lo largo de toda la costa del Pacífico. Las edades reportadas por Pantoja (1983) para los batolitos de Guerrero fluctúan desde 100 hasta 26 m.a. En Vallecitos de Zaragoza, 10 km al S del Real de Guadalupe aflora un stock diorítico correlacionable con el batolito de Zihuata nejo (?) al cual se le calcula una edad entre 37 a 40 m.a. por K/Ar P. Damon -- 1982 en Pantoja (1983).

En vista de que se observan diques de composición dacítica semejantes al intrusivo de Vallecitos (i.e. pórfidos dacíticos y diques andesíticos) intrusionando la secuencia volcánica andesítica (ver plano 2 y foto 8) es posible deducir que la actividad magmática intrusiva de la región de Real de Guadalupe es comagmática y penecontemporánea al vulcanismo continental del Terciario Medio. Por tanto la edad de la actividad intrusiva lo más probable es que ocurrió entre la edad reportada por Damon (37-40 m.a.) y el límite superior reportado por Pantoja (26m.a.).



Foto Nº 8 Porfido dacítico dentro de aglomerados  
volcánicos andesíticos, ambos cortados  
por un dique andesítico post-minerali-  
zación. Afloramiento ubicado 1.5 km al  
S de la bocamina San Pedro.

### III GEOLOGIA LOCAL O DEL DISTRITO

En la región de Guadalupe aflora una secuencia sedimentaria compuesta de lutitas, areniscas y conglomerados. A este paquete lo sobreyacen en discordancia (?) -- una secuencia de rocas efusivas constituida por tobas flujos y lahares andesíticos. Intrusionando ambas secuencias se observan dos tipos de diques: pórfidos dacíticos y diques andesíticos (ver figura 4a).

A continuación se hace una descripción más detallada de los diferentes tipos de roca citados.

#### ROCAS ESTRATIFICADAS

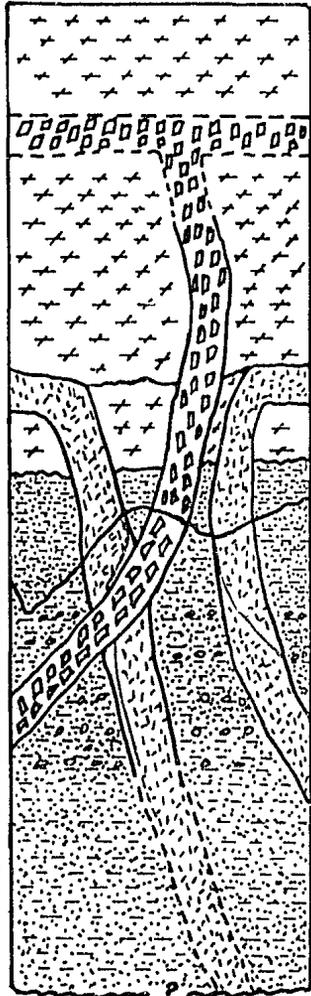
##### Formación Guadalupe

Las rocas más antiguas que afloran en la zona de la mina están representadas por una secuencia sedimentaria definida por Sánchez Mejorada (1969) como "Formación Guadalupe". Esta definición es de carácter local e informal, por lo que únicamente se utilizara para diferenciar a la secuencia sedimentaria de las unidades volcánicas que la sobreyacen.

Esta unidad constituye la roca encajonante de la mineralización y en la zona de la mina consta de tres tipos de roca. El primero está representado por horizontes conglomeráticos formados por fragmentos de rocas volcánicas de composición ácida a intermedia y fragmentos de cuarzo cuyo tamaño varía de 0.5 a 2 cm de longitud. Estos fragmentos se encuentran sostenidos por una matriz fina arcillosa de color rojo. El segundo tipo de roca consiste de lutitas, que presentan pequeñas diseminaciones de pirita cuedral fina y exhiben un color marrón-verde claro en el interior de la mina y pardo rojizo en superficie. El tercer tipo de litología consiste de grauvacas feldespáticas de color verde claro y textura samítica. El mineral más abundante en esta arenisca es el cuarzo, el cual se observa de subredondeado a subangulosos; le siguen en orden de abundancia la oligoclasa y andesina que ocurren en granos subedrales y ligeramente alterados a serícita. Los fragmentos de roca son escasos y como minerales accesorios se presentan la pirita y trazas de zircón.

OLIGOCENO - MIOCENO (?)

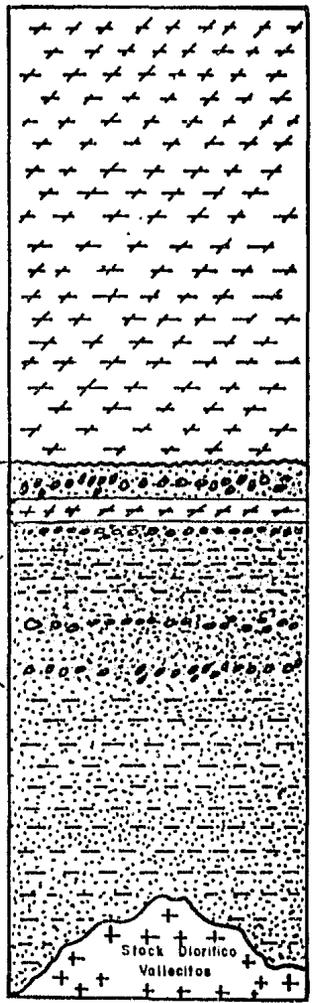
CRETACICO MEDIO (?) A EOCENO



COLUMNA DIAGRAMATICA DEL DISTRITO REAL DE GUADALUPE GUERRERO.

(a)

LEYENDA



COLUMNA DIAGRAMATICA DEL TRAMO VALLECITOS - PUERTO DEL AIRE, CARRETERA ZIHUATANEJO - CD. ALTAMIRANO.

(b)

ROCAS ESTRATIFICADAS

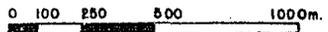
- Andesitas Extrusivas Aglomeradas, Flujos y Tobas.
- Fm. Balsas Lutitas y Conglomerados
- Fm. Guadalupe Lutitas, Areniscas y Conglomerados

ROCAS INTRUSIVAS

- Porfido Andesitico
- Porfido Dacitico
- Stock Dioritico

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- CONTACTO GEOLOGICO OBS.
- CONTACTO GEOLOGICO INF.
- VETA



ESCALA VERTICAL APROX.

FIGURA N°4

L. Porrillo, Tesis U.N.A.M.

En la matriz se presenta abundante calcita. Como producto del hidrotermalismo se encuentra piritita, cloritita y sericitita reemplazando a la matriz y a los feldespatos (ver lámina 1a).

Los diferentes tipos de roca generalmente se observan interestratificados en todos los niveles de la mina, observandose espesores más significativos de conglomerado en los niveles inferiores. El orden de abundancia de las rocas descritas es : lutitas, areniscas y conglomerados.

#### Rocas extrusivas

Sobreyaciendo en discordancia angular (?) a la formación Guadalupe se encuentra un paquete de rocas volcánicas efusivas constituido por tobas, flujos y lahares de composición andesítica. Las tobas generalmente presentan un color verde que intemperiza a rojizo, se les reconoce las variedades vítrea, vitrocristalina y lítica. En algunos casos se aprecia bandeamiento ocasionado probablemente por soldamiento parcial de piroclastos. Los lahares tienen clastos angulosos a redondeados en una matriz de apariencia tobácea y no muestran un arreglo aparente. Los flujos andesíticos presentan un color rojo y textura porfirítica con manchas blancas y negras; las blancas consisten de plagioclasas y las negras ocurren como producto de oxidación de la matriz. La oligoclasa-andesina, minerales esenciales, presentan una textura microlítica y están alterados a sericitita y calcita. Como minerales accesorios se observan ferromagnesianos alterados a hematita y cloritita, así como calcita y trazas de epidota. La matriz se compone de microcristales de plagioclasa y hematita (ver lámina 1b).

La distribución espacial de estas rocas es muy amplia y se encuentran rodeando totalmente a la secuencia sedimentaria de la formación Guadalupe constituyendo así una ventana erosional (ver plano 1).

#### ROCAS INTRUSIVAS

##### Pórfidos Dacíticos

Emplazados en fracturas de rumbo N-S a NNE e intrusionando a la Formación Guadalupe. se encuentran una serie de pórfidos dacíticos (ver plano 2) estos diques son de color blanco con manchas verdosas.

Estas rocas observadas al microscopio, presentan fenocristales subedrales de cuarzo y feldespato hasta de un cm de largo, constituidos generalmente de oligoclasa-andesina y presentando como minerales accesorios a la pirita calcita y trazas de apatita. Los minerales de alteración predominantes son el cuarzo, calcita, sericita y -- clorita. La matriz es un intercrecimiento de cuarzo y plagioclasa reemplazados por cuarzo secundario, calcita y sericita (ver lámina Ic).

De este tipo de diques se presentan dos sistemas principales en el interior de la mina conocidos localmente como: El dique la Nave-Santa Ana, en la zona poniente y el San Pedro-Morro Merced al oriente.

En el nivel 880 ("El burro") el dique la Nave Santa Ana alcanza 140 m de espesor en la zona norte adelgazándose hacia el sur donde constituye el pórfido la Nave que muestra 40 m de espesor como máximo. En el mismo nivel en la zona oriente; el dique San Pedro presenta 20 m de espesor como máximo y puede correlacionarse con el dique Morro Merced. Este sistema adelgaza de sur a norte y entre las coordenadas 5600N y 5700 W parece desaparecer. Las inclinaciones del dique varían de 40º a 60º al oriente y sólo en el área de San Pedro y nivel del Burro se midieron inclinaciones de-- 85º al oriente (ver plano 3).

En el nivel 830 únicamente se conoce la parte sur del dique la Nave-Santa Ana, donde se le estima un espesor de 20 m aumentando en su parte media y bifurcándose -- hacia el N donde presenta anchuras hasta de 40 m (ver plano 4).

La edad de estas rocas se desconoce pero se sabe que se alojan dentro de la -- Formación Guadalupe y solo en dos casos conocidos dentro de andesitas extrusivas -- (ver plano 2 y foto 8). La edad de las dacitas se estima como preminerales ya que -- alojan a las vetas y se encuentran alteradas. También se les considera posteriores a la depositación de las andesitas basales ya que se observaron dos diques dacíticos dentro de flujos andesíticos.

#### Diques Andesíticos

Emplazados dentro de un sistema de fracturas aproximadamente perpendiculares entre sí de rumbos NW y WNW se encuentran varios grupos de diques andesíticos (ver planos 2,3 y 4).

Estas andesitas son de color verde-grisáceo con manchas verdes (ferromagnesianos alterados) megascópicamente exhiben dos texturas, una porfídica y otra afanítica. Las variedades afaníticas muestran al microscopio una textura afanítica felsítica. Los minerales más abundantes son plagioclasas, las cuales se observan alteradas a sericita, clorita y arcillas. Como minerales accesorios se presentan la magnetita, apatita y zircón (ver lámina Id).

En el interior de la mina en el nivel 880, se ha interpretado la existencia de tres grupos de este tipo de diques los cuales se describen a continuación de sur a norte (ver plano 3).

El primer grupo se localiza a la altura del tiro San Vicente, se encuentra cortando a las estructuras Nave y Ancha y presenta un rumbo WNW, pero parece voltearse hasta tomar un rumbo NW, este dique presenta un ancho promedio de 25 m y una longitud conocida de 180 m sus inclinaciones varían de 60° a 85° al poniente y en ocasiones son verticales. En la parte media de los 1200 m de obra con que cuenta este nivel aparecen dos diques pertenecientes al segundo grupo, el primero presenta anchos de 5 a 20 m y una longitud conocida de 300 m desde la veta Guadalupe a la cual bisecta, hasta la zona de San Pedro este dique presenta echados hacia el SW e intensidades de 60° a 80°. Hacia el norte en el crucero que comunica la zona sur (Veta Nave) con la zona norte (Veta Santa Ana) se encuentra el segundo dique de este grupo presentando un ancho promedio de 10 m y una longitud conocida de 80 m desde el crucero 5242 N hasta la frente 880-4724 N, lugar donde corta a la veta Guadalupe. Los echados de este cuerpo exhiben inclinaciones hacia el sur y varían de 65° a 85°. El tercer grupo esta formado por dos diques los cuales se ubican en la zona norte, el primero presenta un ancho promedio de 50 m y parece bifurcarse hacia el poniente, el segundo se ubica a 15 m al norte del primero y corta a las vetas Santa Ana y Santa Ana del alto, su ancho promedio es de 40 m y parece disminuir hacia el poniente. Ambos diques presentan echados hacia el sur y sus inclinaciones varían de 60° a 85°.

La persistencia de este tipo de diques a profundidad lo demuestra el mapeo del nivel 830 donde se conoce la existencia de este tipo de diques correlacionables con los del nivel 880.

La edad de estos cuerpos se desconoce pero en base a sus relaciones estructurales se observa que son de edad post- pórfido dacíticos y post vetas ya que cortan a ambos. En vista de que se observan comunmente invadiendo la secuencia volcánica andesítica, lo más probable es que representan una fase hipabisal intrusiva comagmática de dicho vulcanismo y por tanto es posible asignar una edad Oligoceno Superior-Mioceno Medio como la más probable para estas rocas.

## LAMINA I

Secuencia de fotomicrográficas de láminas delgadas de las principales rocas que afloran en el distrito Real De Guadalupe, tomadas al microscopio petrográfico con nicoles cruzados.

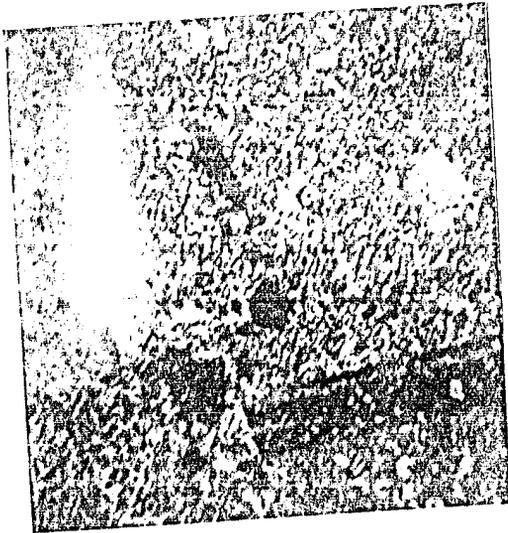
- 1a.- Un campo de la grauvaca feldespática de la Formación Guadalupe donde se aprecia su textura samítica y abundante calcita en la matriz. Amplificación 10X.
- 1b.- Un campo de la andesita extrusiva que subyace a la Formación - Guadalupe, donde se aprecia su textura microlítica sin ninguna orientación en los cristales, los cuales se observan ligeramente reemplazados por serícita y calcita. Amplificación 10X.
- 1c.- Un campo del pórfido dacítico que intrusióna a la Formación -- Guadalupe y en los que se emplaza la mineralización. En la fotomicrografía se observa la textura porfídica felsosídica y feldespatos maclados y alterados a serícita. Amplificación 4X.
- 1d.- Un campo de las andesitas que intrusionan a la Formación Guadalupe y que cortan tanto a los diques dacíticos como a la mineralización; donde se puede observar su textura afanítica felsosídica y plagioclasas fuertemente alteradas a serícita clorita y arcillas. Amplificación 10X.



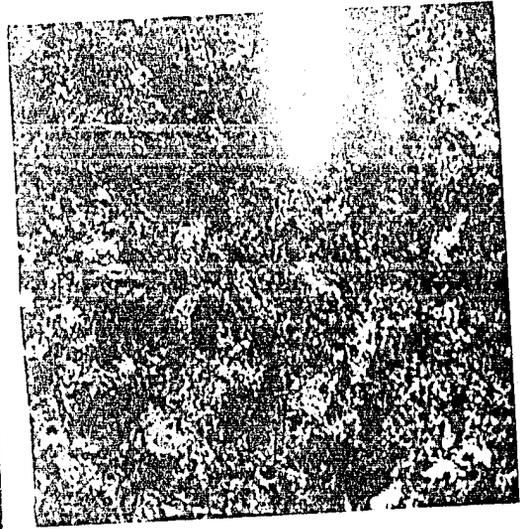
1a



1b



1c



1d

#### IV PATRON ESTRUCTURAL

La deformación que afecto la zona produjo pliegues amplios de edad Laramidica(?) afectando únicamente a la Formación Guadalupe. Esta deformación se observa como pliegues abiertos moderadamente afallados y fracturados. Los ~~echados~~ echados de las capas se presentan en varias direcciones con intensidades generalmente de 15º aunque localmente se observan echados hasta de 50º. Por otro lado este tipo de deformación no se observa en las rocas extrusivas, donde -- los echados son generalmente subhorizontales (ver plano 2).

En la zona de la mina se definen tres sistemas de fracturamiento en donde se emplazan tanto las vetas como las rocas intrusivas.

El primer sistema es de edad pre-pórfidos dacíticos y consiste en el desarrollo de fracturas de rumbo N-S a N 30º E con echados predominantes al oriente. En este sistema quedaron emplazados los diques dacíticos.

El segundo sistema es aproximadamente paralelo al primero. su edad es -- post-diques dacíticos y pre-mineralización desarrollandose en fracturas de -- rumbo N-S con echados de 60º a 85º al oriente o al poniente. En este sistema quedaron emplazadas las vetas, la mayoría de las cuales se ubican dentro de, en uno de los respaldos o en posición cercana a uno de los pórfidos dacíticos. La única excepción de estas fracturas que se encuentra mineralizada y encajona únicamente en sedimentos de la Formación Guadalupe, es precisamente la veta - Guadalupe ubicada 100 m al poniente del dique la Nave-Santa Ana.

El tercer sistema es de edad post-mineralización y pre-diques andesíti--cos, desarrollandose en fracturas de rumbo NW y WNW. Los echados de estas es--tructuras son hacia el SW y NE variando de 60º a 80º. Dentro de este sistema de fracturas se emplazaron los diques andesíticos (ver planos 3 y 4).

## V YACIMIENTOS MINERALES

### INTRODUCCION

El yacimiento Keal de Cuadalupe se ubica dentro de la franja polimetálica suroccidental (ver figura 5).

Los yacimientos polimetálicos constituyen cerca del 38 % de los yacimientos del suroccidente Mexicano en cuanto a composición metálica predominante (Núñez y Torres, 1984). La franja de este tipo de yacimientos tiene una dirección NW-SE y la mayor concentración de localidades mineras aparece en la región noroccidental del estado de Guerrero (ver figura 5).

Los yacimientos polimetálicos han sido divididos en dos grupos: la asociación plata, plomo, zinc; y la plomo, zinc, plata, ambas con cantidades menores de oro y cobre. El distrito de Cuadalupe quedaría comprendido dentro del primer grupo. Por otro lado este tipo de mineralización se presenta tanto en vulcanosedimentarios formando yacimientos sin-genéticos ó en vetas hidrotermales de mediana a baja temperatura. El yacimiento de Cuadalupe quedara comprendido dentro de la clasificación de vetas hidrotermales de moderada a baja temperatura, como se verá posteriormente.

El sistema mineralizado de Cuadalupe se presenta en vetas angostas con anchos generalmente menores a un metro aunque ocasionalmente alcanzan dos metros de espesor.

### MORFOLOGIA DE LAS VETAS

El distrito minero Keal de Cuadalupe consta de 5 niveles (ver plano 5).

#### Veta Ancha

La veta ancha se ubica en la parte sur de la mina en el respaldo oriente del dique la Nave-Santa Ana (ver planos 3 y 4). Esta estructura exhibe orientaciones N-S con echados al poniente. Alcanzando anchos hasta de dos metros, caso que se observa en el rebaje 5070 N, se desarrolla verticalmente 200 m desde la superficie hasta el nivel B30 (ver plano 6).

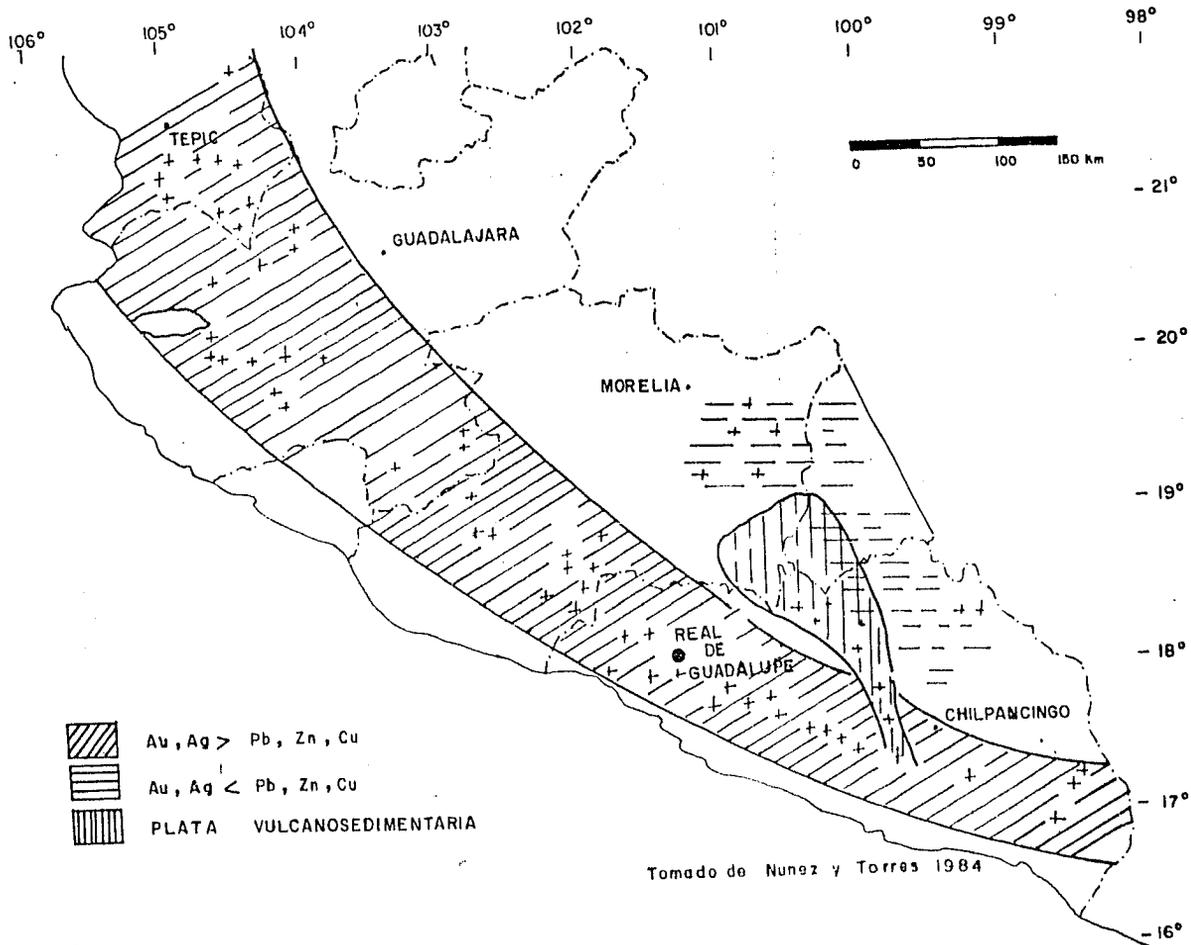


FIGURA N°5 FRANJA POLIMETALICA SUROCCIDENTAL

Actualmente en el nivel del Burro, se busca la persistencia de esta estructura hacia la zona norte donde es posible que intersecte con la Veta Santa Ana (ver plano 3). En el nivel 830 esta estructura se explota hacia el sur y norte por las frentes 830-5024 S y 830-5165 N respectivamente, esta última con el objeto de conectar con la zona de Santa Ana a profundidad (ver plano 4)

#### Veta Nave-Santa Ana

Esta estructura se ubica dentro del dique del mismo nombre, hacia la zona norte se le conoce como Veta Santa Ana y en el bajo del dique hacia la zona -- sur se le denomina Veta Nave (ver plano 3).

Presenta un ancho promedio de 0.40 metros, en tanto que su orientación es de N 25° E con echados de 75° a 85° al oriente.

La veta presenta un desarrollo vertical mínimo de 70 m conociéndosele en los niveles 880 y 830, en este último se explora actualmente. Hacia la zona - norte, lugar donde se ubica la veta Santa Ana, la estructura se desarrolla desde la superficie hasta el nivel del Burro (ver plano 7).

#### Veta San Pedro-Morro Merced

Esta estructura se ubica en el dique del mismo nombre, al oriente de la entrada principal de la mina el Burro (ver plano 3).

El rumbo de esta estructura varía de N-S clavo San Pedro a N 25° E clavo Morro Merced, presentando echados que varían de 60° a 85° al oriente.

Tanto en la zona de San Pedro (zona sur) como en la mina Esperanza (zona norte) los desarrollos van desde la superficie hasta el nivel del Burro alcanzando 150m y 100 m de desarrollo vertical respectivamente (ver plano 8).

#### Veta Guadalupe

La Veta Guadalupe se ubica 100 metros al poniente del dique la Nave-Santa Ana (ver plano 3).

Esta estructura presenta un rumbo N-S en tanto que sus echados varían de 70° a 80° al oriente. Esta veta tiene una longitud conocida de 200 metros, la cual se ve interrumpida por diques andesíticos post-minerales.

Esta estructura únicamente se desarrollo del nivel 880 hacia la superficie, alcanzando un desarrollo vertical de 40 metros aproximadamente (ver plano 9).

De todas las vetas conocidas que existen en el área de la mina la única - que no arma en los respaldos, cerca de los respaldos ó dentro de los pórfidos dacíticos es la Veta Guadalupe.

## MINERALOGIA DE LAS VETAS

### METODO DE ESTUDIO

Con el objeto de estudiar la mineralogía y paragénesis se seleccionaron 15 muestras obtenidas de las diferentes vetas con ubicaciones de amplia distribución tanto lateral como vertical dentro de la mina.

A cada muestra se le cortó del tamaño adecuado y una vez seleccionada el área de interés se procedió al pulido de la misma.

Las superficies pulidas se observaron en el microscopio mineragráfico. En este análisis se pudo determinar una paragénesis preliminar dado que se observaron algunos minerales que no se identificaron por este método. Se seleccionaron tres muestras para análisis por microscopio electrónico de barrido mediante el cual se lograron identificar algunos de los minerales no identificados en el microscopio mineragráfico

### PARAGENESIS

La paragénesis reconocida en las vetas del distrito minero Real de Guadalupe tanto metales base como metales preciosos alojados en ganga de cuarzo y calcita.

Las texturas que se observaron incluyen relaciones de mozaico ó intercrecimiento, de reemplazamiento y de relleno de fracturas. Mediante el estudio de estas texturas se reconocieron cuatro etapas de mineralización hipogénica (ver figura 6).

La Etapa I está representada principalmente por pirita, esfalerita y pequeñas cantidades de galena, tetraedrita y covelita cementadas por cuarzo --- criatalino de grano medio a grueso.

PARAGENESIS DEL DISTRITO MINERO  
REAL DE GUADALUPE, GRO.

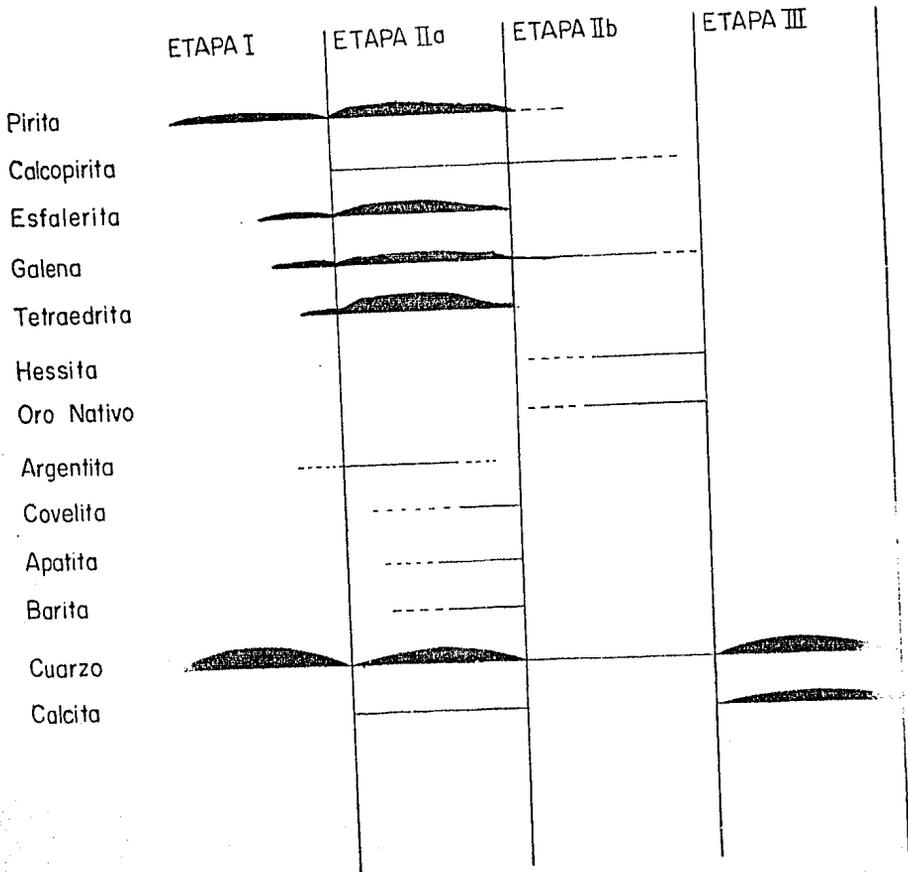


FIGURA N° 6

La Etapa IIa está representada por un intercrecimiento de pirita, calcopirita, esfalerita, galena, tetraedrita y argentita, en ganga de cuarzo y cantidades menores de barita y apatita. En esta etapa la abundancia del cuarzo respecto a la Etapa I es considerablemente menor.

La Etapa IIb se caracteriza por el relleno de fracturas donde los metales preciosos se encuentran intercrecidos con metales base. La mineralogía de esta etapa incluye oro, hessita, galena y calcopirita cementados por cuarzo en cantidades muy pequeñas.

La Etapa III marca las pulsaciones finales del evento hidrotermal y esta representada únicamente por minerales de ganga como cuarzo y calcita presomnando el primero.

La fuerte erosión evidente en la zona de la mina permitió la presencia de sulfuros en superficie por lo que se infiere que ha ocurrido muy poco desarrollo de una zona de oxidación y de mineralización supergénica. De lo anterior se concluye que la zona de oxidación y mineralización supergénica ha sido denudada rápidamente.

#### Pirita

Este mineral es el sulfuro más abundante en las vetas y se le observa en cristales eudrales ya sea con exsoluciones de esfalerita o rodeada por esta (ver foto 9). También se le observa intercrecida con galena y esfalerita (ver foto 10). En ocasiones completa el mosaico la tetraedrita. Adicionalmente se le puede observar con inclusiones de galena y fracturada, estas fracturas se encuentran rellenas de tetraedrita, calcopirita y esfalerita (ver foto 16).

#### Galena

Se presenta intercrecida con pirita, esfalerita, tetraedrita y calcopirita. Sobre la pirita presenta bordes de avance (ver foto 10). También se observa en inclusiones o granos individuales dentro del cuarzo ó en los bordes de la pirita intercrecida con esfalerita, presentando bordes sinuosos, donde no se define que mineral se formó primero (ver foto 11). Adicionalmente se le observa intercrecida con tetraedrita reemplazando a la pirita (ver foto 12).

## Tetraedrita

Es el mineral de mena más abundante en las vetas de Guadalupe. Se le observa intercrecido con galena esfalerita y calcopirita. También se le observa relleno de fracturas en la pirita y esfalerita (ver foto 16). De particular interés fue la identificación de inclusiones de oro y hessita dentro de la tetraedrita (ver foto 17). Adicionalmente se observan fracturas dentro de la tetraedrita con galena, calcopirita, hessita y oro (ver foto 18).

Se hicieron dos análisis puntuales en diferentes muestras para obtener la composición de este mineral, la cual está dada en peso por ciento y los resultados obtenidos fueron:

Análisis # 1	Análisis # 2
S--- 23.54%	S--- 24.39%
Fe-- 0.17%	Fe-- 0.46%
Cu-- 40.39%	Cu-- 44.24%
Zn-- 9.80%	Zn-- 9.69%
As-- 1.50%	As-- 4.78%
Ag-- 6.17%	Ag-- 0.33%
Sb-- 16.19%	Sb-- 18.45%

Como se puede observar el contenido de plata en los análisis es muy bajo por lo que se consideró al mineral como tetraedrita y no como freibergita (tetraedrita argentífera), para lo cual debería contener por lo menos 18% de Ag -- (Mason y Berry, 1968). Sin embargo no se deben considerar estos resultados como definitivos en vista de que este mineral de mena, es el segundo en abundancia en la mina y el yacimiento es predominantemente argentífero.

## Esfalerita

A este mineral se le observa intercrecido con galena, con la que presenta contornos sinuosos (ver foto 11). En ocasiones se le observa con exsoluciones de calcopirita (ver foto 10). También se presenta intercrecida con galena, tetraedrita y calcopirita, relleno de fracturas en pirita (ver foto 15). Adicionalmente se presenta individualmente en cuarzo.

### Calcopirita

Se presenta intercrecida con galena y tetraedrita, generalmente rellenando fracturas en pirita y tetraedrita y como exsoluciones dentro de la esfalerita (ver foto 10).

### Argentita

Este mineral es muy escaso; únicamente se le pudo observar en pequeños cristales aislados incluidos dentro del cuarzo (ver foto 14).

### Oro Nativo

En el análisis minerográfico de la muestra Gpe. 84-34 se observaron pequeñas manchas amarillas con alta birrefringencia. Los estudios de microscopio electrónico de barrido indicó la presencia de oro nativo, al cual se le hizo un análisis puntual obteniéndose un contenido de 86.30% de Au y un 13.70 de Ag en peso.

A este mineral se le observa en fracturas dentro de la tetraedrita ya sea solo ó acompañado de hessita, galena y calcopirita. (ver fotos 17, 18 y lámina IIa).

### Hessita

En el mismo barrido electrónico efectuado en la muestra antes citada se pudo advertir la presencia de un telurio de plata, al que se le observaron pequeñas cantidades de oro (ver láminas IIa, IIc y IIId).

Este mineral se puede observar dentro de tetraedrita o galena, algunas veces acompañado de calcopirita y oro ( ver fotos 17 y 18).

### Covelita

Este mineral aparece en fracturas dentro de la tetraedrita en fracturas acompañado de pequeñas cantidades de pirita (ver foto 13).

## Cuarzo

Se depositó cuarzo cristalino de grano medio a grueso durante todo el desarrollo del sistema hidrotermal esta muestra una clara disminución durante la depositación de los metales base y metales preciosos. Las observaciones de microscopio electrónico de barrido reportan una gran cantidad de impurezas de Fe, Mn y Mg en forma de óxidos dentro del cuarzo.

## Calcita

A este mineral únicamente se le observa en la etapa final de la mineralización donde ocurre asociado con cuarzo. Generalmente se observa de grano grueso y de color blanca a rosada.

## Otros Minerales de Ganga

Como resultado de las observaciones del microscopio electrónico de barrido se detectaron otros minerales de ganga dentro del cuarzo, estos fueron: barita y apatita.

## ALTERACIONES HIDROTERMALES

Existen dos tipos de alteraciones hidrotermales en la zona de la mina: sericítica y propilítica.

La alteración sericítica es evidente dado que se observan feldspatos calcio-sódicos alterados a sericita, arcillas y en algunos casos a calcita. Este tipo de alteración se observa estrechamente ligada a los pórfidos dacíticos y a la mineralización.

La alteración propilítica se presenta como alteración de los feldspatos a minerales como calcita, clorita y epidota, así como pequeñas diseminaciones de piritita y sericita. Los minerales accesorios que se observaron en este tipo de alteración incluyen magnetita, así como óxidos de hierro reemplazando silicatos ferromagnesianos. Este tipo de alteración se nota principalmente en los diques andesíticos y en el paquete volcánico andesítico.

Secuencia de las fotomicrografías 9 a 18 de las superficies pulidas obtenidas de las diferentes vetas del distrito Real de Guadalupe. Fotomicrografías tomadas con aceite de inmersión y luz paralela.

Foto N<sup>o</sup> 9 Cristal euedral de pirita (Pr) con abundantes exsoluciones de esfalerita (Es) irregulares, y rodeada por esta última. Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 10 Intercrecimiento de pirita (Pr), Galena (Gal) y esfalerita (Es) La galena presenta bordes de avance sobre la pirita en tanto que la esfalerita se presenta con exsoluciones de calcopirita (Cal). Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 11 Cristal de pirita (Pr) fracturado y rellenado por galena (Gal) y esfalerita (Es). La esfalerita y galena se observan en la parte inferior derecha de la fotomicrografía en un intercrescimiento con bordes sinuosos, donde no se define claramente que mineral se formó primero. Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 12 Intercrescimiento de galena (Gal) y tetraedrita (Tet) en una textura de "Islas y Continentes", reemplazando a un cristal de pirita (Pr) a la que se le observa una textura de "flamas". Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 13 Tetraedrita (Tet) fracturada rellena de pirita (Pr) y covelita (Cov). Galena (Gal) reemplazando a pirita (Pr). Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 14 Cristal subedral de argentita (Ar) totalmente rodeado por ganga de cuarzo. Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 15 Cristal anedral fracturado de pirita (Pr) con exsoluciones de calcopirita (Cal). Las fracturas se observan rellenas de tetraedrita (Tet), galena (Gal) y calcopirita (Cal) con pequeñas cantidades de cuarzo. Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 16 Cristal de pirita (Pr) fracturado mostrando contornos redondeados e inclusiones de galena (Gal). Las fracturas se observan rellenas de esfalerita (Es), tetraedrita (Tet) y calcopirita (Cal) con pequeñas cantidades de cuarzo, a los minerales que rellenan la fractura se les observan contornos rectos por lo que no se define claramente que mineral se formó primero. Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 17 Cristales redondeados de oro y hessita (Hes) incluidos en un mosaico de galena (Gal) y tetraedrita (Tet), con inclusiones de calcopirita (Cal). Amplificación 50X.

Foto N<sup>o</sup> 18 Oro incluido en un intercrecimiento de hessita (Hes), galena (Gal) y calcopirita (Cal), relleno de una fractura en tetraedrita. Amplificación 50X.

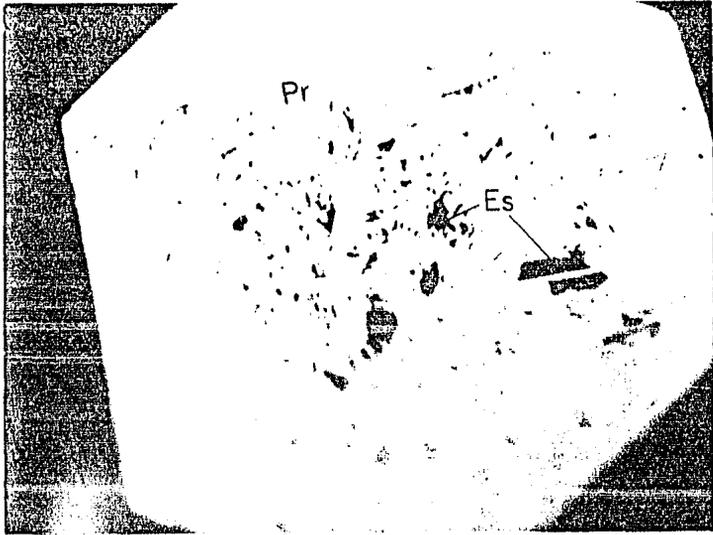


Foto Nº 9

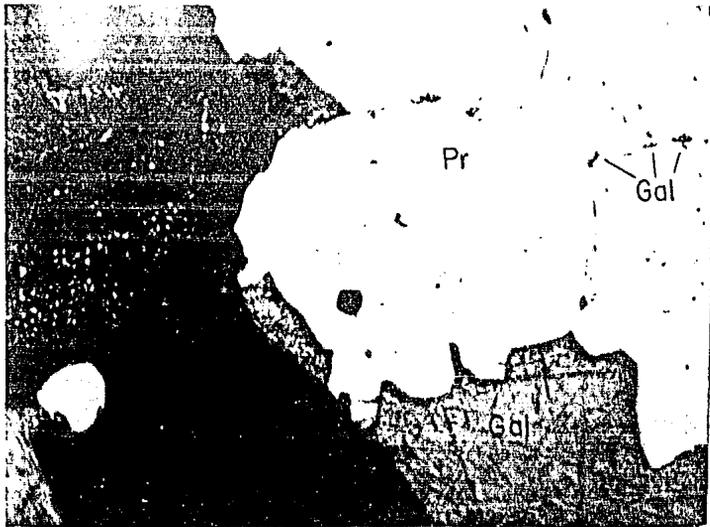


Foto Nº 10

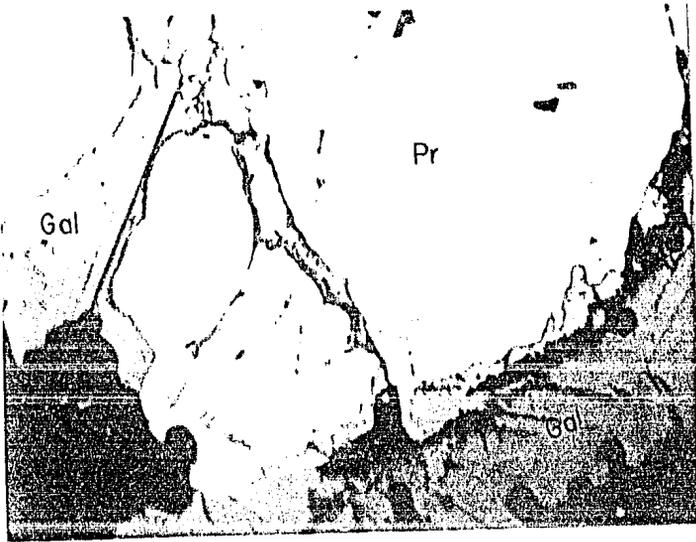


Foto Nº 11

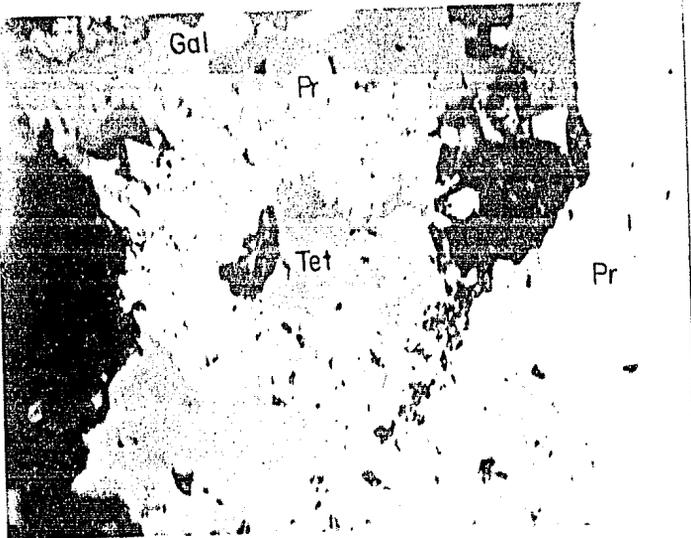


Foto Nº 12

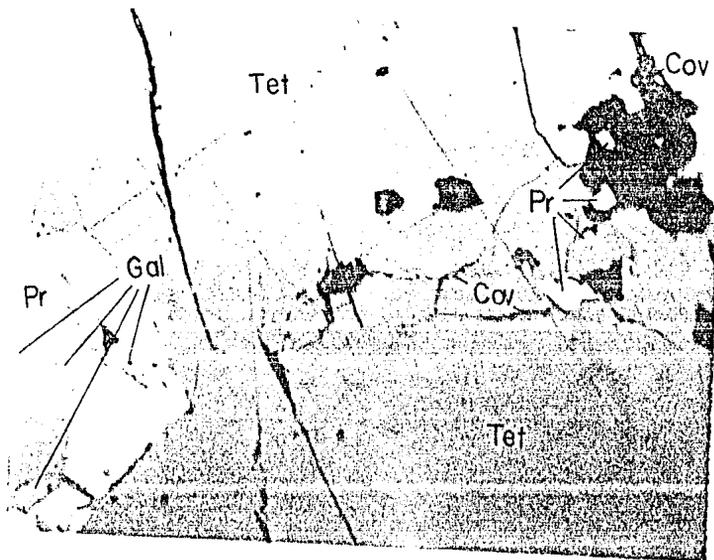


Foto N.º 13

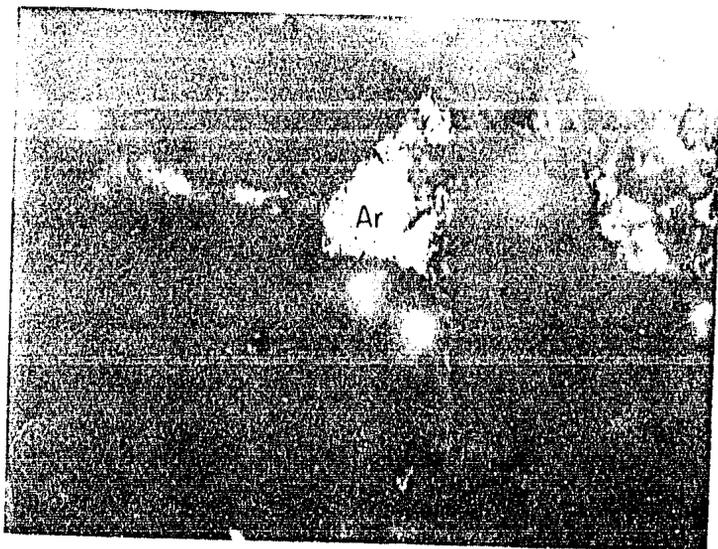


Foto N.º 14

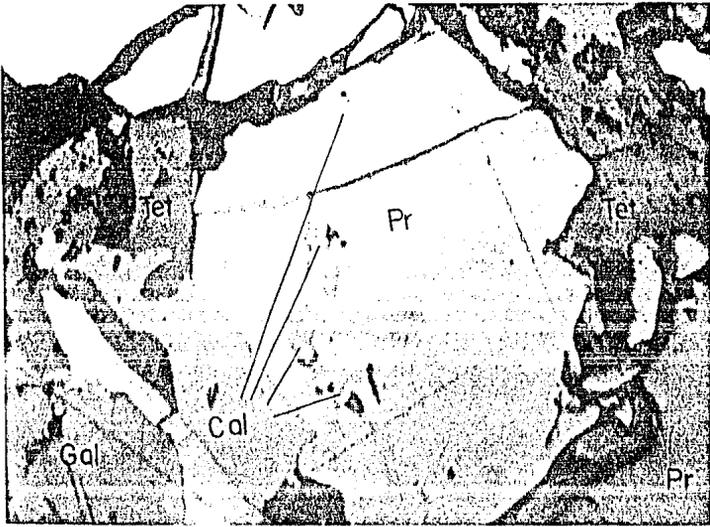


Foto Nº 15

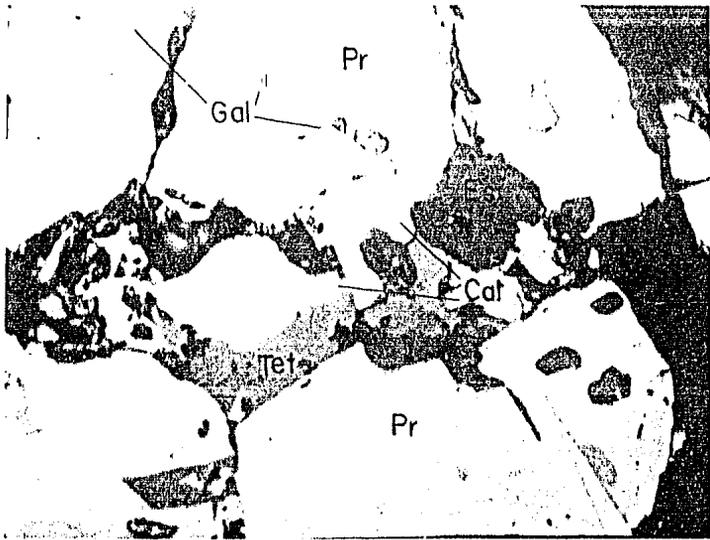


Foto Nº 16

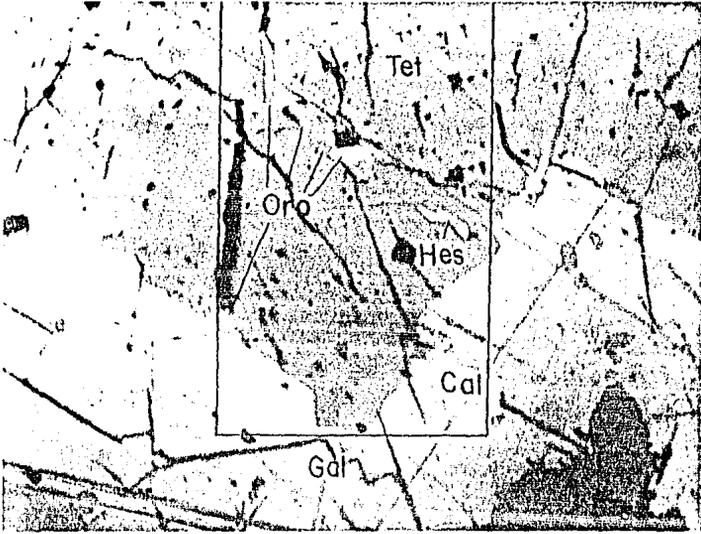


Foto Nº 17

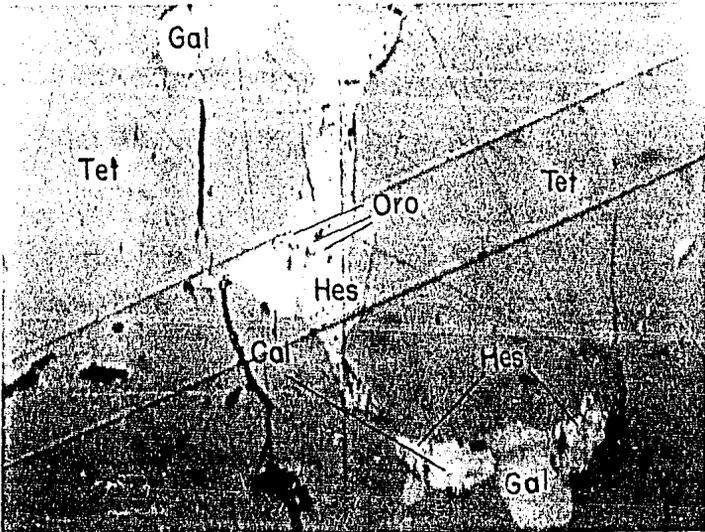


Foto Nº 18

LAMINA 11

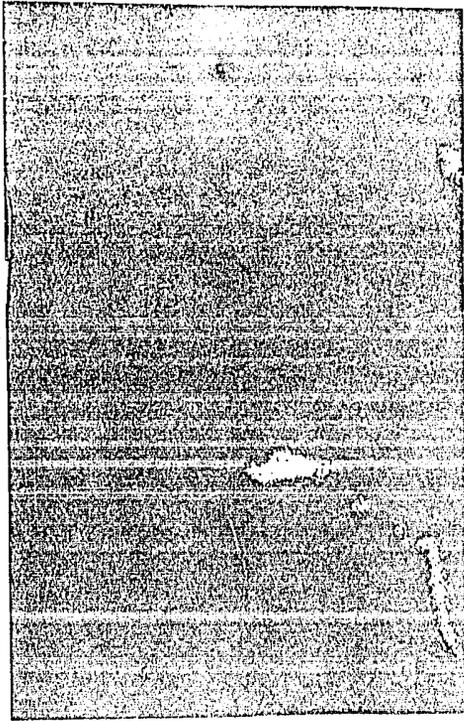
Secuencia de fotomicrografías tomadas al microscopio electrónico de Barrido donde se muestra la distribución del oro, plata y telurio del recuadro de la foto 17.

IIa.- Tomada con electrones secundarios

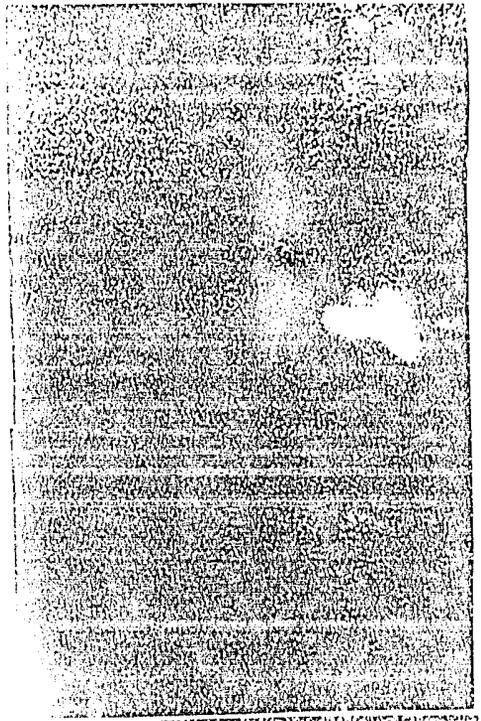
IIb.- Imagen de la radiación  $M\alpha$  del oro

IIc.- Imagen de la radiación  $L\alpha$  de la plata

IId.- Imagen de la radiación  $L\alpha$  del Telurio.



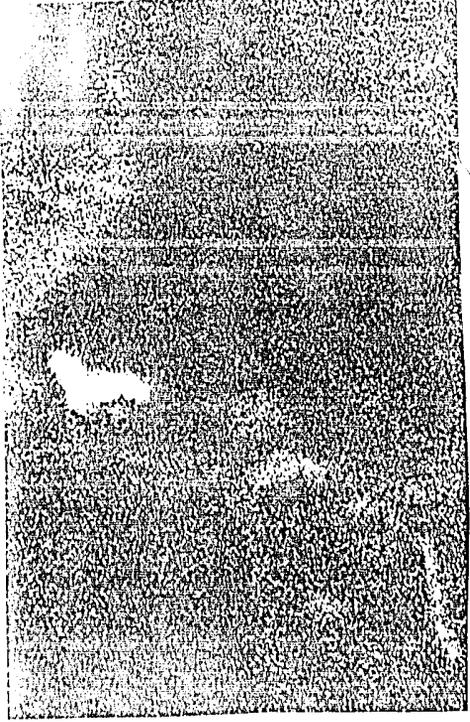
I1b



I1c



I1a



I1c



## EDAD DE LA MINERALIZACION

Stanton (1972) menciona que los yacimientos de sulfuros polimetálicos relacionados a ambientes de arco insular en el circunpacifico ocurren como vulcanosedimentarios o como relleno de fracturas o vetas. Para los primeros sugiere un rango de edad de Jurásico Superior a Terciario y para los segundos señala que generalmente se encuentran en el Terciario.

El evento hidritermal que mineralizó las vetas de Real de Guadalupe exhibe una relación espacial y temporal estrecha al emplazamiento de los pórfidos dacíticos. En vista de que dichos pórfidos penetraron cuando menos hasta la sección basal del paquete volcánico andesítico ( ver plano 2 y foto 8 ) se deduce que la mineralización ocurrió durante la acumulación del paquete volcánico sobreyacente de edad Oligoceno Superior a Mioceno Medio. Núñez y Torres (1984) ubican al yacimiento de Guadalupe dentro del rango Oligoceno-Mioceno.

## VI DATOS DE INCLUSIONES FLUIDAS

### INTRODUCCION

Para realizar el estudio de inclusiones fluidas se prepararon 100 superficies espesas de aproximadamente 0.5 mm de espesor en 44 muestras colectadas en el distrito.

Se observaron y midieron inclusiones en esfalerita, cuarzo y calcita de las diferentes etapas paragenéticas. El orden de abundancia como minerales huéspedes de inclusiones son el cuarzo la esfalerita y la calcita. El tamaño de las inclusiones varía de 5  $\mu$  hasta 30  $\mu$  con un valor promedio de 20  $\mu$ .

El aparato utilizado para este estudio fue una plátina térmica tipo U.S.G. S. (United States Geological Survey). En este se determinaron tanto temperaturas de homogenización como puntos de fusión. Este aparato consiste de un comparativo térmico cuya temperatura se regula a base de flujo de aire (calentamiento) o nitrógeno gas (enfriamiento). El rango de error para las determinaciones de temperaturas de homogenización es de  $\pm 5^\circ \text{C}$  y para puntos de fusión es de  $\pm 0.2$  este último valor corresponde a  $\pm 0.35\%$  equivalente en peso de NaCl.

Potter y Brown (1978) han desarrollado ecuaciones por medio de las cuales se puede calcular el % de NaCl equivalente en peso a partir de las temperaturas de fusión. Estas ecuaciones se definen como:

$$W_t \text{ \% NaCl} = 1.7698 \theta - 4.2384 \cdot 10^{-2} \theta^2 + 5.2778 \cdot 10^{-4} \theta^3 \quad \dots\dots(1)$$

y

$$\theta = 0.581855 W_t + 3.4896 \cdot 10^{-3} + 4.314 \cdot 10^{-4} W_t^3 \quad \dots\dots (2)$$

donde  $W_t$  = % de NaCl equivalente en peso

y

$\theta$  = punto de fusión de la inclusión

Con la ecuación 2 se puede comprobar si el cálculo es correcto; si el  $W_t$  obtenido en la ecuación 1 al substituirlo en la ecuación 2 para obtener el  $\theta$  debe ser el mismo que se obtuvo en la medición

En el sistema de Cuadalupe se definen tres tipos de inclusiones:

**inclusiones tipo I:** A este tipo de inclusiones se les observa dos fases, líquido y vapor, con la fase líquido predeeminante. La relación vapor-líquido es de 5-10% y 75-85% respectivamente.

Este tipo de inclusiones se observaron en cuarzo (ver lámina 111c y 111d), en calcita (ver lámina 111e) y en esfalerita (ver lámina 111a).

**inclusiones tipo II:** A este tipo de inclusiones también se le observan dos fases, siendo la fase de vapor la que predomina. La presencia de este tipo de inclusiones se considera evidencia de ebullición en un sistema si no existen evidencias de encuelamiento en las inclusiones (Lodnar et.al., en preparación). La relación vapor-líquido en estas inclusiones es de 70-80% y 10-20% respectivamente. Este tipo de inclusiones se observaron en cuarzo (ver lámina 111c) y en esfalerita (ver lámina 111b).

**inclusiones líquidas:** Este tipo de inclusiones consiste sólo de una fase líquida y son el producto del fenómeno conocido como "Encuelamiento ó Estrangulamiento" (Koedder, 1981). Este se presenta cuando una inclusión se separa formando varias inclusiones, atrapano cada una de estas una porción del fluido original. Si el proceso de estrangulamiento termina después de que los fluidos hayan alcanzado su punto de ebullición se pueden formar tanto inclusiones ricas en vapor (tipo II), como inclusiones líquidas y en este caso las inclusiones tipo II no son evidencia de ebullición en el sistema (ver lámina 111d).

Las determinaciones que se hicieron en cuarzo se realizaron tanto en inclusiones equidimensionales (ver lámina IIA) como planas (ver lámina IIIB).

Se midieron inclusiones primarias (inclusiones formadas durante la formación del mineral huésped) como pseudosecundarias (inclusiones formadas en fracturas con temporaneas a la formación del mineral huésped). Existen también inclusiones secundarias que representan inclusiones formadas en fracturas posteriores a la formación del mineral huésped (ver lámina IIID). Este tipo de inclusiones no se tomaron en cuenta ya que pueden reflejar eventos hidrotermales tardíos y no representan la temperatura de la etapa paragenética que se estudia.

En este estudio la intensidad de la ebullición se define como débil, moderada e intensa. La ebullición débil se refiere a la presencia de hasta 5% de inclusiones primarias no estranguladas ricas en vapor (inclusiones tipo II) dentro de la población total de inclusiones observadas en una muestra; ebullición moderada se refiere a la presencia de 5% a 10% de inclusiones tipo II; en tanto que ebullición fuerte se define por la presencia de más de 10% de inclusiones tipo II.

Para realizar el estudio de inclusiones fluidas fue necesario definir una paragenésis en base a observaciones megascópicas de las diferentes etapas de formación de las vetas:

Etapa I : Cuarzo gris claro cristalino grueso a fino intercrecido con sulfuros finos como pirita tetraedrita y galena.

Etapa II : Cuarzo gris criptocristalino a cristalino intercrecido con sulfuros gruesos como pirita, galena, esfalerita y tetraedrita. En esta etapa se observa una disminución en la cantidad del cuarzo respecto a la etapa anterior, también se observan pequeñas cantidades de calcita blanca.

Etapa III : Cuarzo cristalino fino intercrecido con calcita blanca y en ocasiones rosada.

Como se puede observar estas etapas son prácticamente las mismas que las definidas en el estudio por microscopio mineralográfico, con la excepción que en éste fue posible identificar la sub-etapa IIb rellenando fracturas de la etapa IIa.

Por otra parte en la zona norte no se pudo identificar la etapa II y por lo tanto solo se obtuvieron datos de las etapas I y III (ver planos 7 y 8).

## METODO DE ESTUDIO

Los promedios de temperaturas y salinidades para cada muestra se obtuvieron construyendo histogramas basados en 15 a 50 determinaciones individuales de temperaturas de homogenización de inclusiones primarias y pseudosecundarias y de 5 a 20 temperaturas de fusión. En los histogramas donde se advierte la presencia clara de fluidos en estado de ebullición se obtuvieron algunos valores erráticos que representan generalmente inclusiones que atraparon proporciones variables de líquido-vapor. En estos casos los promedios se calculan después de eliminar tanto valores altos relacionados a inclusiones que atraparon vapor, como a valores bajos, estos últimos relacionados a procesos de estrangulamiento ó escape de fluidos. Las desviaciones estandar de los histogramas de temperaturas varían de  $\pm 132$  hasta  $\pm 302$  C, mientras que las desviaciones estandar de las salinidades varían de  $\pm 0.67\%$  de NaCl hasta  $\pm 2.1\%$  de NaCl. La magnitud considerable de estas desviaciones se debe a varios factores como lo son :

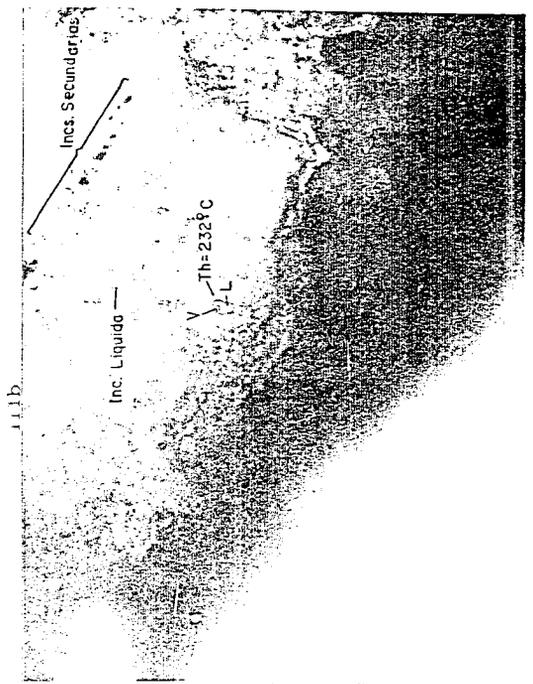
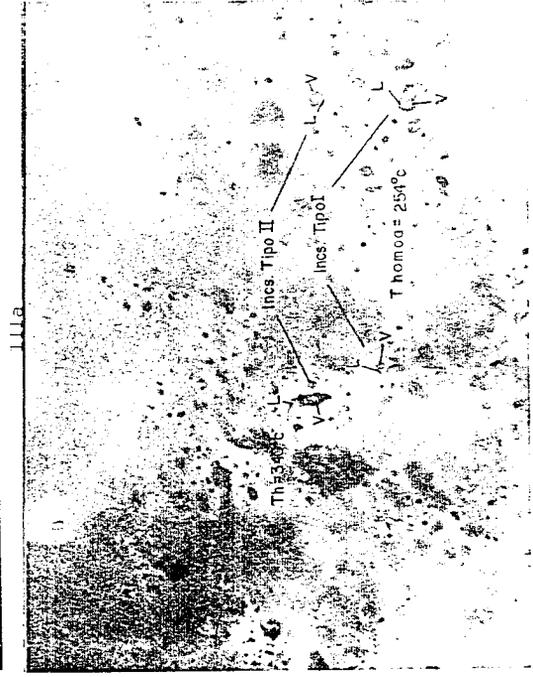
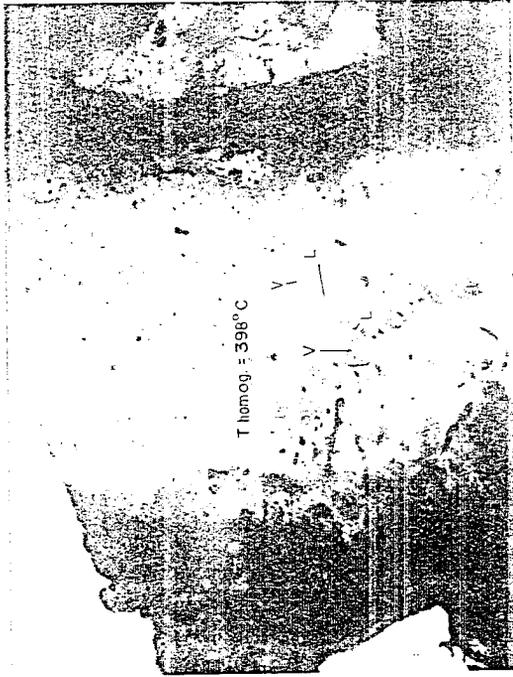
- a.) Impresión en la definición paragenética del material seleccionado
- b.) Cambios depositacionales (estrangulamiento)
- c.) Cambios post-depositacionales (escape de fluidos)

En el caso de las muestras en estado de ebullición donde los fluidos se encuentran cercanos a la curva de ebullición de las salmueras, las temperaturas de homogenización aproximan a las de formación y no se aplica un factor de corrección por presión. En el caso de fluidos sin evidencia de ebullición es necesario aplicar una corrección a las temperaturas de homogenización. Esta corrección se obtiene graficamente de isocoras derivadas de los datos de Potter y Irwin (1977) para salmueras con salinidades específicas. En Cuadalupe no se aplicaron estas correcciones por considerar que el sistema en general se encuentra muy cerca de las curvas de ebullición y por tanto las temperaturas de formación se aproximan a las de homogenización.

### LÁMINA III

Secuencia de fotomicrografías tomadas al microscopio petrográfico con nicoles cruzados.

- IIIa .- Inclusiones primarias equidimensionales tipo I en esfalerita. Etapa I veta Santa Ana, muestra G-84-5. Amplificación 25X.
- IIIb .- Inclusiones primarias, planas, equidimensionales tipo II en esfalerita. Etapa II veta San Pedro, muestra G-84-13. Amplificación 25X.
- IIIc .- Inclusiones primarias, equidimensionales, tipo I y II en cuarzo. Etapa I veta San Pedro, muestra G-84-22. Amplificación 40 X.
- IIId.- En un cristal de cuarzo se observa una inclusión tipo I primaria, equidimensional y un plano de inclusiones secundarias con estrangulamiento, formando inclusiones líquidas y ricas en vapor. Etapa II ; veta Nave , muestra G-84-26 . Amplificación 40X.
- IIIe.- Cristal de calcita con inclusiones primarias equidimensionales tipo I en calcita. Etapa II veta Nave, muestra G-84-28. Amplificación 40X.





111d

Se realizaron 472 lecturas de temperaturas de homogenización: 149 de la Etapa I 268 de la Etapa II y 55 de la Etapa III (ver figura 7). En ganga de cuarzo se realizaron 379 determinaciones; 67 en esfalerita y 26 en calcita (ver figura 8). Los promedios de temperaturas por localidad se muestran en las secciones longitudinales de acuerdo a la ubicación de cada muestra (ver planos 6, 7, 8 y 9). Los promedios de temperaturas por etapas y mineral se muestran en las tablas I y II respectivamente. Ambos promedios se obtuvieron después de eliminar los valores erráticos ocasionados por efectos de ebullición y estrangulamiento. Los rangos de temperatura para las etapas son: Etapa I (1750 C a 2850 C); Etapa II (1800 C a 2850 C y Etapa III (1700C a - 2400 C). El rango de temperaturas de las dos primeras etapas es muy semejante ya que constituyen las pulsaciones principales del evento hidrotermal, mientras que la Etapa III marca el final del mismo. La distribución de temperaturas de los diferentes minerales (ver figura 8) exhibe los siguientes rangos de valores: cuarzo (1700C a - 2850 C; esfalerita (1800 C a 2800 C) y calcita (1750 C a 2850 C). Los rangos de temperaturas de las Etapas I y II son semejantes a los rangos de temperaturas del cuarzo y esfalerita ya que ambos minerales ocurren en las dos etapas. Por otra parte el rango de temperaturas medidas en calcita es semejante a la distribución de temperaturas de la Etapa III a raíz de que la mayor parte de las determinaciones en calcita se efectuaron en dicha etapa.

En general se observa un sistema hidrotermal con temperaturas progresivamente más bajas ya que la Etapa I exhibe temperaturas promedio de 2340 C; la Etapa II un promedio de 2260 C en tanto que el promedio de la Etapa III fue de 2080 C (ver figura 7).

Los datos obtenidos y vaciados en las secciones longitudinales muestran que no existe suficiente densidad de información para definir un zoneamiento térmico y la posible dirección de los flujos mineralizantes.

Respecto a la presencia de ebullición hay que hacer notar que 15 de las 44 muestras colectadas no tienen inclusiones por lo que no aparecen en la tabla I. Estas 15 muestras representan el 37% del total. Del 63% que sí tiene inclusiones el 45% exhibe evidencias de ebullición. De las muestras con ebullición el 9% muestra ebullición fuerte; el 37% ebullición moderada; en tanto que el 54% la presentan débil. Podemos concluir por tanto que el sistema de Cuadalupe presenta un porcentaje de ebullición que fluctúa entre 1% y 5% con un promedio de 3% lo que representa una ebullición débil.

HISTOGRAMA DE TEMPERATURAS DE LAS DIFERENTES  
 ETAPAS PARAGENETICAS DEL DISTRITO MINERO  
 REAL DE GUADALUPE, GRO.

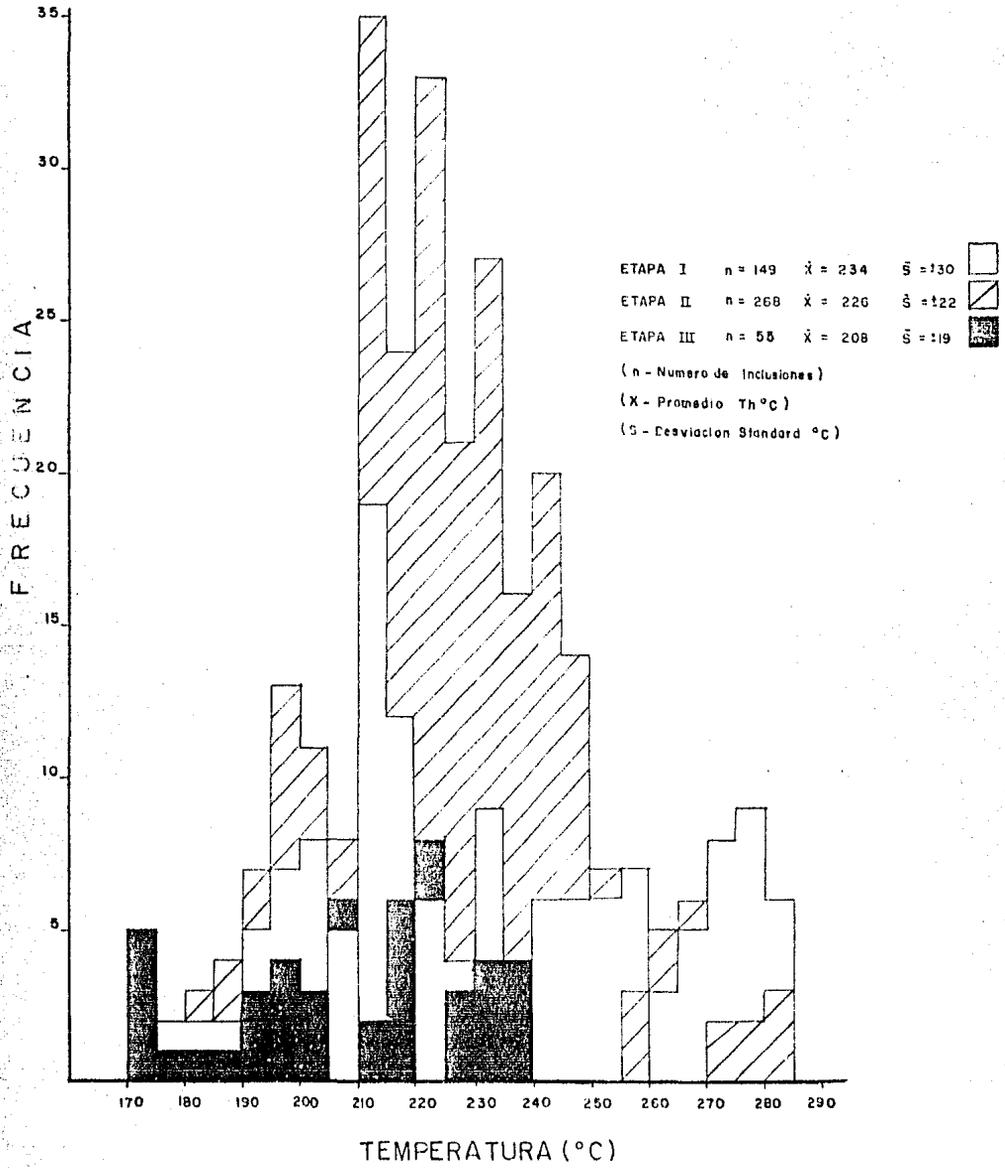


FIGURA N° 7

HISTOGRAMA DE TEMPERATURAS POR MINERAL DE LAS  
 DIFERENTES ETAPAS PARAGENETICAS DEL DISTRITO  
 MINERO REAL DE GUADALUPE , GRO.

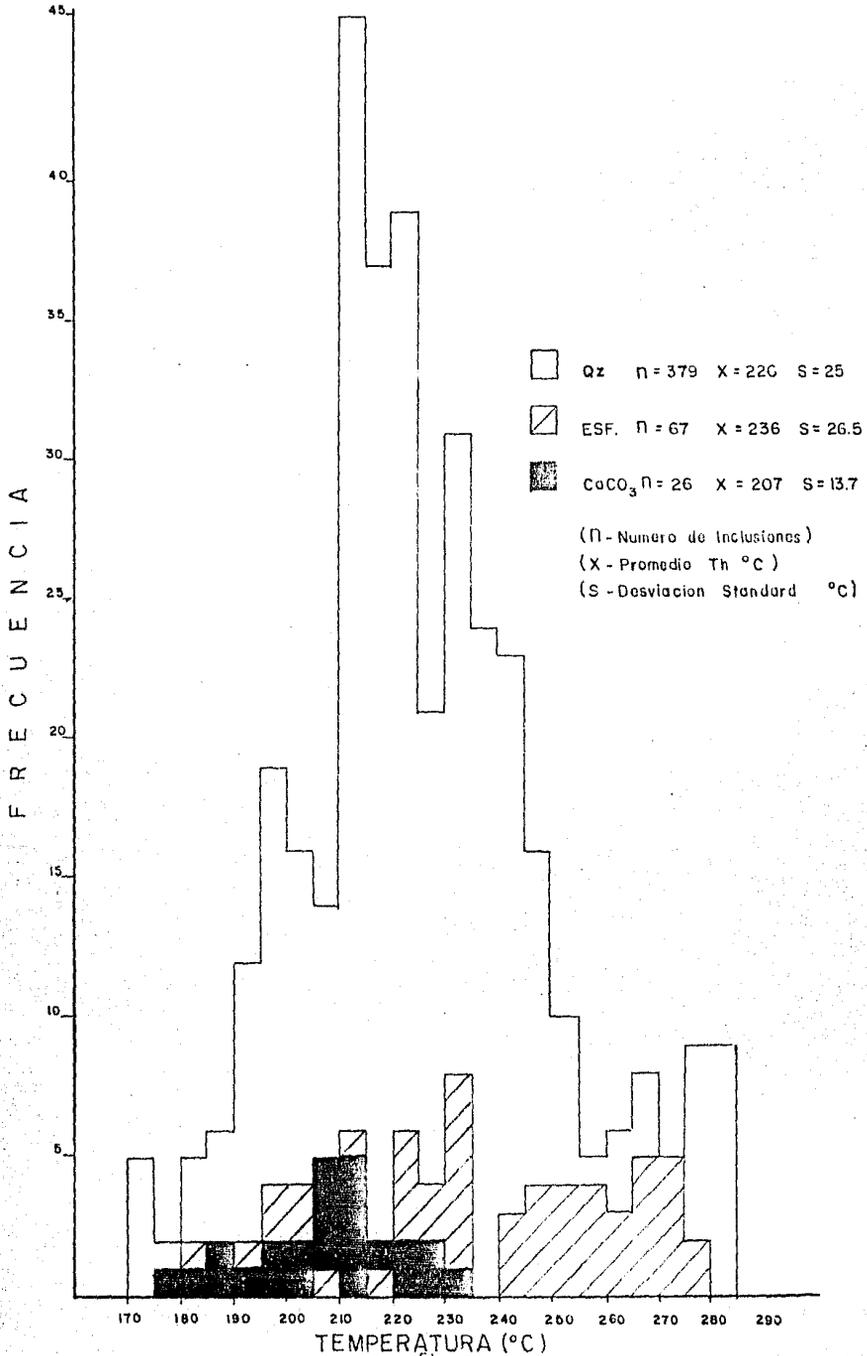


FIGURA N°8

Se midieron 230 temperaturas de fusión: 64 de la Etapa I; 139 de la Etapa II y 27 de la Etapa III (ver figura 9). Los promedios de salinidades por etapa y mineral se muestran en la tabla 1, en los planos 6, 7, 8 y 9 y en la tabla II respectivamente. Los rangos de salinidades fluctúan entre 0% y 12% equivalente en peso de NaCl (abreviado % de NaCl). Para las etapas paragenéticas individuales - los rangos son más restringidos, ya que la Etapa I exhibe salinidades que varían de 0% a 8% de NaCl, para la Etapa II el rango es de 0% a 11.5% en tanto que para la Etapa III la variación es de 0.5% a 3.5% de NaCl (ver figura 9). Los promedios de las Etapas I, II y III son 2.2%, 2.3% y 2.6% de NaCl respectivamente. La variabilidad de salinidades de acuerdo al mineral huésped muestra otros rangos, en el caso del cuarzo estas varían de 0% a 11.5% de NaCl, en esfalerita de 0.5% a 8.0% de NaCl y en calcita varían de 0.5 a 3.5% de NaCl. Los promedios del cuarzo, esfalerita y calcita son 2.0%, 1.9% y 0.95% de NaCl respectivamente (ver figura 10). La salinidad promedio de todas las etapas o minerales es de 2.0% de NaCl.

Existen salinidades considerablemente altas en algunas partes del sistema. La muestra C-84-3 de la Veta Llave ubicada en la zona sur en el nivel 880 muestra salinidades hasta de 11.5% de NaCl con un promedio de 6.5% de NaCl. Otro caso similar es la muestra C-84-14 ubicada en la zona norte en el área de Santa Ana donde se obtuvieron salinidades promedio de 7.5% de NaCl (ver plano 7).

Es importante señalar que las salinidades más altas se obtuvieron en la estructura Llave-Santa Ana y en la veta ancha (zona poniente), en tanto que las salinidades más bajas se observaron en la estructura San Pedro- Morro Herced (zona oriente).

Los promedios de las salinidades de las etapas I y II (mineralizantes) y III (esteril) son muy similares y aun mayores los de esta última esto puede deberse:

- a.) Al bajo número de datos obtenidos en la Etapa III
- b.) ó a la lixiviación de sales de la roca encajante, durante la última etapa del evento hidrotermal produciendo una salinidad mayor a la existente producida por el mismo evento mineralizador.

HISTOGRAMA DE SALINIDADES DE LAS DIFERENTES  
 ETAPAS PARAGENETICAS DEL DISTRITO MINERO  
 REAL DE GUADALUPE, GRO.

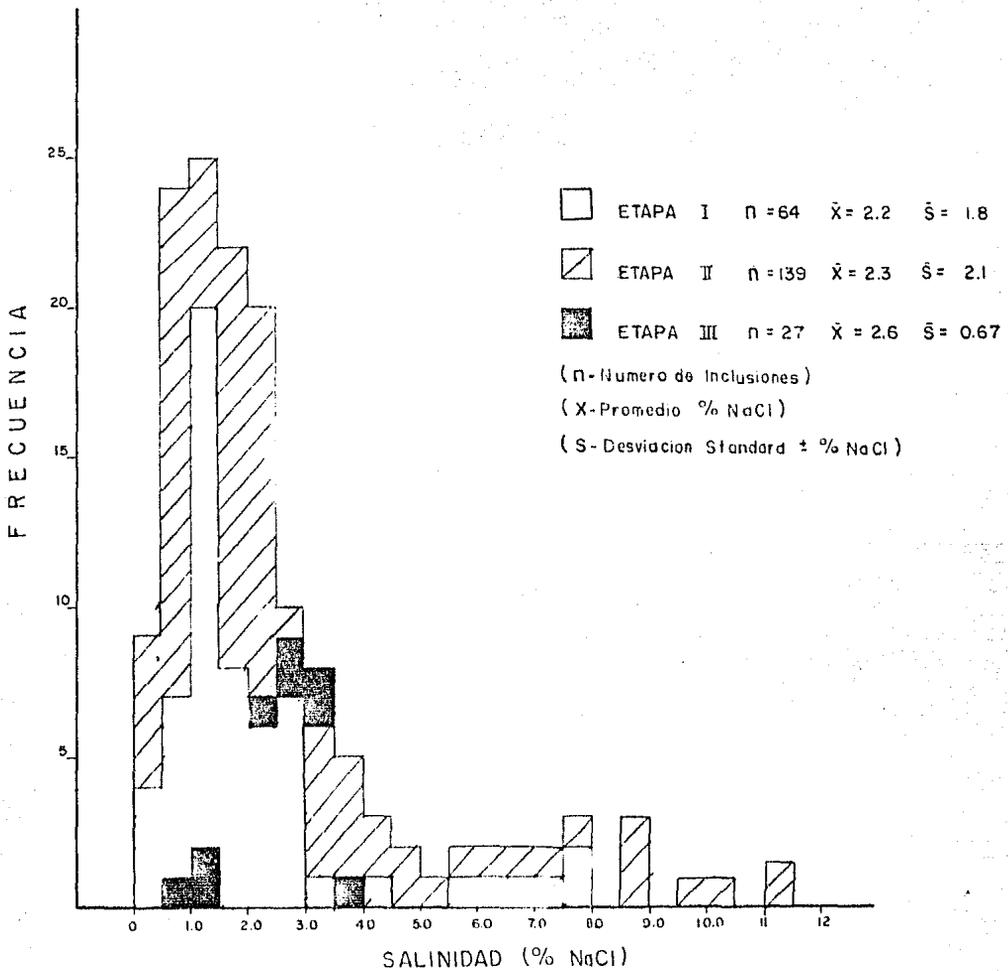
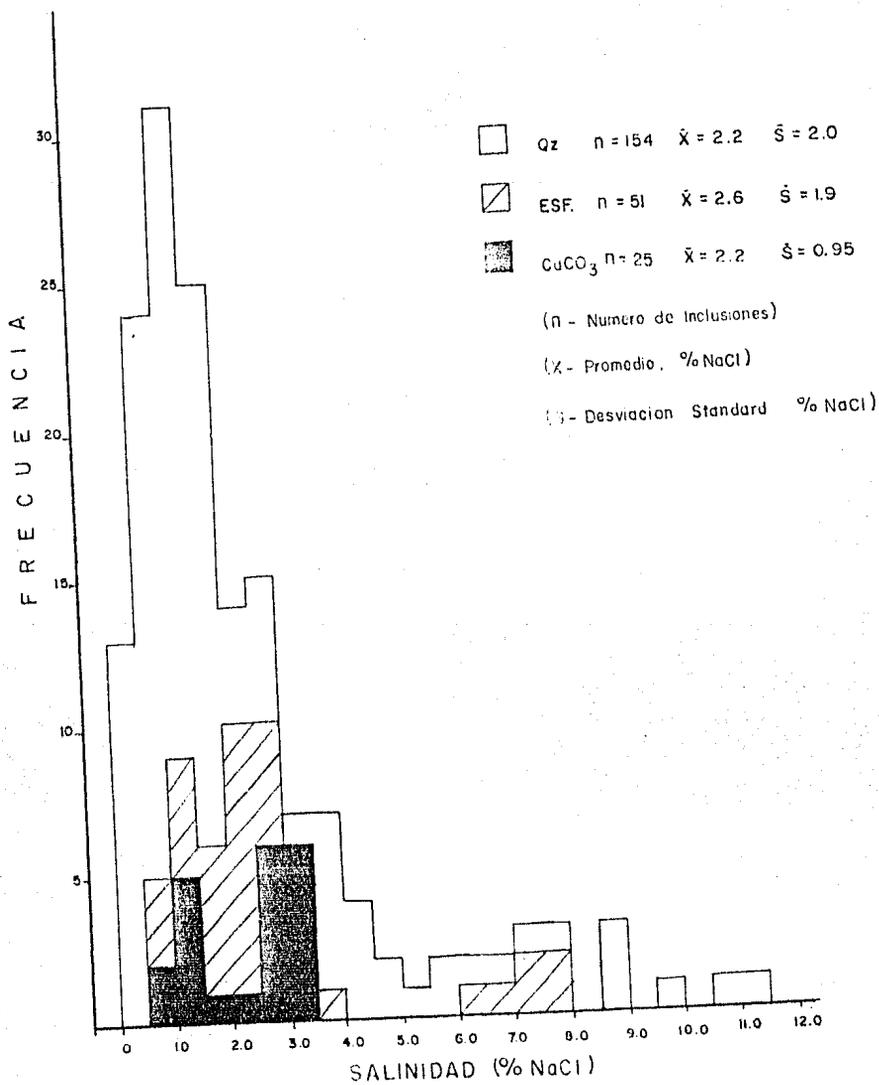


FIGURA N° 9

HISTOGRAMA DE SALINIDADES POR MINERAL DE LAS DIFERENTES ETAPAS PARAGENETICAS DEL DISTRITO MINERO REAL DE GUADALUPE, GRO.



La cantidad de  $\text{CO}_2$  disuelto en un fluido es difícil de calcular, sobre todo cuando este no se presenta como una fase independiente dentro de la inclusión. Sin embargo existen otros criterios para considerar la presencia de este componente en el sistema.

Collins (1979) menciona que cuando un sistema presenta cantidades bajas de  $\text{CO}_2$  sin llegar a formar una fase independiente este puede identificarse en la forma de un clatrato ( $\text{CO}_2 \cdot 5,75 \text{H}_2\text{O}$ ), que es una fase de  $\text{CO}_2$  hidratado que puede observarse como una fase color pardo al efectuarse el congelamiento de la inclusión. En vista de que no se observó la formación del clatrato en inclusiones de Cuadalupe se concluye que el contenido de  $\text{CO}_2$  en el sistema es muy bajo.

Tabla 1

TEMPERATURAS Y SALINIDADES PROMEDIO, PRESION, FROUNTAL DEL NIVEL FREATICO Y % DE EBULLICION DE ACUERDO A LA ETAPA DE FORMACION

VEGA	MUESTRA	ETAPA	PROMEDIO Th (°C)	n	s	PROMEDIO % NaCl	n	s	PRESION (Bars)	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO (m)	% DE EBULLI- CION
Nave	G-84-10	I	180	4	1	1.21	10	0.24	11	112	No Obs.
Navee	G-84-27	I	193	8	30.5	1.14	9	0.21	13.5	138	No Obs.
Nave	G-84-39	I	225	13	21.5	3.21	1	0.0	25	278	Débil
Santa Ana	G-85-4	I	254	20	17.5	5.84	9	2.34	41.5	460	No Obs.
Santa Ana	G-84-6	I	221	20	28.0	1.98	10	0.77	25.0	256	No Obs.
Santa Ana	G-84-16	I	252	12	30.0	----	--	----	----	---	No Obs.
Santa Ana	G-84-19	I	215	7	15.5	3.79	3	0.26	21.0	226	No Obs.
Ancha	G-84-1	I	224	10	6.2	1.55	1	0.0	25.0	276	No Obs.
Ancha	G-84-9	I	179	5	1.0	----	--	----	----	---	No Obs.
Ancha	G-85-3	I	213	10	5.4	2.56	1	0.0	21.0	216	No Obs.
San Pedro	G-84-22	I	254	31	31.0	1.24	26	0.72	43.0	498	Moderad
Porro Merced	G-84-7	I	213	4	3.0	----	--	----	----	---	No Obs.
Porro Merced	G-84-21	I	224	5	24.5	2.5	2	1.1	13.5	138	No Obs.
Nave	G-84-3	II	227	44	21.5	6.5	12	3.4	27.0	272	Débil
Nave	G-84-14	II	245	10	13.5	7.5	2	0.0	34.0	388	Débil
Nave	G-84-24	II	196	3	2.9	0.92	3	0.08	15.0	148	No Obs.
Nave	G-84-25	II	229	4	7.5	----	--	----	----	---	No Obs.
Nave	G-84-28	II	213	48	39.5	1.02	33	0.55	21	218	No Obs.
Nave	G-84-37	II	227	46	19.0	2.7	24	1.35	26	290	Débil

Tabla 1 Continuación

VETA	MUESTRA	ETAPA	PROMEDIO Th. (°C)	n	s	PROMEDIO % de NaCl	n	s	PRESION (Bars)	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO (m)	% DE EBULLICION
Ancha	G-84-14	II	216	3	8	1.49	3	0.35	21	234	No Obs.
Ancha	G-84-30	II	211	9	10	3.37	1	0.00	20	204	No Obs.
Ancha	G-84-33	II	234	9	2.6	----	--	----	--	---	Débil
Ancha	G-84-40	II	236	3	15.0	3.56	3	1.4	30	344	Moderada
Ancha	G-85-1	II	235	22	16.5	3.96	4	0.48	30	330	No Obs.
Ancha	G-85-2	II	220	30	21.0	1.37	10	0.94	23	254	Intensa
San Pedro	G-84-23	II	229	37	17.5	1.57	17	1.5	28	308	Moderada
San Pedro	G-84-13	II	---	--	----	2.05	5	0.02	--	---	No se obs.
Guadalupe	G-84-34	II	223	2	1	2.7	4	0.29	25	262	No Obs.
Ancha	G-84-29	II	185	5	3	---	--	----	--	---	No Obs.
Santa Ana	G-84-18	II	208	44	19	2.81	24	0.40	18.5	192	Moderada

Th (°C) = Temperatura de homogenización en °C

n = Número de determinaciones

s =  $\pm$  °C desviación estándar

% NaCl = % equivalente en peso de NaCl

TABLA II

TEMPERATURAS PROMEDIO DE INCLUSIONES DE ACUERDO AL MINERAL HUESPED

VEZA	MUESTRA	TEMPERATURA EN CUARZO Th(°C)	n	s	TEMPERATURA EN ESPALERITA Th(°C)	n	s	TEMPERATURA EN CALCITA Th(°C)	n	s
Ancha	G-84-1	224	10	6.2	216	3	8.2			
Ancha	G-84-3	227	44	3.0						
Santa Ana	G-84-5				254	20	7.0			
Santa Ana	G-84-6				221	20	6.5			
MorroMerced	G-84-7	213	4	3.0						
Ancha	G-84-9	179	5	1.0						
Nave	G-84-10	184	4	1.0						
Nave	G-84-14	245	10	13.5						
Santa Ana	G-84-16	252	12	30.0						
Santa Ana	G-84-18	210	29	22.5						
Santa Ana	G-84-19	215	7	15.5						
MorroMerced	G-84-21	203	11	25.5	224	5	24.0			
San Pedro	G-84-22	254	31	30.0						
San Pedro	G-84-23	225	25	14.5	238	11	21.0			
Nave	G-84-24	196	3	3.0						
Nave	G-84-25	227	2	8.0	232	2	1.5			
Nave	G-84-28	206	48	40.0				213	3	0.94

Tabla II Continuación

VETA	MUESTRA	TEMPERATURA EN CUARZO			TEMPERATURA EN ESFALERITA			TEMPERATURA EN CALCITA		
		Th(°C)	n	s	Th(°C)	n	s	Th(°C)	n	s
Ancha	G-84-30	211	9	10						
Ancha	G-84-32	232	9	2.5						
Ancha	G-84-35	222	2	2.5						
Guadalupe	G-84-34	223	2	1						
Nave	G-84-37	227	46	20.0						
Nave	G-84-39	225	13	21.0						
Ancha	G-84-40	235	34	15.0						
Ancha	G-85-1	235	22	16.5						
Ancha	G-85-2	220	30	20.1						
Ancha	G-85-3	213	10	5.5						

Th (°C) = Temperatura de homogenización en °C

n = número de determinaciones

s = ± °C desviación estándar

% NaCl = % equivalente en peso de NaCl

Las estimaciones de la profundidad de formación de la mineralización se efectúan haciendo la suposición de que la presión total en el sistema es solamente hidrostática y no existen cantidades significativas de otros componentes como  $\text{CO}_2$  en los fluidos del sistema (Hedenquist y Henley, 1985).

La presión hidrostática de un sistema se define como la presión ejercida por una columna de agua desde el punto de formación de la inclusión hasta el paleonivel freático. Las presiones y profundidades abajo del paleonivel freático para los fluidos de un sistema en estado de ebullición se obtienen de las tablas de Hass (1971 y 1976).

Las desviaciones de la presión hidrostática ideal en localidades individuales, ocurren debido a efectos locales de sobrepresión, que ocurren en respuesta a constricciones o sellamientos de algunas áreas de las vetas causando presiones mayores a la hidrostática. Un ejemplo puede ser la muestra G-84-22 ubicada en la zona de San Pedro, donde se obtuvo una presión de 43 bares y una distancia a la paleosuperficie de 500 m. También es posible considerar un ambiente de sub-presión relacionado a la presencia de áreas dominadas por vapor donde la columna sobreyacinate de fluido ejerce una presión menor a la hidrostática. Un ejemplo puede ser la muestra G-84-10 ubicada en la parte sur de la estructura la Nave-Santa Ana donde se obtuvo una presión menor a 11 bares y una profundidad mínima de 110 m.

Los valores anteriores no pueden considerarse como representativos de la posición de la paleosuperficie durante el evento mineralizador, por lo que la posición de esta se estima promediando las distancias indicadas para las localidades individuales.

Las presiones y distancias mínimas al paleonivel freático se muestran en la tabla I. La reconstrucción del paleonivel freático con estas distancias sugiere que este se ubicó entre los 150m y 300 m arriba del nivel de erosión actual.

Las paleosuperficies calculadas para cada estructura muestran rangos más restringidos que el anterior así se tiene que para las vetas Guadalupe y Ancha se calcula una distancia promedio de 150 m a 200 m del nivel de erosión actual a la paleosuperficie, observándose un posible levantamiento de esta hacia la zona sur, en la veta Ancha, y un posible descenso de la misma hacia la zona norte. A la estructura Nave-Santa Ana se le calculó una distancia de 100 m a 200 m en promedio, en tanto que a la estructura San Pedro-Morro Merced se le calcularon distancias entre los 200 y 300 m arriba del nivel de erosión actual. Estos últimos valores sugieren un régimen de presión más alto en la formación de esta última estructura.

De lo anterior se concluye que la paleosuperficie se ubicó en un mínimo de 150 a 300 m arriba del nivel de erosión actual. Esta distancia es compatible -- con una paleosuperficie ubicada en la posible discontinuidad Cretácico-Terciario. Sin embargo la presencia de pórfidos dacíticos en andesitas extrusivas indican -- que lo más probable es que la paleosuperficie se ubicó dentro de las unidades basales del paquete volcánico andesítico y no en la posible discontinuidad Formación Guadalupe rocas volcánicas extrusivas (ver figura 12). No se han identificado aun rasgos geológicos típicos de la paleosuperficie (sinteres, alteración argílica avanzada) ni en la posible discontinuidad Cretácico-Terciario ni en las rocas volcánicas extrusivas.

Sillitoe (1977) sugiere tres modelos para la generación de vetas epitermales emplazadas en rocas volcánicas (ver figura 12). En la figura 12a sugiere que un paquete volcánico de más de 2000 m puede ser huésped de un sistema hidrotermal donde la recirculación de aguas meteóricas den origen a vetas encajonadas en la sección volcánica con un basamento subvolcánico. En el inciso b de la misma figura sugiere que la recirculación de aguas meteóricas puede presentarse hasta el basamento, enriqueciéndose más con los metales que este contenga y depositándolos en las vetas en la sección volcánica superior. Por último en el inciso c propone una combinación de aguas meteóricas enriquecidas con aguas magmáticas derivadas de una fuente ígnea intrusiva y depositando su carga en vetas dentro de la secuencia volcánica superior. Ninguno de los tres modelos propuestos anteriormente parece zafar las condiciones bajo las cuales se formó el distrito de Guadalupe. El modelo propuesto en este estudio para el sistema de Guadalupe (figura 12d), considera los siguientes factores geométricos y genéticos:

- 1.- Un basamento sedimentario (Formación Guadalupe) que subyace a un paquete volcánico extrusivo andesítico de 2000 m de espesor aproximado.
- 2.- Las vetas quedan emplazadas tanto en sedimentos de la Formación Guadalupe como en fracturas dentro de los pórfidos dacíticos. Como se mencionó anteriormente estos diques se observan también emplazados dentro de la parte basal de la secuencia andesítica.
- 3.- Los pórfidos dacíticos y la mineralización pueden ser productos finales de la cristalización de un stock diorítico a profundidad del tipo que Sanchez Mejorada (1969) reporta en vallecitos, 10 km al sur del Real de Guadalupe
- 4.- Los promedios de las salinidades de las etapas I y II (mineralizantes) y III (esteril) son muy similares y aun mayores los de esta última esto puede deberse:
  - a.) Al bajo número de datos obtenidos en la Etapa III
  - b.) A la lixiviación de sales de la roca encajonante, durante la última etapa del evento hidrotermal.

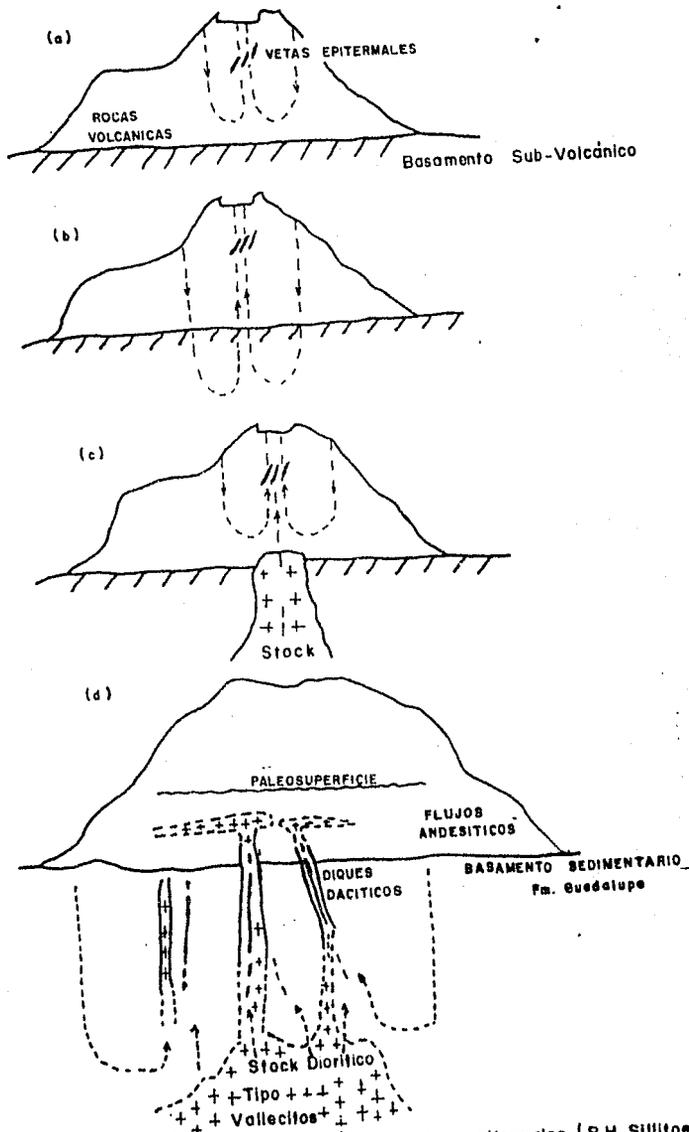


FIGURA N° 12

Tres Modelos para la generación de vetas epitermales (R.H. Sillitoe, 1977) (a), (b), (c) y Modelo propuesto en este estudio para el Distrito de Real Guadalupe (d).

Los yacimientos epitermales en México se caracterizan por exhibir distribuciones verticales restringidas de la mineralización (varios cientos de metros) y distribuciones laterales significativas (varios kilómetros), Albinson (1985) indica que existe una posible correlación entre la distribución vertical de la mineralización y la presencia de ebullición en un sistema. Las características de algunos sistemas epitermales en ebullición se muestran en la Tabla III :

TABLA III

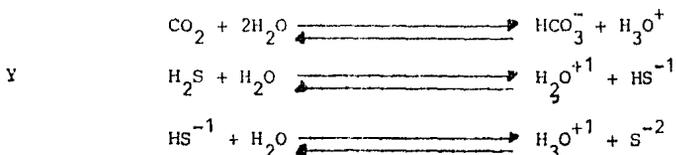
RELACION DE YACIMIENTOS, ANCHOS DE SUS ZONAS FAVORABLES, TEMPERATURA DE FORMACION Y TIPO DE YACIMIENTO

YACIMIENTO	VEZA	ANCHO DE LA ZONA VERTICAL ARGENTÍFERA	TEMPERATURA DE FORMACION	TIPO DE YACIMIENTO
Catorce,S.L.P. Albinson,1985	Madre	500 m	279º C	Epitermal Ag
Catorce,S.L.P. Albinson,1985	Ave María Amestoy San Jerónimo	380 m	263º C	Epitermal Ag
Colorada, Zac. Albinson,1985	No Conocida	300 m	263º C	Epitermal Ag-Pb-Zn
Colorada,Zac. Albinson,1985	Candelaria	250 m	267º C	Epitermal Ag-Pb-Zn
Tayoltita,Dgo. Albinson,1985	Todo el distrito	200-600 m	280º C	Epitermal Ag-Au
National Nevada Vikre,1985	Bell	200 m	250º C	Epitermal Ag
Real de Guadalupe Este estudio	Todo el distrito	400 m (?)	234º C	Epitermal Ag-Pb-Zn-Cu-Au

En la tabla III se observa que los sistemas con evidencias de ebullición generalmente no sobrepasan los 400 m de persistencia vertical de la mineralización y ocurren generalmente entre los 200 y 1000 m bajo la superficie.

En vista de que la mina de Guadalupe ha desarrollado el sistema a profundidad un total de 200 m, el potencial y persistencia de este a profundidad depende de la extensión vertical total de la zona argentífera. Si el ancho de la zona favorable se considerará de 400 m y hasta el momento se han desarrollado sólo 200 m es posible proponer la existencia de 200 m adicionales a profundidad a partir del nivel más profundo conocido. Por otro lado si la mineralización argentífera no excede los 200 m en el sentido vertical (i.e., Veta Bell del distrito-national, Nevada, Vikre, 1985) puede deducirse que el nivel 830 se encuentra próximo a la base de la mineralización argentífera económica.

Drummond y Ohmoto (1985) discutieron los efectos del proceso físico de separación de fases en la evolución química de los fluidos hidrotermales y muestran que la ebullición puede ser un excelente mecanismo promotor de la precipitación de los metales disueltos en los fluidos mineralizantes. El resultado más inmediato de la ebullición consiste en la exsolución de componentes volátiles como CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S. Los equilibrios ácido-base de estos componentes y su relación con el pH del fluido hidrotermal se define en base a las siguientes reacciones:



El pH de la solución se define como:  $\text{pH} = -\log \text{H}_3\text{O}^+$

La exsolución de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S de los fluidos provoca que el equilibrio se desplace a la izquierda en estas reacciones y consuma iones hidronio; en efecto aumentando el pH del fluido que contiene los iones complejos de metales en solución, aumenta la alcalinidad de la solución hidrotermal y esto será el agente promotor de la destabilización y precipitación de los metales en solución. Los efectos cuantitativos y los cambios de pH acompañantes se muestran por Drummond y Ohmoto (Op Cit.) en los diagramas (B), (F), y (J) de figura 11.

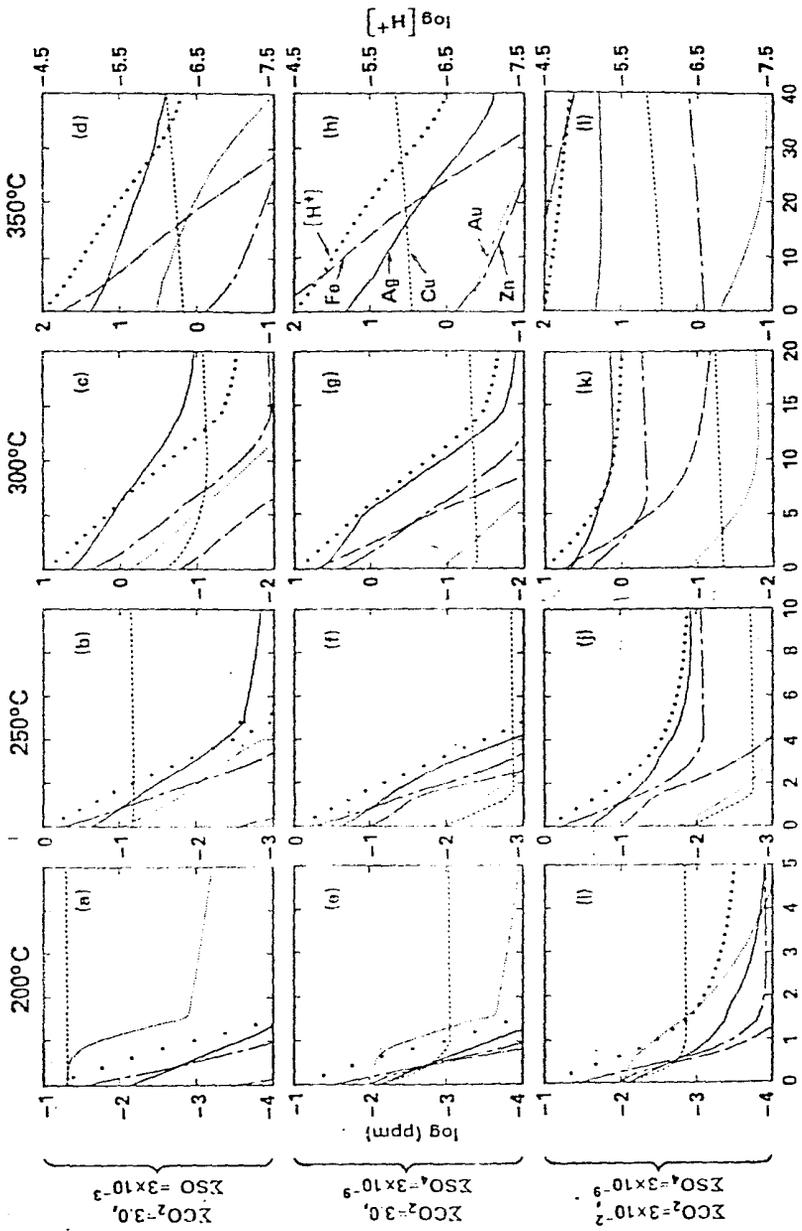


Figura No 11 perfiles de concentración metálica y protonica para sistemas isotérmicos abiertos en ebullición.

El diagrama aplicable a los fluidos de Guadalupe sería una combinación de (b) y (j) por mostrar altos contenidos de azufre, como es evidente por la gran cantidad de sulfuros que se observan en las vetas, y bajo contenido de  $\text{CO}_2$ . Los efectos de la ebullición sin embargo son semejantes en los tres diagramas como se describe a continuación:

El diagrama (b) pertenece a un sistema a 250°C con concentraciones **altas** de  $\text{SO}_4 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$  (280 ppm) y concentraciones altas de  $\text{CO}_2 = 3.0 \text{ M}$  (130,000 ppm). En este caso la solubilidad de la plata con 4 a 5% de ebullición decrece de 0.23 ppm (log -0.63 ppm) a 0.0009 ppm (log -2.3 ppm), lo que significa que el 97.5% de la plata en solución se precipita a raíz de un cambio de pH de aproximadamente 5.0 a 7.2.

El diagrama (f) pertenece a un sistema a 250°C con concentraciones bajas de  $\text{SO}_4 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ M}$  (0.000288 ppm) y  $\text{CO}_2 = 3.0 \text{ M}$  (130,000 ppm). En este caso la solubilidad de la plata decrece de 0.23 ppm (log -0.63 ppm) a 0.001 ppm (log -3.0 ppm), lo que significa que el 99.5% de la plata en solución precipita a raíz de un cambio de pH de aproximadamente 5.0 a 7.5.

El diagrama (j) pertenece a un sistema a 250°C con concentraciones de  $\text{SO}_4 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ M}$  (0.00028 ppm) y  $\text{CO}_2 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ M}$  (1,300 ppm). En este caso la solubilidad de la plata con 5% de ebullición decrece de 0.23 ppm (log -0.63 ppm) a 0.019 ppm (log -1.7 ppm), lo que significa que el 90.5% de la plata en solución precipita a raíz de un cambio de pH de aproximadamente 5.0 a 6.5.

Como puede observarse independientemente de las cantidades relativas de  $\text{CO}_2$  y  $\text{SO}_4$  en los sistemas es posible deducir que con solo 5% de ebullición se deposita más del 90% de la carga metalífera en solución.

Los gradientes verticales y laterales de temperaturas y presión en las vetas de Real de Guadalupe son relativamente bajos. Es factible por tanto proponer que el mecanismo de separación de fases (ebullición) es el mejor candidato como promotor de la precipitación de la mineralización.

En resumen se concluye que el sistema hidrotermal que mineralizó las vetas del distrito de Guadalupe se relaciona a un sistema de convección que operó entre 235°C y 210°C en la parte superior de la corteza y depositó su carga metalífera en respuesta a la ebullición de los fluidos, lo más probable en un intervalo entre los 200 y 600 m bajo la superficie. El yacimiento puede clasificarse como de tipo epitermal polimetálico de moderada a baja temperatura.

## VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- La geología observada en la zona de Guadalupe y sus alrededores sugiere un ambiente de sedimentación clástica marina del Cretácico medio a Sueprior que posteriormente cambio a un ambiente de vulcanismo continental Terciario Inferior a Medio de composición intermedia.
- 2.- Las vetas de Guadalupe presentan relaciones estructurales muy estrechas con la formación del paquete volcánico Terciario Continental y con los pórfidos dacíticos. Las relaciones espaciales y temporales que guardan con este paquete los diques dacíticos sugieren un emplazamiento penecontemporaneo de posible edad Terciario Medio (Oligoceno-Mioceno). Una edad más exacta se puede obtener datando los diques dacíticos y los andesíticos que cortan a la mineralización la diferencia de edades de estas dos rocas marcaría el límite inferior y superior del emplazamiento de la mineralización.
- 3.- La mineralización en Guadalupe esta estrechamente asociada a los pórfidos -- dacíticos por lo que, la prospección de estos es fundamental para localizar futuras reservas.
- 4.- El sistema hidrotermal en Guadalupe se relaciona a un sistema de convección entre 235º C y 210º C que operó en la parte superior de la corteza y depositó su carga metalífera a la ebullición de los fluidos hidrotermales lo más probable en un intervalo entre 200 y 600 m bajo la superficie.
- 5.- De acuerdo al origen, a los resultados microtermométricos y a la presencia del mineral hessita, el yacimiento puede clasificarse como epitermal poli-metálico de moderada a baja temperatura.
- 6.- En vista de que no existe ninguna zona de la mina que haya profundizado lo suficiente para identificar el posible fondo de la mineralización, se recomienda desarrollar con cautela la extensión a profundidad del yacimiento. La profundización progresiva de la mina puede programarse de acuerdo a los resultados del nivel más profundo existente, realizando barrenos de diamante de 100 a 200 m abajo de dicho nivel.

- 7.- En las extensiones laterales del sistema el potencial más significativo se localiza entre la zona sur y la zona norte entre las vetas Nave y Ancha (zona sur) y las vetas Santa Ana (zona norte).
- 8.- Se recomienda barrenar del crucero 880-5121 W hacia el poniente para verificar si la mineralización de la veta Guadalupe persiste hacia el sur y en el nivel 830 hacia el poniente de la bifurcación de las vetas Nave y Ancha del bajo para investigar la persistencia de la mineralización a profundidad en esta estructura.

## BIBLIOGRAFIA

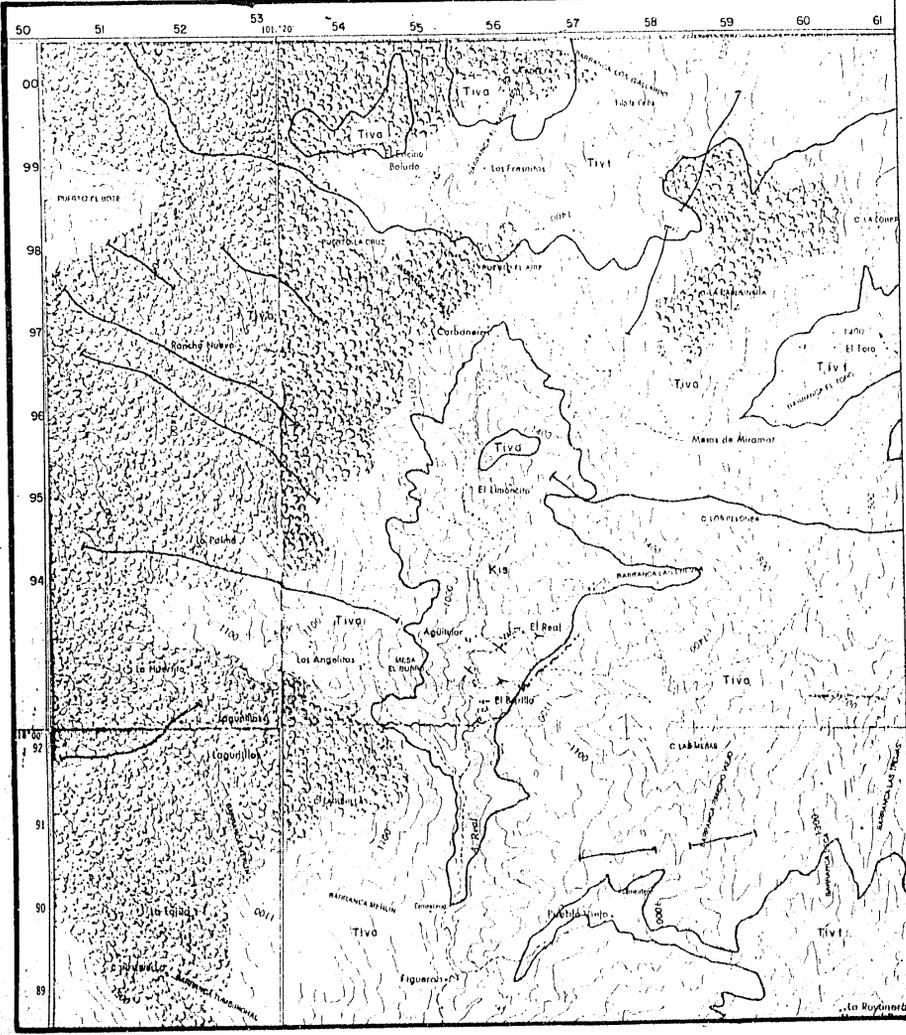
- Albinson, T., 1984, Informe geológico mensual correspondiente al mes de Febrero, Real de Guadalupe Guerrero, Inf. Priv. Grucat S.A. de C.V. 4p.
- Albinson, T., 1985, Zoneamientos térmicos y su relación a la distribución de mineral en algunos yacimientos epitermales en México. Manuscrito XVI Convención Nacional de la AIMMGM, octubre, Mazatlán, Sin. 20p.
- Alvarez, M. Jr., 1961, Provincias fisiográficas de México. Vol. de la Soc. - Geol. Méx. Tomo 24 nº 2, 20p.
- Bodnar, R. J., et. al., en preparación para Reviews in Economic Geology, - - Fluid-Inclusion Systematics in Epithermal Systems and Geochemistry of Epithermal Systems. Vol. 2.
- Campa, M. P., et. al., 1977, La evolución tectónica y la mineralización en la región de Valle de Eravo, Méx. e Ixtapa, Gro. Asoc. Ings. Min. Met. - Geol. de Méx. Mem. Tec. XII. p 1-20.
- Campa, M. P. y Ramírez, J., 1979, La evolución geológica y la metalogénesis del noroccidente de Guerrero. U. A. G. Serie Técnico Científica. No. 1 -- 102 p.
- Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica, S.P.P., 1980.
- Collins, P.L. F., 1979, Gas hydrates in CO<sub>2</sub> bearing fluid inclusions and the use of freezing data for estimation of salinity, Econ. Geol. Vol. 74, - pp 1435-1444.
- Fries, Carl Jr., 1960, "Geología del Estado de Morelos y Partes Adyacentes de México Y Guerrero Región Central Meridional de México", Inst. Geol. - Vol. NQ. 60 U.N.A.M.
- Geología de Campo I y II., 1977, Reporte de las prácticas de geología de Campo efectuadas en los semestres I y II de 1977. 120p.
- Hass, J.L. Jr., 1971, The effects of salinity on the maximum thermal gradient of a hidrothermal system at hydrostatic pressure. Econ. Geol. Vol. 66, pp. 940-946.

- Hass, J. L., 1976, Physical properties of the coexisting phases and the -- thermochemical properties of the H<sub>2</sub>O component in boiling NaCl solutions. U.S.G.S. Bull. 1421-A, 73p.<sup>2</sup>
- Hedenquist, S. W. and Henley, R. W., 1985, The importance of CO<sub>2</sub> on Freezing point measurements of fluid inclusions: Evidence from active geothermal systems and implications for epithermal ore deposits. Econ. Geol. Vol. 80 n<sup>o</sup> 5 pp 1379-1406.
- Mason, B., 1959, Elements of mineralogy. W. H. Freeman and Co. San Fco.
- Mc Dowell, P. W. and Clabough. S.E., 1972, Edades K-Ar de rocas volcánicas - en la Sierra Madre Occidental al noreste de Mazatlán, Abstract only - in English, Memoria de la IIA Convención Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana, Mazatlán Sinaloa, pp 162-185.
- Núñez, M. A. Torres, R. V., 1984, Análisis metalogenético regional de la -- porción suroccidental de la República Mexicana. Tesis U.N.A.M. Fac. - de Ing. 172p.
- Pantoja, J., 1959, Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huatamo, estado de Michoacán. Vol. 50 C.R.N. R.pp. 44.
- Pantoja, J., 1983, Geocronometría del magmatismo Cretácico-Terciario de la Sierra Madre del Sur. Soc. Geol. Méx. Tomo XLIV N<sup>o</sup> 1 pp 1-20.
- Potter, R. W. and Brown, D. R., 1977, The volumetric properties of aqueous sodium chloride solutions from 0<sup>o</sup> to 500<sup>o</sup> C at pressure up to 2000 bars based on a regressions of available data in the literature. U.S.G.S. Bull. 1421-C.
- Roedder, E., 1981, Origin of fluid inclusions and changes that occur after trapping. In: Short Course in Fluid Inclusions: Applications to Petrology, Min. Assoc. of Canada, May Chap. V p. 101-129.
- Sanchez, M., 1969, Informe sobre las minas de Real de Guadalupe, Mpo. de Azueta, Azueta, Gro. Informe privado, GRUCAT, S.A. de C.V. 6p.
- Sillitoe, R. H., 1977, Metallic mineralization affiliated to subaereal - - volcanism, A review: Volcanic processes in ore genesis, Institution of Mining and Metallurgy. The Geological Society of London.
- Stanton, R. L., 1972, Ores of vein association; Ore Petrology; Mc. Graw-Hill Book Company. pp. 578-616.

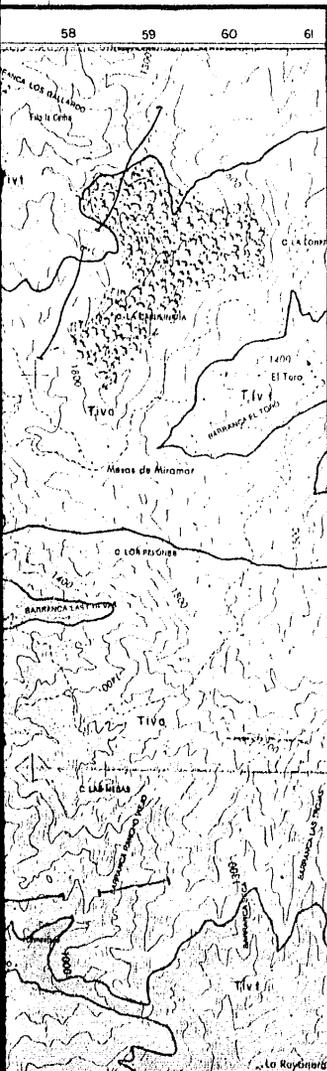
Vikre, P. G., 1985, Precious metal vein systems in the National District, Humboldt Country, Nevada. Econ. Geol. Vol. 80, Nº 2 pp. 360-393.

Vidal R., et. al., 1980, El Conjunto Petrotectónico de Zihuatanejo, Gro., Coahuila, Mich. V Conv. Soc. Geol. Mex. Resúmenes.

**PLANOS**



PLA



## LEYENDA

K MEDIO  
A EOCENO (?) OLIGOCENO-MIOCENO(?)

- Tivo      Andesitas, Agglomerados, Riolitas, etc.
- T:vt      Tobas
- Discordancia (?)
- Kis      Fm. Guadalupe  
Areniscas, Lutitas y Conglomerados
- Mina
- $110^{\circ}$       Rumbo y Echado
- Contacto geológico definido
- Fractura
- Camino
- Curva de nivel
- Poblado
- Falla

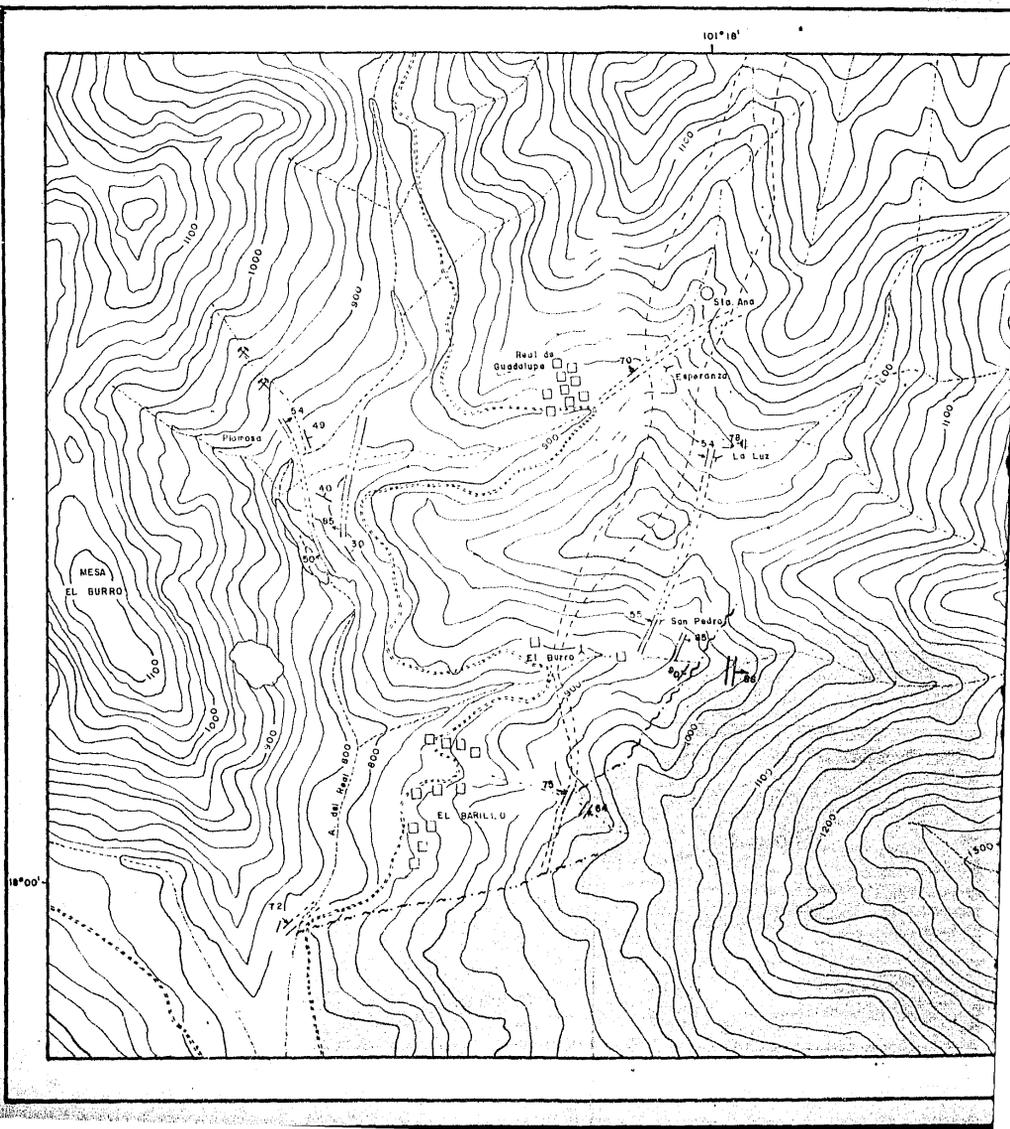
ESCALA 1:50,000

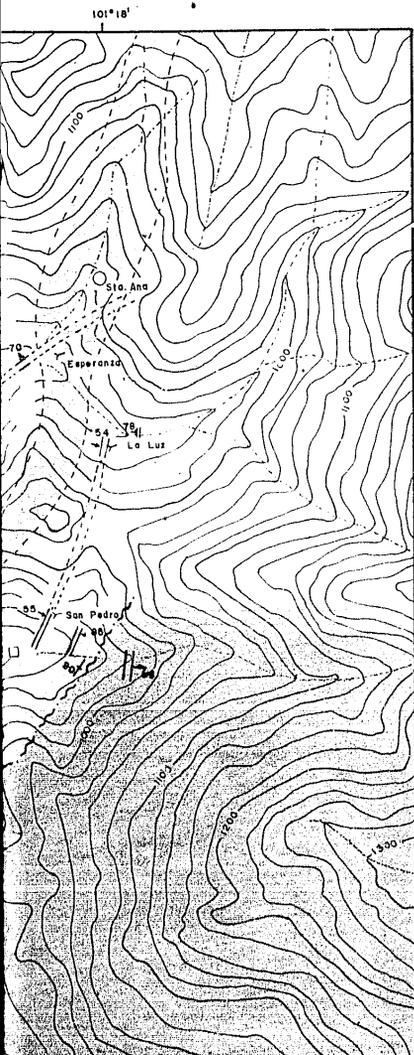


EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 20 METROS

PLANO N°1. MAPA FOTOGEOLÓGICO DE LA REGION.

Parrilla 1986, Tesis U.N.A.M.



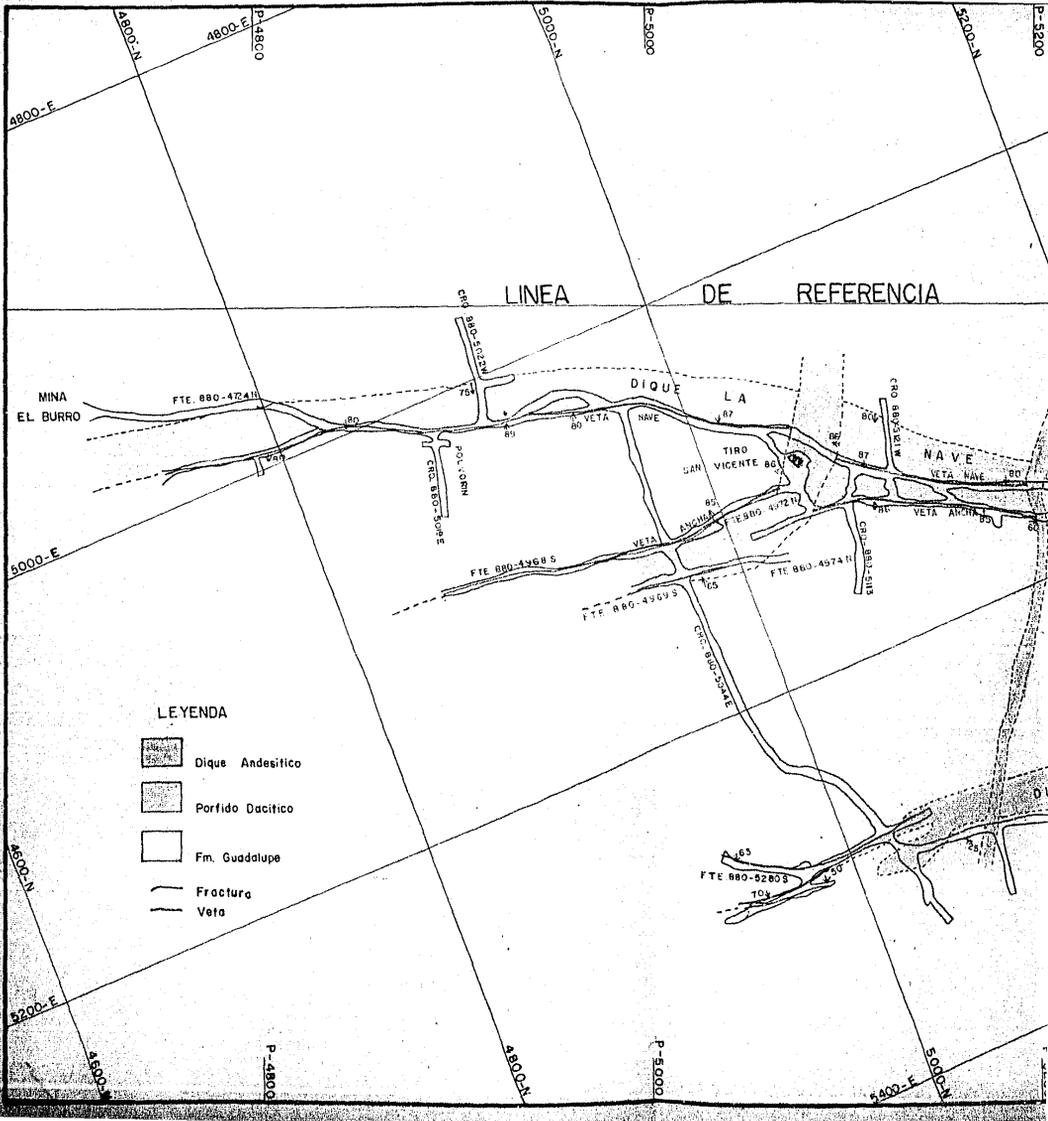


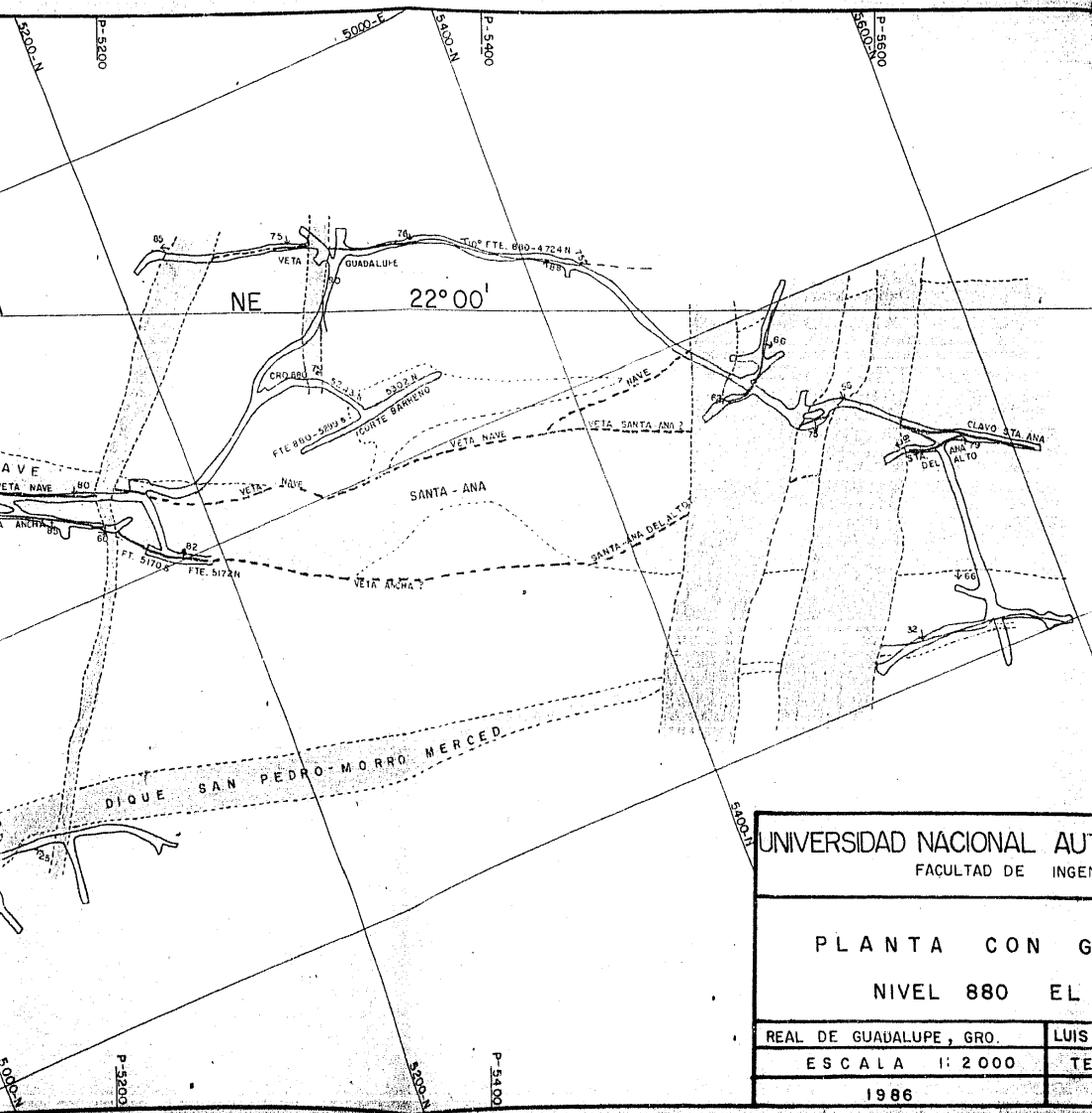
# LEYENDA

-  Andesitas Extrusivas
-  Diques Andesíticos
-  Pórfidos Dacítico
-  Formación Guadalupe Mina
-  Cafa
-  Contacto definido
-  Contacto inferido
-  Rumbo y Echado
-  Falla
-  Curva de Nivel
-  Poblado
-  Poblado
-  Camino rural
-  Arroyo

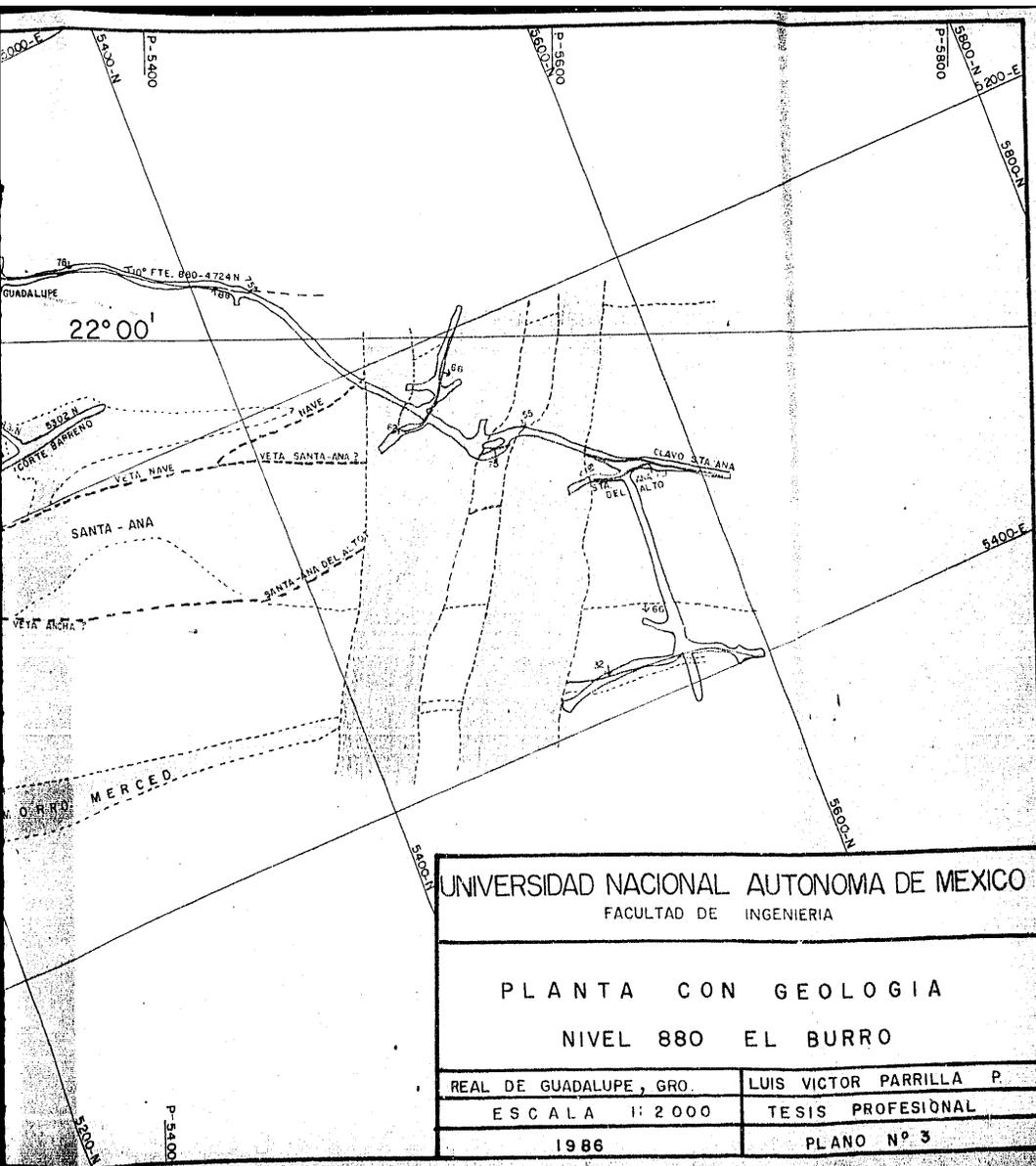
ESCALA 1:10,000

PLANO N° 2 LEVANTAMIENTO GEOLOGICO EN SUPERFICIE EN EL DISTRITO MINERO REAL DE GUADALUPE, GRO.





UNIVERSIDAD NACIONAL AU	
FACULTAD DE INGEN	
PLANTA CON G	
NIVEL 880 EL	
REAL DE GUADALUPE, GRO.	LUIS
ESCALA 1:2000	TE
1986	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

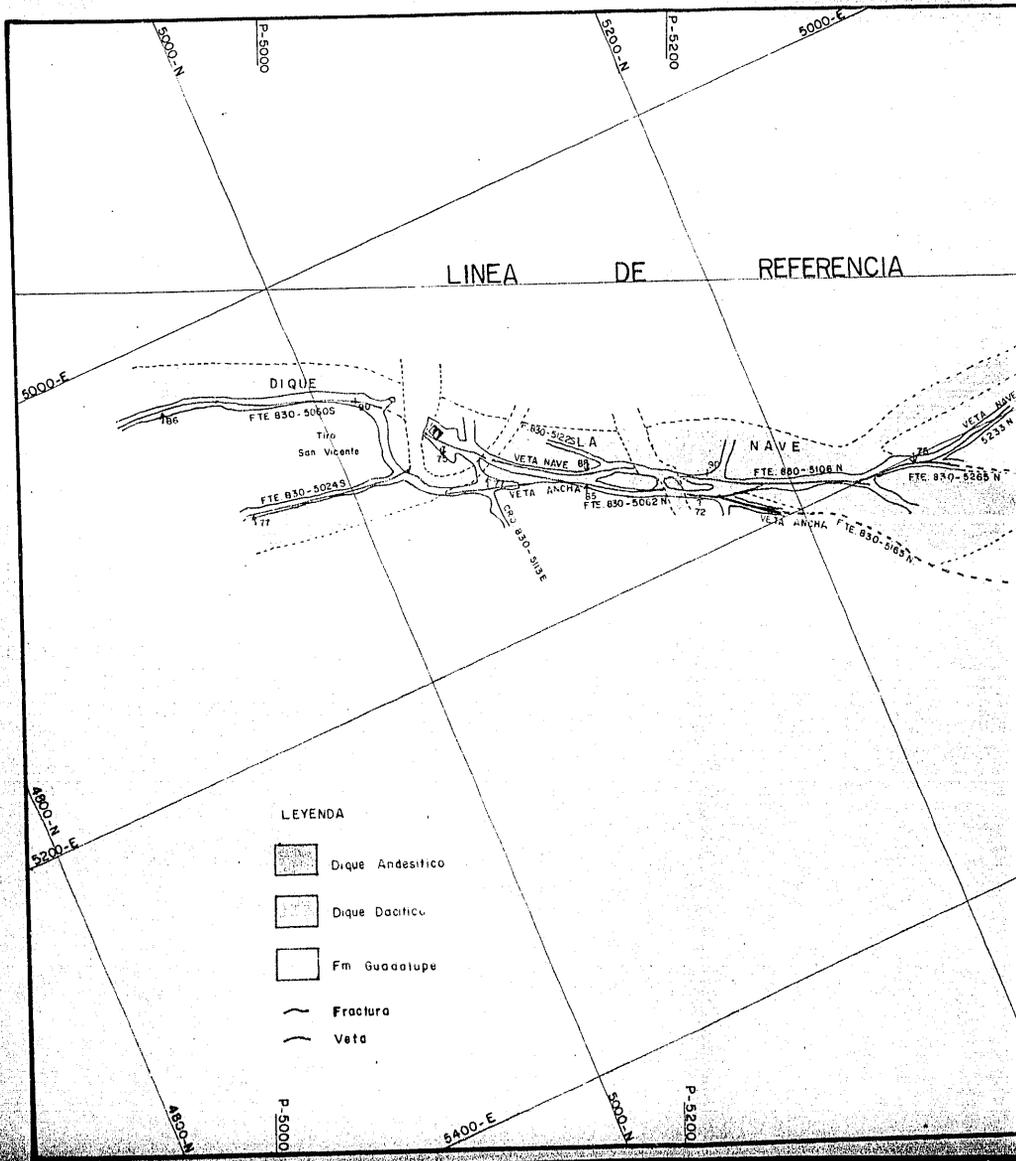
PLANTA CON GEOLOGIA  
NIVEL 880 EL BURRO

REAL DE GUADALUPE, GRO.  
ESCALA 1:2000

LUIS VICTOR PARRILLA P.  
TESIS PROFESIONAL

1986

PLANO N° 3



LINEA DE REFERENCIA

LEYENDA

-  Dique Andesítico
-  Dique Dacítico
-  Fm Guadalupe
-  Fractura
-  Veta

5000-N

P-5000

5000-N

P-5000

5000-E

5000-E

DIQUE

FTE 830-5080S

Tiro San Vicente

FTE 830-5024S

F 830-5125L A

VETA NAVE 83

VETA ANCHA 83

FTE 830-5062N

F 830-510E

NAVE

FTE 800-5108N

VETA NAVE 7233N

FTE 830-5205N

VETA ANCHA 72

FTE 830-5185N

4800-N  
5200-E

P-5000

5400-E

5000-N

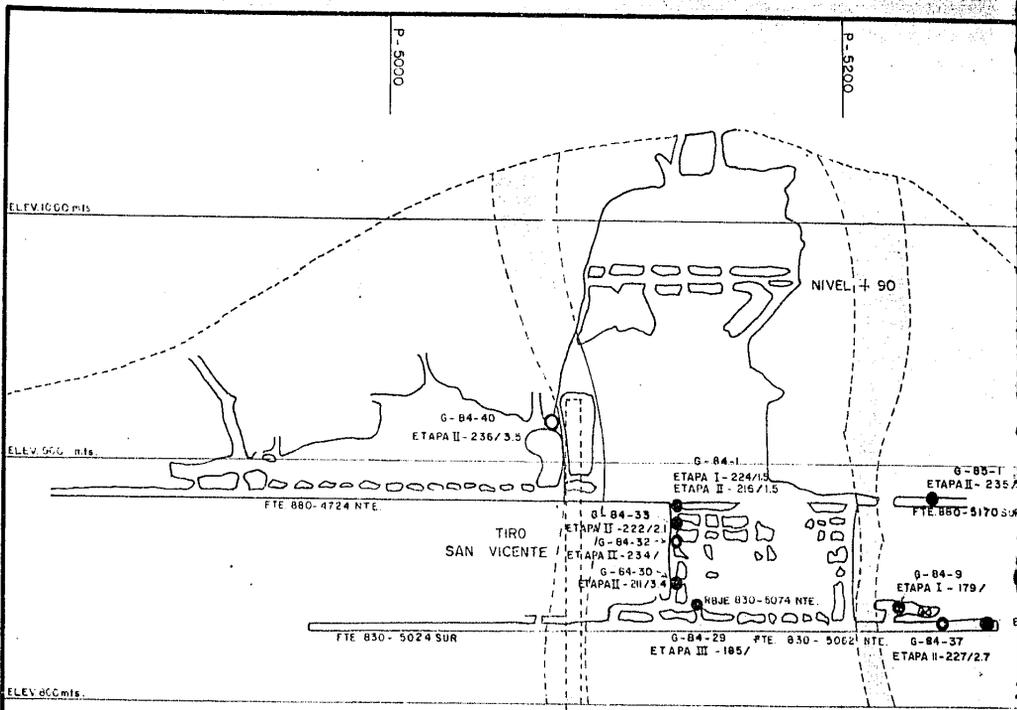
P-5000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA

PLANTA CON GEOLOGIA  
 NIVEL 830

REAL DE GUADALUPE, GRO.	LUIS VICTOR PARRILLA P.
ESCALA 1:2000	TESIS PROFESIONAL
1986	PLANO N° 4



**EXPLICACION**

- Ebullición Débil 5 %
- Ebullición Moderada 5-10%
- Ebullición Fuerte > 10 %
- No Ebullición

223.2.7 Promedio de Temperaturas (°C) y  
Promedio de Saturaciones (% NaCl)

- Dique Andesítico
- Fm. Guadalupe (Rocas Encajonantes)  
o Dique Dacítico
- Contacto Litológico Observado
- - - Contacto Litológico Interido

UNIVERSIDAD N

FACUL

SECCION

VETA ANCH

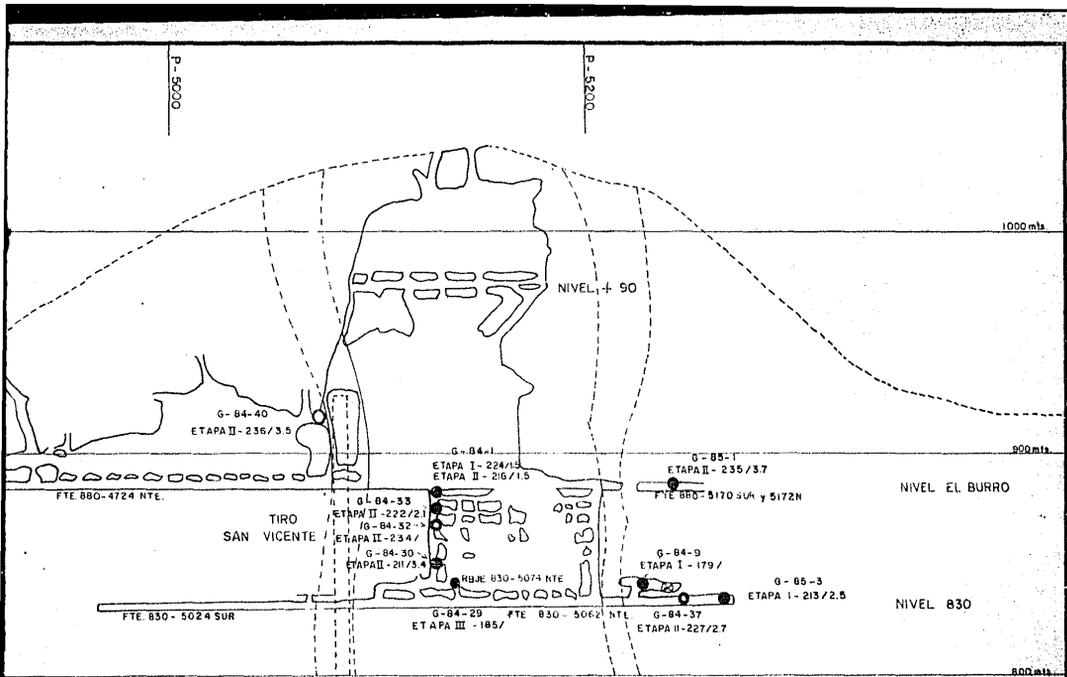
MOSTRANDO LOS PR

SALINIDADES DE

REAL DE GUADALUPE, G

ESCALA 1:200

1986



N  
 5 %  
 arada 5-10%  
 e > 10%

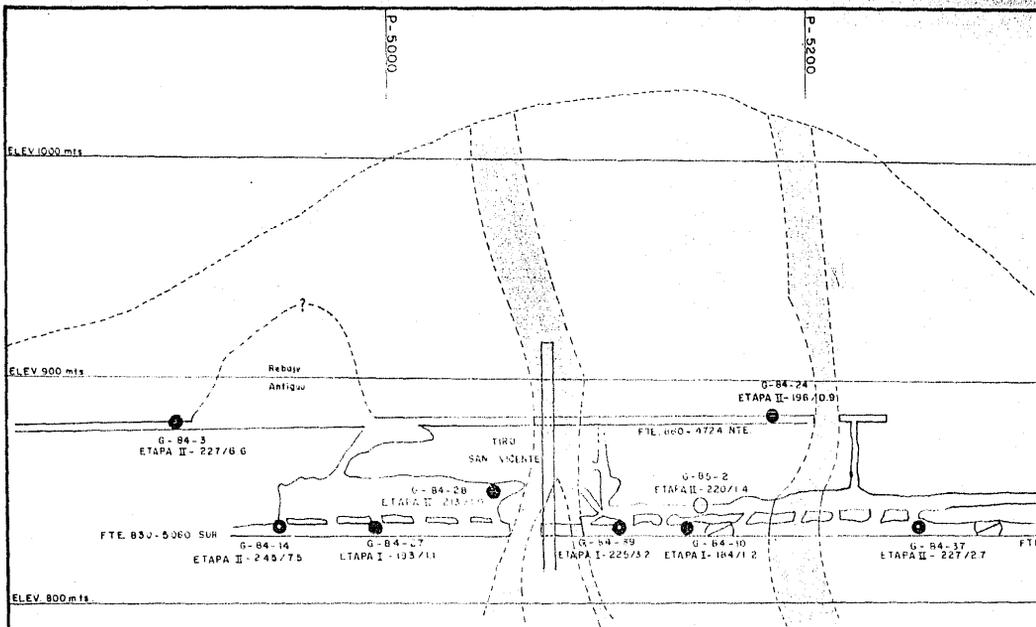
temperaturas (°C) y  
 alinidades (% NaCl)  
 tico

(Rocas Encajonantes)  
 co  
 ológico Observado  
 ológico Inferido

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
 DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA

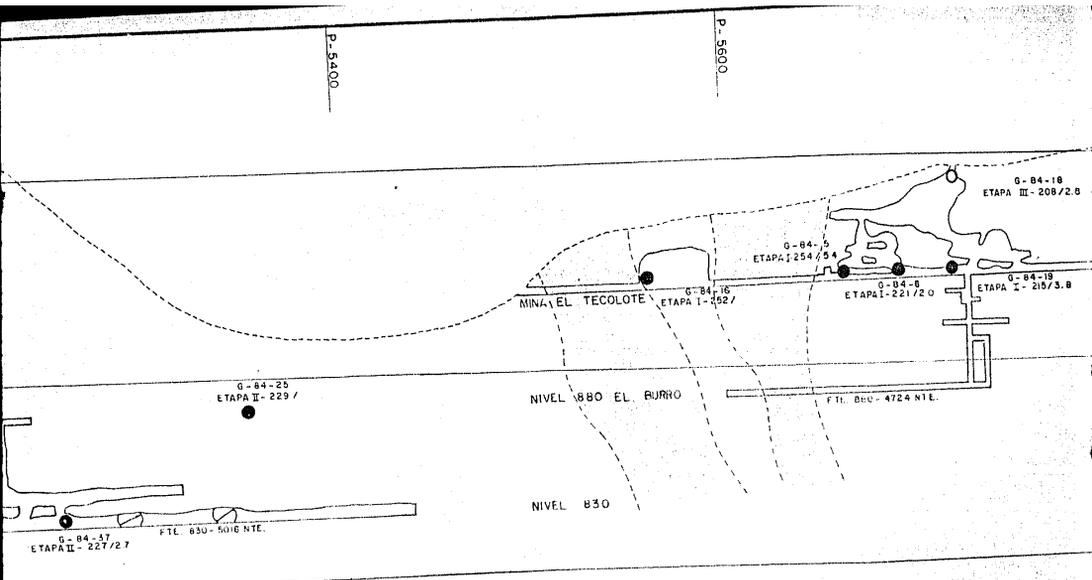
SECCION LONGITUDINAL DE LA  
 VETA ANCHA N 22° E VIENDO AL NW  
 MOSTRANDO LOS PROMEDIOS DE TEMPERATURAS Y  
 SALINIDADES DE LAS ETAPAS PARAGENETICAS

REAL DE GUADALUPE, GRO.	LUIS VICTOR PARRILLA P.
ESCALA 1 : 2000	TESIS PROFESIONAL
1986	PLANO N° 8



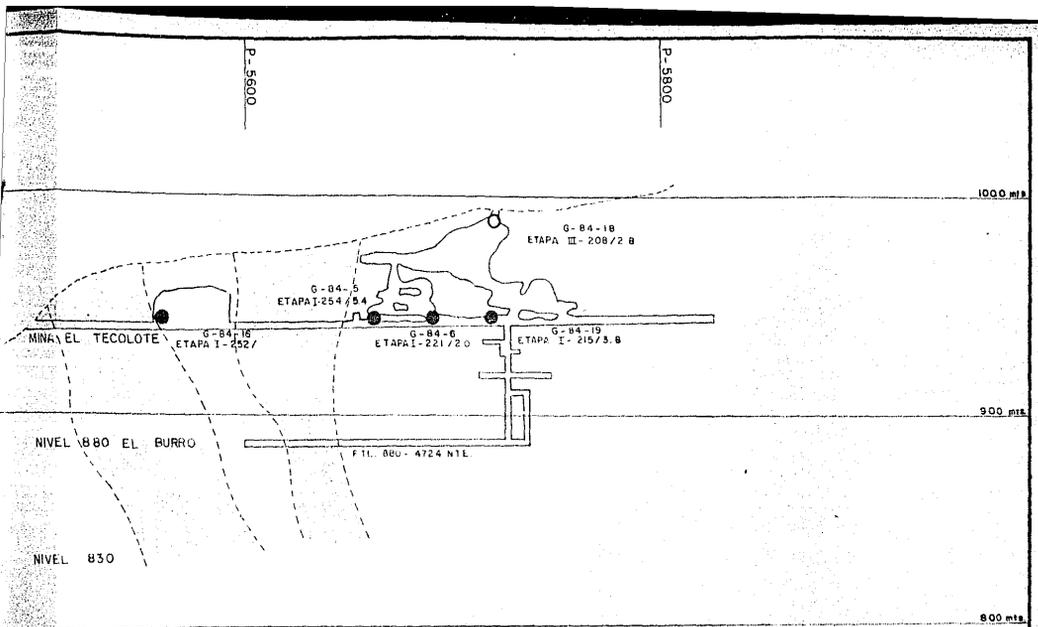
### EXPLICACION

- Ebullición Débil 5%
- Ebullición Moderada 5-10%
- Ebullición Fuerte > 10%
- No Ebullición
- 223/27 Promedio de Temperaturas  
Promedio de Salinidades (°C)
- Dique Andesítico
- Fm. Guadalupe (Rucus En  
ó Dique Dacítico)
- Contacto Litologica Obser
- - - - Contacto Litologica Inferi



**CLASIFICACION**  
 Solución Débil 5%  
 Solución Moderada 5-10%  
 Solución Fuerte > 10%  
 Ebullición  
 Promedio de Temperaturas (°C) /  
 Promedio de Salinidades (% NaCl)  
 Riqueza Andesítico  
 In. Guadalupe (Rucus Encajunantes)  
 Dique Dacítico  
 Contacto Litológico Observado  
 Contacto Litológico Inferido

UNIVERSIDAD NAC
FACU
SECCION
VETA NAVE - SANTA
MOSTRANDO LOS PRO
DE LAS DIFE
REAL DE GUADALUPE
ESCALA 1:200
1986



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

SECCION LONGITUDINAL DE LA  
VETA NAVE - SANTA ANA N 22° E VIENDO AL NW  
MOSTRANDO LOS PROMEDIOS DE TEMPERATURAS Y SALINIDADES  
DE LAS DIFERENTES ETAPAS PARAGENETICAS

REAL DE GUADALUPE, GRO	LUIS VICTOR PARRILLA P.
ESCALA 1:2000	TESIS PROFESIONAL
1986	PLANO N° 7

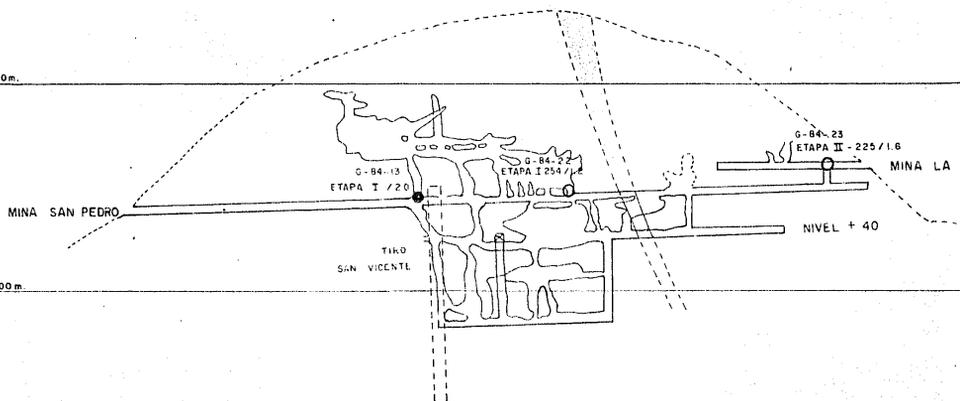
P-5000

P-5200

ELEV. 1000m.

ELEV. 900m.

ELEV. 800m.



### E X P L I C A C I O N

- Ebullición Débil 5%
  - Ebullición Moderada 5 - 10 %
  - Ebullición Fuerte 7 10 %
  - No Ebullición
- 223 / 27 Promedio de Temperaturas (°C) y Promedio de Salinidades (% NaCl)
-  Dique Andesítico
  -  Fm. Guadalupe o Dique Dacítico (Rocas Encajonantes)
  -  Contacto Litológico Observado
  -  Contacto Litológico Inferido

P-5400

P-5600

P-5800

225 / 1.6  
MINA LA LUZ  
+ 40

5-84-21  
ETAPA I - 210 / 2.5

MINA  
ESPERANZA

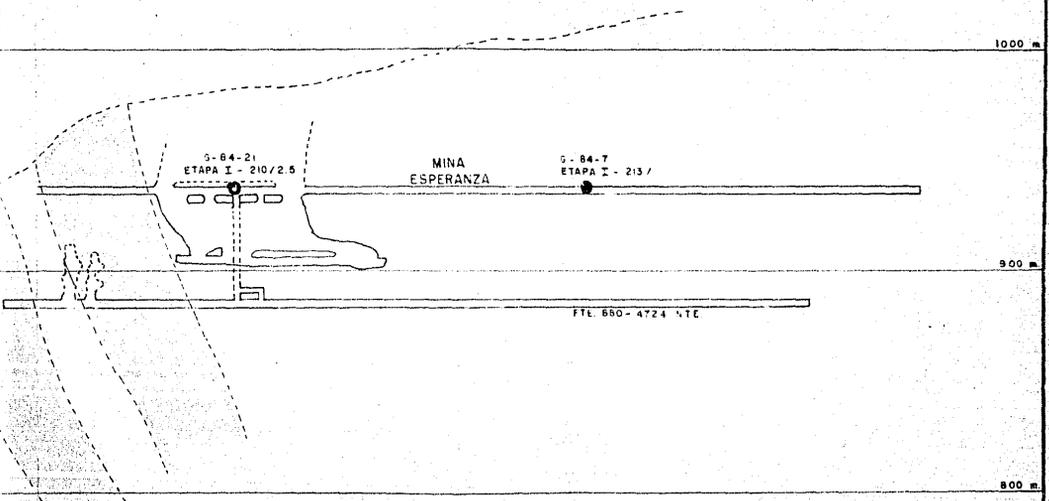
5-84-7  
ETAPA II - 213 /

FTE 860-4724 N.TE.

UNIVERSIDAD NACIONAL FACULTAD D
SECCION LONGITUDINAL SAN PEDRO MORRO MERCED MOSTRANDO LOS PROMEDIOS DE DE LAS DIFERENTES ETAP/
REAL DE GUADALUPE , GRO.
ESCALA 1:2000
1986

P-5600

P-5800



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

SECCION LONGITUDINAL DE LA VETA  
SAN PEDRO MORRO MERCED N 22° E VIENDO AL NW  
MOSTRANDO LOS PROMEDIOS DE TEMPERATURAS Y SALINIDADES  
DE LAS DIFERENTES ETAPAS PARAGENETICAS

REAL DE GUADALUPE, GRO.

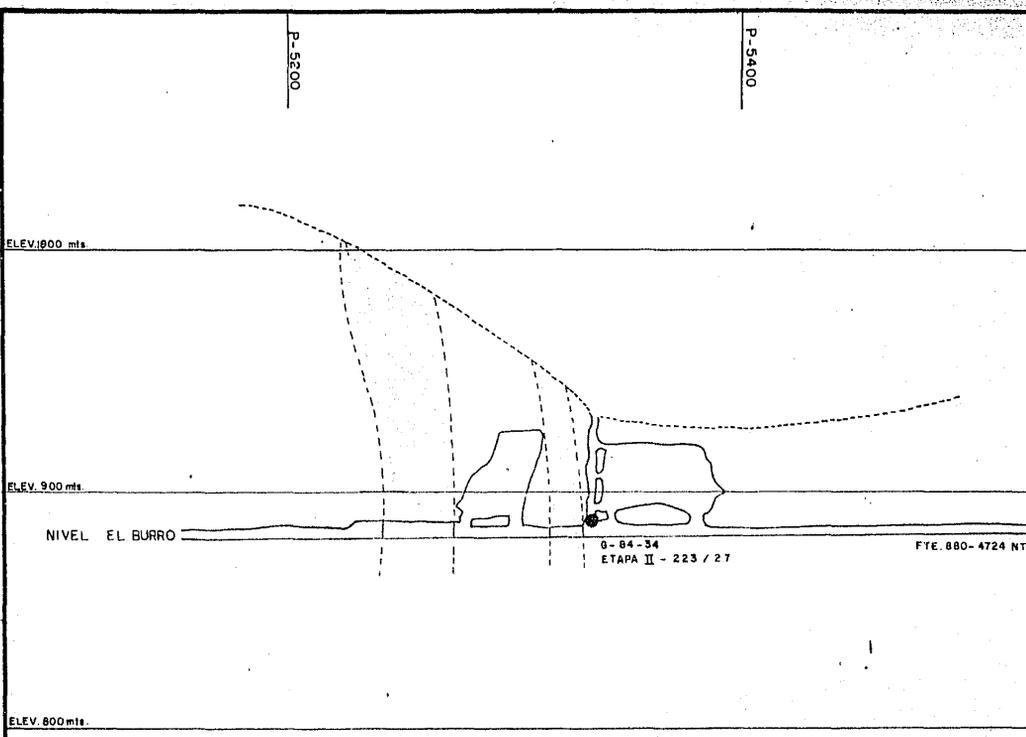
LUIS VICTOR PARRILLA P.

ESCALA 1:2000

TESIS PROFESIONAL

1986

PLANO N° 8



**EXPLICACION**

- Ebullición Débil 5 %
- Ebullición Moderada 5 - 10 %
- Ebullición Fuerte / 10 %
- No Ebullición

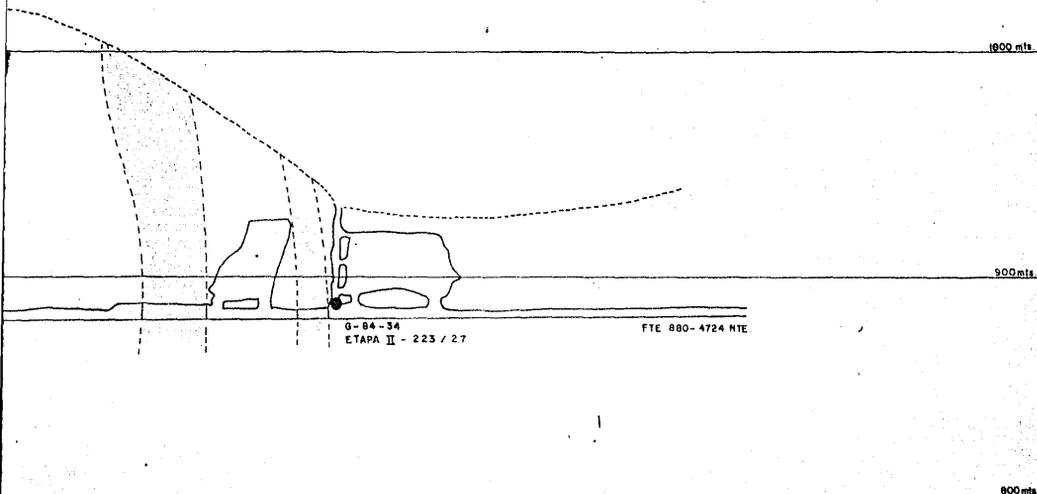
223/2.7 Promedio de Temperaturas (°C) y Promedio de Salinidades (% NaCl)

-  Dique Andesítico
-  Fm. Guadalupe (Roca Encajonante)
- Contacto Litológico Observado
- - - - Contacto Litológico Inferido

UNIVERSIDAD N. DE FACULTA
SECCION L VETA GUADALUPE MOSTRANDO LOS PRO SALINIDADES DE LA
REAL DE GUADALUPE, GR
ESCALA 1: 2000
1988

P-8200

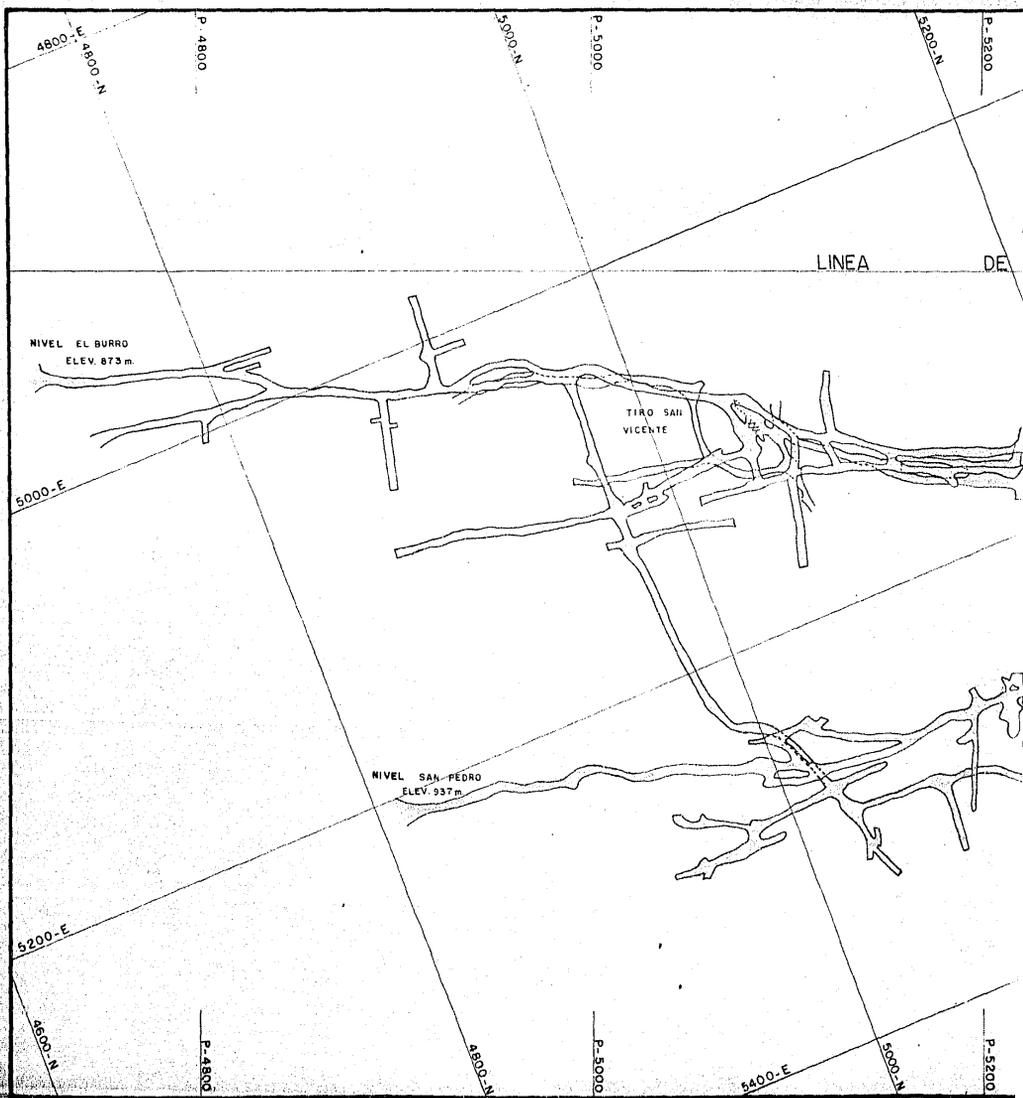
P-5400

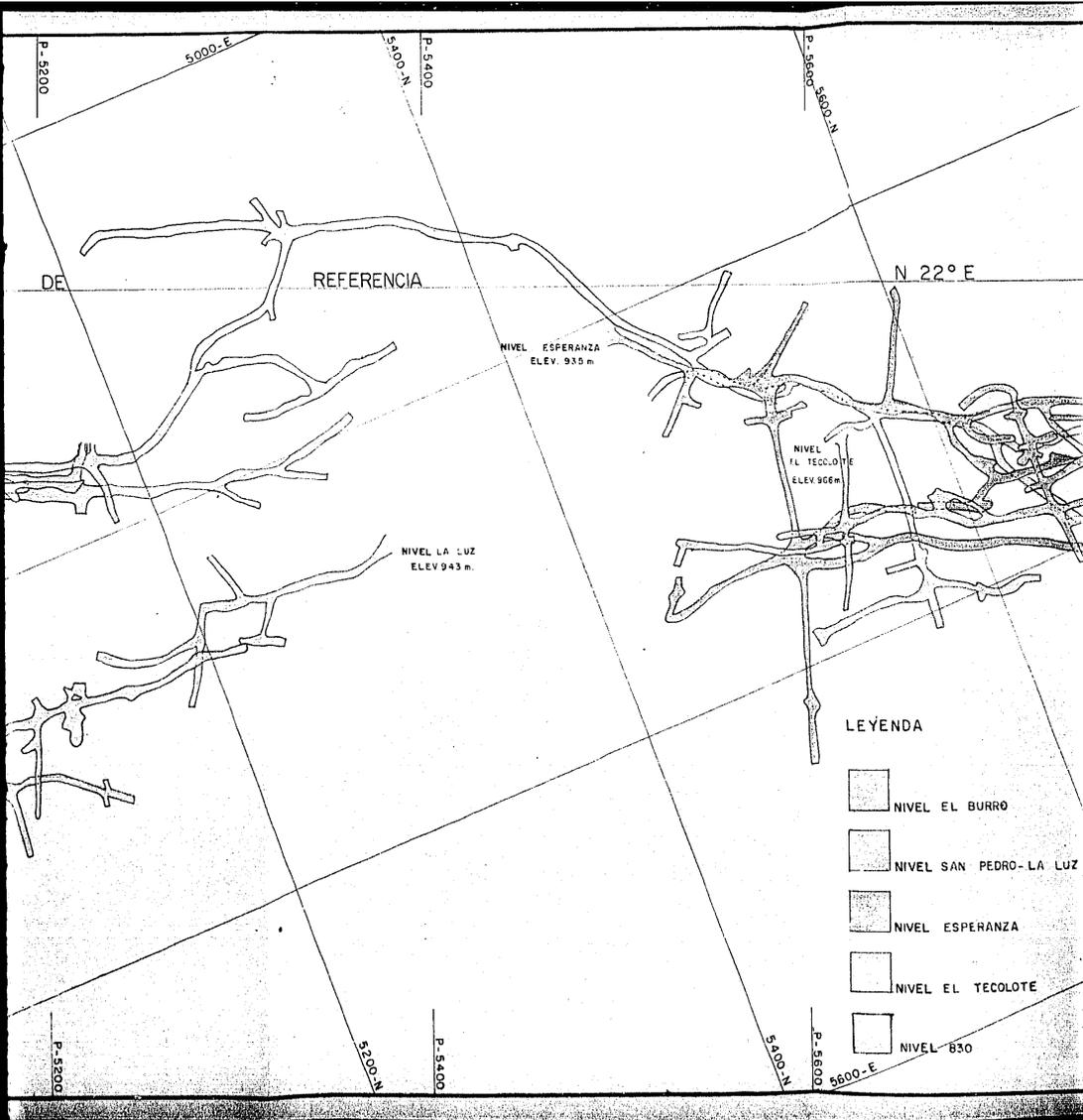


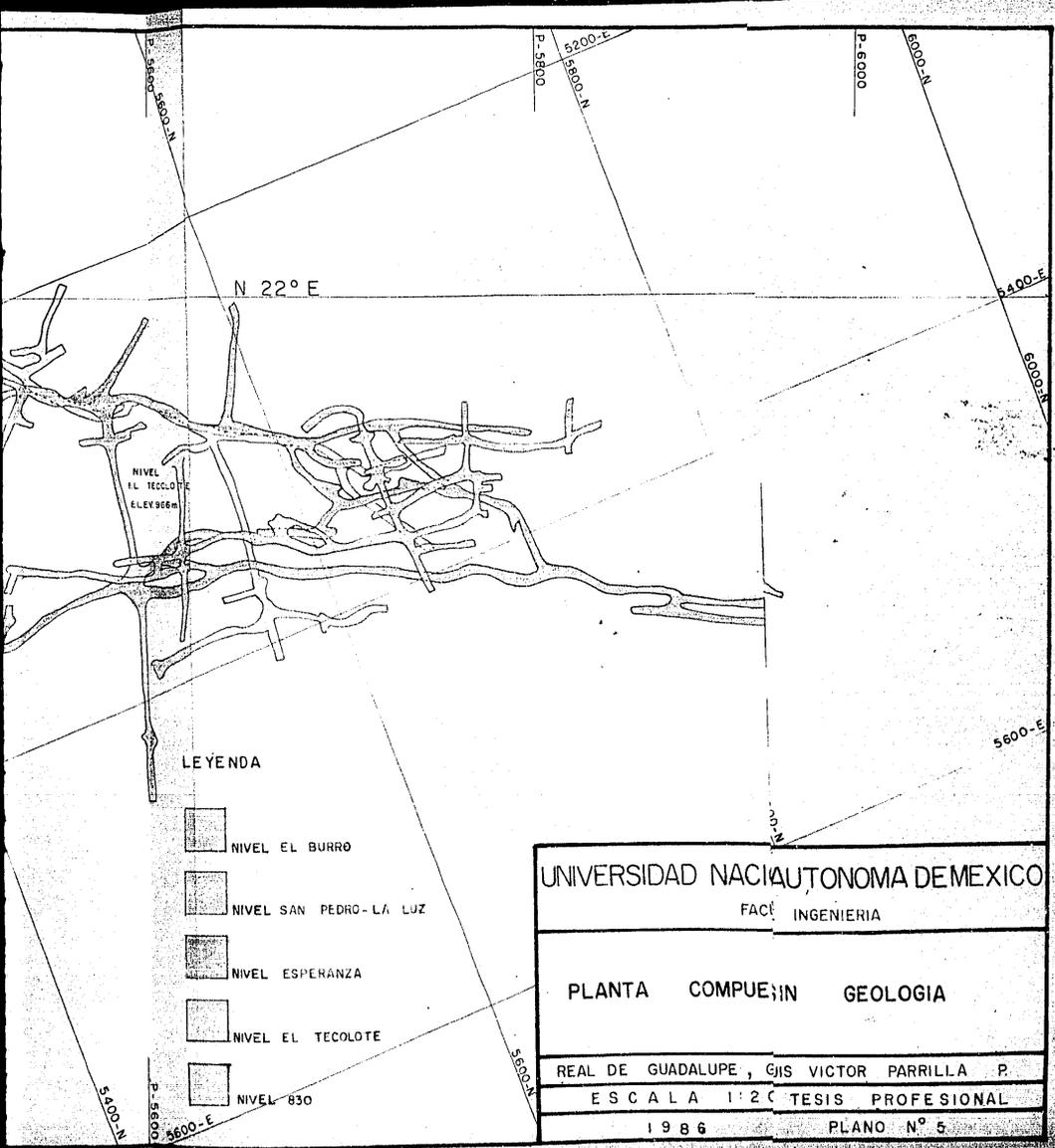
Temperaturas (°C) y  
Salinidades (% NaCl)

Encuadrante)  
Observado  
Inferido

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
<b>SECCION LONGITUDINAL DE LA VETA GUADALUPE N 22° E VIENDO AL NW MOSTRANDO LOS PROMEDIOS DE TEMPERATURAS Y SALINIDADES DE LAS ETAPAS PARAGENETICAS</b>	
<b>REAL DE GUADALUPE, GRO.</b>	<b>LUIS VICTOR PARRILLA P.</b>
<b>ESCALA 1: 2000</b>	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
<b>1986</b>	<b>PLANO N° 8</b>







N 22° E

NIVEL  
EL TECOLOTE  
ELEKSGEN

LEYENDA

-  NIVEL EL BURRO
-  NIVEL SAN PEDRO-LA LUZ
-  NIVEL ESPERANZA
-  NIVEL EL TECOLOTE
-  NIVEL 830

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PLANTA COMPUESTA EN GEOLOGIA	
REAL DE GUADALUPE, C/IS VICTOR PARRILLA P.	
ESCALA 1:2000 TESIS PROFESIONAL	
1986	PLANO N° 5