



12.  
30

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESTUDIO METALOGENETICO DEL  
ESTADO DE SINALOA**

**TESIS PROFESIONAL**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO GEOLOGO**  
**P R E S E N T A**  
**ISMAEL GUTIERREZ MORENO**

**MEXICO, D. F.**

**1986**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

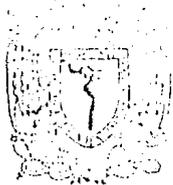


## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección  
60-I-188

Señor GUTIERREZ MORENO ISMAEL.  
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. - Carlos Garza González Vélez, para que lo desarrolle como tesis - para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"ANALISIS METALOGENETICO DEL ESTADO DE SINALOA"

- I GENERALIDADES.
- II GEOGRAFIA.
- III GEOLOGIA REGIONAL.
- IV TECTONICA.
- V CONFIGURACION DE ZONAS METALICAS.
- VI CONSIDERACIONES METALOGENICAS PARA EXPLICAR LA DISTRIBUCION DE LOS YACIMIENTOS MINERALES.
- VII CONCLUSIONES.  
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., Septiembre 10 de 1985.

EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rascón Chávez

# I N D I C E

Página.

RESUMEN.	
1.-GENERALIDADES.....	1
1.1.- Introducción.....	1
1.2.- Objetivo.....	2
1.3.- Antecedentes.....	2
1.4.- Método de trabajo.....	5
2.-GEOGRAFIA.....	6
2.1.- Localización y vías de acceso.....	6
2.2.- Clima y vegetación.....	8
2.3.- Hidrografía.....	9
2.4.- Fisiografía.....	10
3.-GEOLOGIA REGIONAL.....	14
3.1.- Rocas del basamento. Complejo Sonobari...	14
3.2.- Rocas del Paleozoico.....	16
3.3.- Rocas del Mesozoico.....	17
3.4.- Complejo Volcánico Inferior.....	21
3.5.- Grupo Volcánico Superior.....	25
3.6.- Vulcanismo básico Plio-Cuaternario.....	27
4.-TECTONICA.....	29
4.1.- Tectónica Pre-Laramídica.....	29
4.2.- Magmatismo Continental y Tectónica Laramí dica.....	31
4.3.- Magmatismo Continental Post-Laramídico...	32
4.4.- Tectónica Neogénica.....	33

	Página
5.-CONFIGURACION DE ZONAS METALICAS.....	34
5.1.- Franja Aurífero-Argentífera.....	35
5.2.- Zonas Polimetálica.....	39
5.3.- Zona Cuprífero-Ferrífera.....	43
5.4.- Zona Cuprífera.....	46
6.-CONSIDERACIONES METALOGENETICAS PARA EXPLICAR - LA DISTRIBUCION REGIONAL DE LOS YACIMIENTOS MI- NERALES.....	50
6.1.- Pórfido de cobre.....	52
6.2.- Yacimientos Metasomáticos de Contacto....	60
6.3.- Vetas hidrotermales.....	64
7.-CONCLUSIONES.....	74
BIBLIOGRAFIA.....	75
APENDICES: .....	80
I.- Edades radiométricas del Complejo Batolíti- CO.....	81
II.- Índice alfabético de localidades mineras....	89
III.- Tablas de las características metalogenéti- cas de las localidades mineras.....	93
IV.- Simbología y leyenda metalogenética.....	116
CARTA METALOGENETICA DEL ESTADO DE SINALOA (incluída fuera del texto.)	

## R E S U M E N

Se presenta un análisis metalogenético regional del Estado de Sinaloa, tomando como base el estudio de aproximadamente 400 localidades mineras.

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona estudiada son: Complejo Metamórfico Sonobari de probable edad Precámbrica que constituye el basamento de la porción norte del Estado; secuencias pelítico-areníticas con horizontes calcáreos de edad Paleozoica afectadas por metamorfismo regional de bajo grado; conjunto volcánico, vulcano-sedimentario y sedimentario de edad Jurásico Medio-Cretácico Inferior; rocas ígneas intrusivas ácidas y volcánicas andesíticas del Complejo Volcánico Inferior de edad Cretácico medio-Terciario inferior; secuencia volcánica del Eoceno tardío-Oligoceno constituido por rocas ácidas del Grupo Volcánico Superior y basaltos alcalinos de edad Plio-Cuaternaria.

La tectónica predominante a partir del Paleozoico tardío está controlada por la convergencia de la Paleoplaca Pacífica con el antiguo Cratón Norteamericano que produce un arco magmático que evoluciona hacia el Jurásico Medio-Cretácico Inferior como tipo insular. Durante el Cretácico Superior-Terciario Inferior, se desarrolla un arco magmático continental calcoalcalino y la típica tectónica Laramídica. En el Eoceno tardío-Oligoceno se tiene un Vulcanismo continental de naturaleza ignimbrítica. La fragmentación de la Placa Farallón ocurrió durante el Mioceno-Plioceno -- dando lugar a un tectonismo distensivo caracterizado por grabenes que -- afectan a la Sierra Madre Occidental y Plioceno-Cuaternario: vulcanismo basáltico alcalino.

La información geológico-minera se analizó en forma sistemática -- utilizando el código de nomenclatura metalogenética del Subcomité de Norteamérica, estudiando características importantes como: elemento metálico, ambiente metalogenético, ambiente Igneo asociado, tipo de yacimiento y época metalogenética

La distribución regional de los yacimientos minerales está controlada por la Franja Aurífero-Argentífera, determinándose que se encuentra

traslapada con tres zonas metálicas de menor importancia que son la de metales base, la Cuprífero-Ferrífera y la Cuprífera, localizadas en forma paralela al flanco oeste de la Sierra Madre Occidental.

La evolución tectónica de los yacimientos metálicos en la región comprende dos épocas de mineralización: la primera que abarca del Cretácico Superior al Eoceno Medio con la generación de pórfidos de cobre y depósitos metasomáticos de contacto y la segunda del Eoceno tardío al Oligoceno con el emplazamiento de yacimientos en vetas hidrotermales.

## 1.- GENERALIDADES

### I.I.- Introducción.

La minería en el Estado de Sinaloa se remonta hacia el Siglo XVI como consecuencia de la explotación de ricos yacimientos argentíferos como los de Pánuco y Copala. Al paso del tiempo se encontraron y explota--ron una gran cantidad de depósitos minerales, de tal forma que hasta antes de la Revolución Mexicana de 1910, el Estado de Sinaloa fue considerado como una región netamente minera.

En la actualidad existen cerca de 400 localidades mineras registradas en el Consejo de Recursos Minerales, pero desafortunadamente gran --cantidad de ellas están completamente agotadas o abandonadas, debido a --esto la industria minera del Estado de Sinaloa atravieza por una de las--etapas mas pobres en su producción. Este bajo nivel de producción es oca--sionado por diversos factores entre los cuales destaca el elevado costo--de los programas de exploración para la localización de nuevos puntos --económicamente explotables.

Puesto que el Estado de Sinaloa comprende una gran porción del flan--co Oeste de la Sierra Madre Occidental, en el cual existe una grandiosa--cantidad de depósitos minerales principalmente de oro y plata, es de su--ma importancia llevar a cabo antes de los métodos de exploración, una se--rie de trabajos de investigación con el fin de reducir los costos en to--da prospección minera.

En vista de lo anterior, una de las opciones consisten en cons---truir un modelo previo de investigación geológica desde el punto de vis--ta regional, relacionando la distribución de los depósitos metálicos con los procesos tectónicos y magmáticos que han tenido lugar en la zona, ya que la formación y distribución de la mayoría de los yacimientos minera--les están estrechamente relacionados con los eventos magmáticos asocia--dos a la tectónica de placas.

Este modelo regional de la distribución de depósitos metálicos se genera a partir de la información geológica y minera de los yacimientos que han sido explotados y al asociarla con la información geológica y tectónica del área, se delimitan con aproximación los lugares donde se ubican las diversas zonas metálicas a nivel regional, las cuales serán estudiadas posteriormente con mayor detalle por medio de los métodos tradicionales de exploración como son geología de campo, geofísica y geoquímica.

### I.2.- Objetivo.

En el presente trabajo se analiza e interpreta la información geológico-minera de mas de 350 localidades mineras, así como las diversas características geológicas y tectónicas regionales del Estado de Sinaloa y algunos conceptos teóricos de metalogenia, con el objetivo de proponer la distribución en relación a espacio y tiempo de los elementos metálicos y tipos de yacimientos que los contienen, enfatizando el marco tectónico en el que se desarrollaron.

### I.3.- Antecedentes.

Los estudios metalogenéticos regionales en México son muy pocos y la mayoría se remonta a la década de los setentas.

En 1975 el Consejo de Recursos Minerales bajo la dirección del Ing. Guillermo P. Salas, elaboró la primera carta metalogenética de la República Mexicana a escala 1:2,000,000 siguiendo los lineamientos marcados por el subcomité de Norteamérica para la elaboración de la carta metalogenética del mundo. En dicho trabajo el Ing. Salas concluye que las provincias metalogenéticas de México tienen una estrecha relación con las provincias fisiográficas y geológicas ya conocidas.

Smith D.M. (1974), realiza un estudio metalogenético de la porción-

norte de México, en el cual distribuye algunas provincias metalogenéticas en base a las tres zonas geológicas que caracterizan a un sistema -- montañoso de tipo cordillerano, apoyado en las teorías de Tectónica de Placas manejadas por Dewey y Bird (1970), Sawkins (1972), Guild (1972) y Gilluly (1973). Dicho autor considera que la porción norte de México se puede dividir desde el punto de vista tectónico y metalogenético en tres zonas: la zona I ubicada en los bordes de la plataforma continental y -- constituida por complejos ofiolíticos que afloran en la porción oeste -- central de Baja California exhibiéndose muy pobremente y sus minerales -- característicos están ausentes. La zona II corresponde a la cordillera -- propiamente dicha constituida por rocas intrusivas y extrusivas calcoalcalinas; forma provincias metalogenéticas monometálicas, vetas de oro y plata y depósitos de tungsteno.

Por último la zona II comprende sedimentos derivados de la plataforma -- continental que han sido deformados por efectos de compresión y contienen yacimientos de mercurio, plata, cobre, estaño y tungsteno.

Delgado A.L. (1977), hace un ensayo de la metalogenia en México según el modelo andino, dividiendo a los yacimientos de Fe, Au, Cu, Pb, -- Zn y Sn en dos zonas tomando como base el desarrollo tectónico del país: la zona norte que se genera desde el Jurásico y culmina en Plioceno-Cuaternario y la zona sur que se desarrolla desde el Eoceno-Oligoceno hasta el Reciente.

Clark F. K., Damon P., Schutter S. y Shaffiqulla M. (1979) en colaboración con el Consejo de Recursos Minerales presentaron un modelo metalogenético para el Norte de México, en el cual atribuyen las tendencias de mineralización observadas a la migración de un foco magmático durante el Cretácico y Terciario Tardío; además sugieren que sus asociaciones por elemento metálico y por tipos de yacimientos se relacionan a fases magmáticas separadas que constituyen franjas paralelas a una zona de subduc--ción.

Clark F.K., Foster C.T. y Damon P. (1979), basados en el trabajo anterior, extienden sus estudios hacia la mayor parte de la República Mexi

cana en un mapa realizado a escala 1:15,000,000.

Campa M.F. y Coney P. (1982), superponiendo el mapa de terrenos estratotectónicos realizados por ellos sobre la carta metalogenética de la República Mexicana elaborada por Salas G.P. (1975), concluyen que existe un control del basamento sobre la distribución de los yacimientos minerales.

Rodríguez T.R. y Córdoba D. (1978), por conducto del Instituto de Geología de la U.N.A.M. y en colaboración con el Gobierno del Estado de Sinaloa llevaron a cabo un exhaustivo trabajo de cartografía geológica e inventario de actividades mineras de dicho Estado. Comprende además del texto, toda la geología vaciada en 32 cartas a escala 1:20,000 y la localización de 87 yacimientos tanto metálicos como no metálicos.

Bustamante Y.M.A. (1978), realizó la recopilación de la información de tipo geológica, económica y minera del Estado de Sinaloa a partir de los trabajos de campo e investigación realizadas por el Consejo de Recursos Minerales. En esta recopilación se separan las unidades mineras en base a tipo de yacimientos y contenido mineralógico de los depósitos metálicos y no metálicos.

El trabajo mas reciente sobre metalogenia regional fue el realizado por Núñez M.A. y Torres R.V. (1984) en la porción suroccidental de México. Dichos autores propusieron cuatro épocas metalogenéticas asociadas a marcos tectónicos definidos: Triásico-Jurásico con formación de yacimientos vulcanosedimentarios de cobre; Jurásico-Cretácico Inferior con yacimientos vulcanosedimentarios polimetálicos; Cretácico Superior-Terciario Inferior con mineralizaciones tipo metasomáticos de contacto y Oligoceno Mioceno con depósitos de tipo hidrotermal. Destacan también la influencia que pueden tener los campos geotérmicos como mecanismos de generación y reconcentración de metales.

#### 1.4.- Método de trabajo.

El método de trabajo que se siguió para llevar a cabo el análisis - metalogenético del Estado de Sinaloa comprendió las siguientes etapas:

- 1).- Recopilación bibliográfica y cartográfica de información geológico-minera del Estado de Sinaloa.
- 2).- Sistematización de la información mediante el empleo del código de nomenclatura metalogenética del Subcomité de Norteamérica modificado por Núñez y Torres (9184).
- 3).- Elaboración de un plano geológico base a escala: 1:500,000 compilado de diversos autores.
- 4).- Elaboración de la carta metalogenética del Estado de Sinaloa sobre el plano geológico base.
- 5).- Configuración e interpretación de la distribución de zonas metálicas.
- 6).- Elaboración del presente informe con las ilustraciones que lo acompañan.

## 2.- GEOGRAFIA

### 2.1.- Localización y vías de acceso.

El Estado de Sinaloa se localiza en la porción noroccidental de la República Mexicana en una superficie de aproximadamente 58,100 Km<sup>2</sup>, limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

22°30' a 27°00' de Latitud Norte.

105°25' a 109°30' de Longitud Oeste.

Colinda al Norte con el Estado de Sonora, al Este con los Estados de Chihuahua y Durango, al Sur con el Estado de Nayarit y al Oeste con el Océano Pacífico (Figura 2.1).

Las vías de comunicación dentro del Estado comprenden carreteras, aeropuertos, ferrocarril y puertos marítimos.

La red de caminos está constituida por la carretera federal número 15 -- México-Nogales que comunica a todas las poblaciones localizadas a lo largo de toda la Planicie Costera y la carretera federal número 40 que une al puerto de Mazatlán con la ciudad de Durango, Dgo. Complementando la red de caminos pavimentados existen un gran número de carreteras estatales, dentro de las cuales destacan las siguientes:

Los Mochis-El Fuerte-Choix,

Los Mochis-Topolobampo,

Guasave-Sinaloa de Leyva,

Guamuchil-Mocorito,

Culiacán-Badiraguato,

Culiacán-Cosalá y

Mazatlán- San Ignacio.

Aunado a lo anterior, cabe señalar que existen numerosos caminos, -- brechas de terracería y veredas que unen a todas las zonas pobladas del Estado .



Integrando las comunicaciones terrestres existe el ferrocarril del-Pacífico, cuyo trayecto comprende todo lo largo de la Planicie Costera - uniéndolo a los principales ciudades del Estado con el resto del País. Además se cuenta con el ferrocarril Chihuahua-Pacífico que atraviesa la parte norte del Estado y enlaza a la ciudad de los Mochis, Sin., con la capital del Estado de Chihuahua.

Por lo que respecta a vías aéreas la ciudad de Mazatlán cuenta con un aeropuerto internacional con vuelos a Estados Unidos y a distintas -- ciudades de México. En las ciudades de Culiacán y los Mochis, existen -- aeropuertos nacionales con vuelos regulares a varios puntos del país. Además, existen numerosos poblados que cuentan con pequeñas pistas de aterrizaje en los que por medio de avionetas se hace conexión con las principales poblaciones vecinas.

Debido a que el Estado de Sinaloa comprende una gran extensión de litoral, en la actualidad tiene dos puertos marítimos de altura, localizados en Mazatlán y Topolobampo, en los que opera un considerable tráfico marítimo.

## 2.2.- Clima y Vegetación.

Dentro del Estado de Sinaloa se distinguen tres tipos de clima según la clasificación de Koppen modificada por García (1964). La primera corresponde a su porción oriental, dentro de la Sierra Madre Occidental, predominando un clima de tipo cálido subhúmedo, con lluvias en verano y algunas veces en invierno. La temperatura varía de 18°C a 5°C., siendo junio el mes más caliente y en enero el más frío, llegándose a registrar temperaturas hasta de 8°C bajo cero. La vegetación es boscosa constituida principalmente por las siguientes variedades:

Pino (Pinus sp.)

Encino (Quercus gamelli)

Cedro rojo (Cedrela odorata)

La segunda zona se localiza en las partes medias de la Sierra Madre Occidental, en la que el clima prevaleciente varía entre semiárido seco y cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 22°C., siendo junio el mes más caluroso y enero el más frío, este último con temperaturas que algunas veces llegan a los 0°C. La vegetación comprende desde flora tipo germineas pastizales y zacates hasta matorrales espinosos, de los que se distinguen las siguientes variedades:

Zacate liebre (Cathestecum erectum)

Zacatón (Sporobolus wrightii)

Biznaga (Mamillopsis sp.)

Uña de gato (Acacia greggii)

Candelilla (Euphorbia antisyphilitica)

Huizache (Acacia farnesiana)

Mezquite (Prosopis juliflora)

Guamuchil (Phithecolobium dulce)

La tercera y última zona comprende a la planicie costera, en donde el clima es semiárido cálido con una temperatura media anual de 23°C. El mes más caluroso es julio con temperaturas máximas de 43°C., y el mes -- más frío es enero. La época de lluvias se manifiesta durante el verano. La vegetación predominante comprende las siguientes variedades:

Mangle rojo (Rhizophora mangla)

Mangle puyequé (Avicennia nitida)

Mangle blanco (Laguncularia recemosa)

Tule (Carex longicaulis)

### 2.3.- Hidrografía.

La red hidrográfica que constituyen los ríos del Estado de Sinaloa pertenecen a la vertiente del Pacífico. Estos tienen su origen en la -

Sierra Madre Occidental, de la que descienden a territorio sinaloense, - fertilizando numerosos valles que son aprovechados como vastas superficies agrícolas. Dentro de los más importantes se tienen: El Fuerte, Sinaloa, Mocorito, Culiacán, San Lorenzo, Elota y Baluarte (Figura 2.2.). Los caudales de los ríos El Fuerte, Badiraguato y Culiacán son almacenados - en las presas Miguel Hidalgo, Adolfo López Mateos y Sanalona respectivamente, cuyos objetivos principales son la generación de energía eléctrica riego agrícola y control de avenidas.

#### 2.4.- Fisiografía.

Desde el punto de vista fisiográfico, el Estado de Sinaloa queda -- comprendido dentro de las provincias de la Sierra Madre Occidental y la de Sierras Sepultadas descritas por Erwin Raisz en 1959 (Figura 2.3).

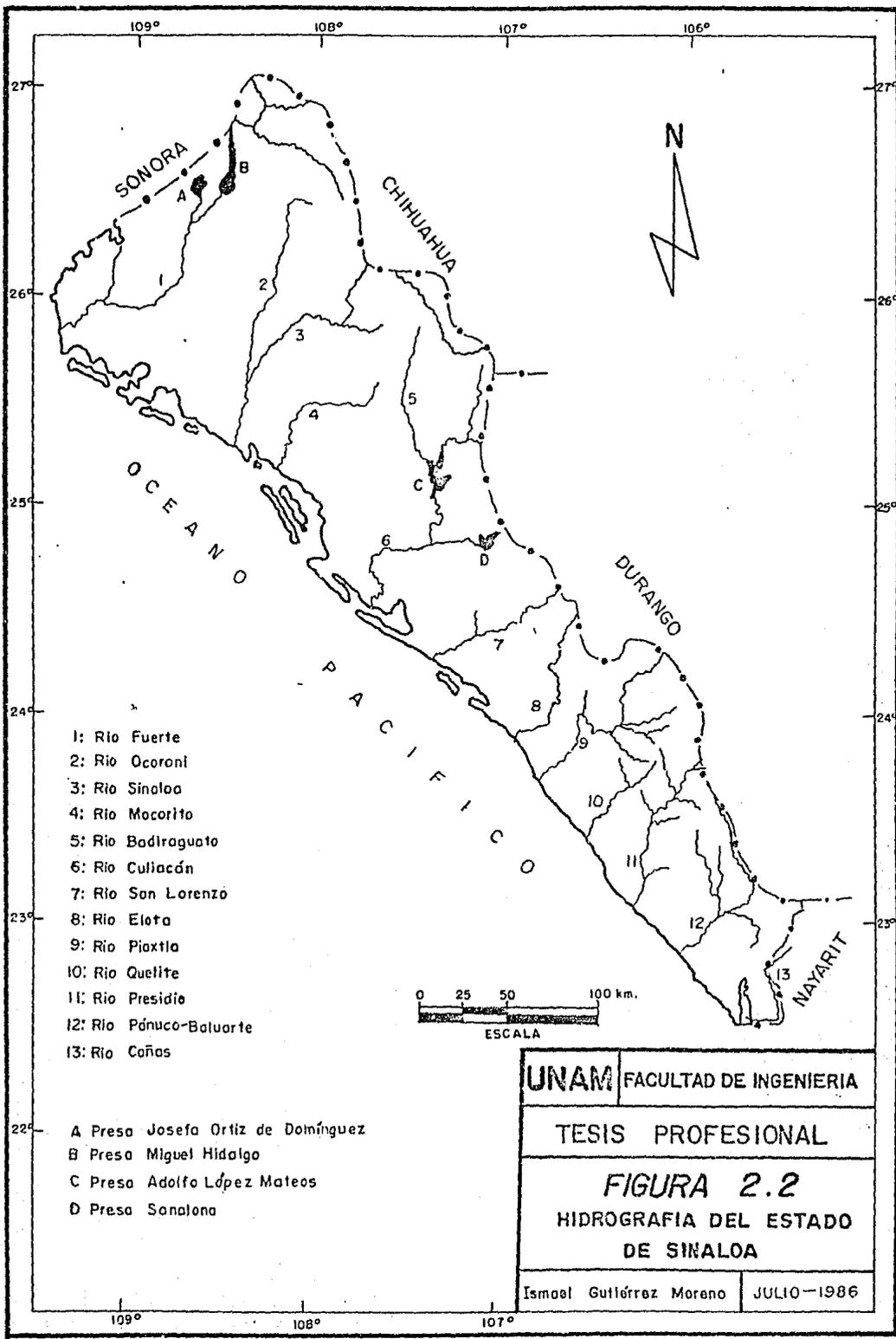
La provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental está constituida por tres subprovincias de las que solo una, la de Altas Mesetas Riolíticas, penetra en el Estado localizándose en toda la margen oriental del mismo, formando una extensa zona cuya elevación varía de 2000 a 2400 metros sobre el nivel del mar. La mayor parte de estas mesetas se constituyen de derrames y piroclásticos riolíticos que presentan ligeras ondulaciones e inclinaciones preferenciales en dirección oeste. Además de que sus flancos están frecuentemente disectados por profundos cañones.

La provincia fisiográfica de Sierras Sepultadas se compone a su vez de cuatro subprovincias, de las que solo tres penetran en la zona de estudio y son: Sierras de Píede Monte, Deltas y Costa de Sinaloa.

La subprovincia de Píe de Monte se localiza a todo lo largo de la porción central del Estado, paralela a la de altas Mesetas Riolíticas. Consiste de montañas parcialmente sepultadas por detritos provenientes - de la Sierra Madre Occidental, de tal forma que solamente las cimas y pi

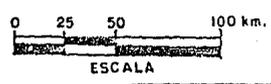
cos de estas montañas sobresalen como cerros aislados. En toda esta zona los ríos han labrado cañones cuyo control estructural se debe a un sistema de fallas normales de rumbo NW-SE.

Las subprovincias de Deltas y Costa de Sinaloa se ubican en la porción más Occidental del Estado, teniendo como límite al Océano Pacífico. Se caracterizan por la presencia de abanicos aluviales, antiguos valles-fluvio deltáicos, pequeñas colinas de rocas predeltáicas, deltas actuales, estuarios, lagunas, cauces de ríos y arroyos y depósitos tanto eólicos como marinos.

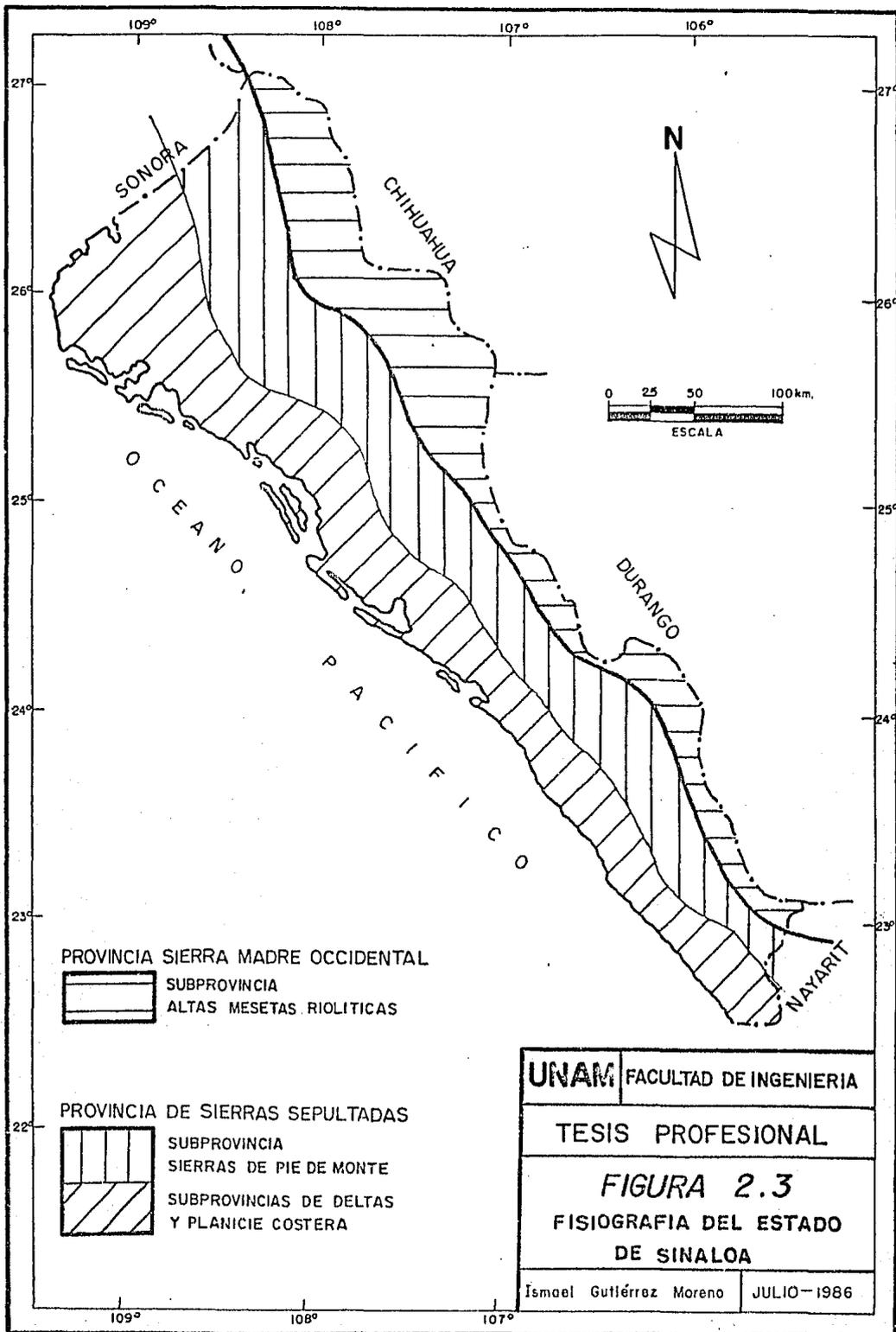


- 1: Río Fuerte
- 2: Río Ocoroni
- 3: Río Sinaloa
- 4: Río Mocorito
- 5: Río Badiraguato
- 6: Río Culiacán
- 7: Río San Lorenzo
- 8: Río Elota
- 9: Río Piaxtla
- 10: Río Quelite
- 11: Río Presidío
- 12: Río Pánuco-Baluarté
- 13: Río Coñas

- A Presa Josefa Ortiz de Domínguez
- B Presa Miguel Hidalgo
- C Presa Adolfo López Mateos
- D Presa Sonalona



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
<b>FIGURA 2.2</b>	
HIDROGRAFIA DEL ESTADO DE SINALOA	
Ismael Gutiérrez Moreno	JULIO-1986



### 3.- GEOLOGIA REGIONAL

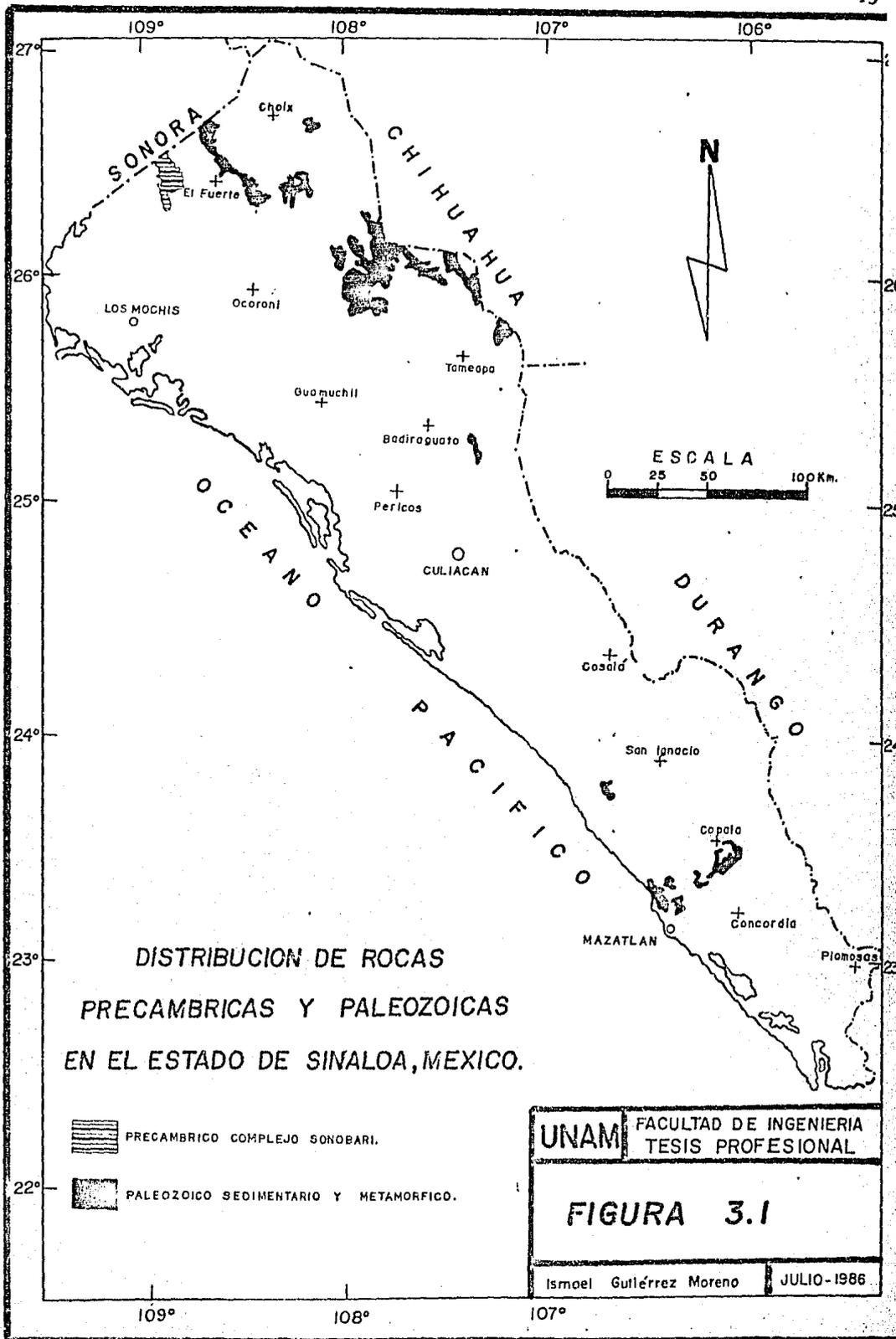
#### 3.1.- Rocas del basamento. Complejo Sonorabi.

Las rocas más antiguas que afloran en el Estado de Sinaloa son al parecer aquellas que constituyen una secuencia metamórfica de alto grado y muy deformada, localizada aproximadamente a 60 Km. al NNE de la Ciudad de los Mochis, extendiéndose unos 50 kilómetros dentro de la porción sur del Estado de Sonora. De Scerna y Kent (1961) nombraron a esta unidad como Complejo Sonorabi (Figura 3.1.).

Litológicamente este complejo está constituido por intercalaciones de gneiss de biotita y muscovita con anfibolitas, las que a su vez están intrusionadas por pegmatitas deformadas y migmatitas.

Todos los períodos de deformación que han tenido lugar en la región han afectado considerablemente a esta unidad complicando la geología estructural del área, sin embargo, se ha podido definir un rumbo preferencial E-W en los ejes de sus mayores plegamientos (López Ramos, 1981).

Estudios realizados por Rodríguez y Córdoba en 1978 revelan que los gneisses de este complejo son derivados de rocas sedimentarias areno-arcillosas con posibles intercalaciones de lavas básicas que sufrieron por lo menos dos eventos de metamorfismo. Por lo que respecta a su edad, no se ha podido establecer con exactitud, ya que los únicos estudios radiométricos por el método de K-Ar que realizaron Mc Dowell y Clabaugh (1972) arrojaron datos muy confusos, determinándose para la biotita una edad -- térmica del Mioceno, mientras que para la hornblenda fue de 60 m.a., lo cual nos indican edades demasiado jóvenes y erróneas. Por otro lado ---- Rodríguez y Córdoba (op. cit.), le han asignado una edad tentativa del -- Precámbrico, pero existe la posibilidad de que sean más jóvenes, posiblemente Paleozoicas.



### 3.2.- Rocas del Paleozoico.

El Paleozoico se manifiesta por una enorme unidad que comprende diferentes tipos de rocas como son: esquistos de varios tipos, cuarcitas, pizarras, calizas en parte recristalizadas, pedernal, areniscas y lutitas.

Esta unidad se encuentra aflorando en forma más o menos considerable en la margen NE del Estado y en algunas localidades al norte de Mazatlán (Figura 3.1), representando una antigua secuencia pelítico-arenítica con horizontes calcáreos de origen marino, que posteriormente fue plegada, afallada e intrusionada en varias ocasiones, dando lugar a un consecuente metamorfismo de diversos grados.

De acuerdo a sus características petrográficas, se distinguen dos grupos; uno de rocas metasedimentarias (esquistos y filitas), producto de un metamorfismo regional de facies esquistos verdes, las cuales exhiben dos direcciones de foliación; el segundo grupo lo constituyen rocas de metamorfismo de contacto de facies corneana de albíta-epidota.

Dentro de esta unidad, muy cerca del poblado de San José de Gracia se encuentra un afloramiento de calizas fosilíferas con pedernal y rocas arcillo-arenosas asociadas a metasedimentos de bajo grado a los que Carrillo (1971), asignó el nombre de Formación San José de Gracia y por medio de estudios paleontológicos la sitúa dentro el Carbonífero.

El espesor mínimo de las rocas paleozoicas es de 800 metros, determinado por Rodríguez y Córdoba (op. cit.), en una localidad cercana al poblado de San José de Gracia.

Por lo que respecta a sus relaciones estratigráficas, el contacto inferior no ha sido localizado y se infiere que es de tipo tectónico con el Complejo Sonorabi y en el caso de su contacto superior, puede ser una discordancia erosional o un contacto tectónico con rocas tanto mesozoicas como terciarias.

La edad de esta unidad fué determinada por Rodríguez y Córdoba --- (1978), con el hallazgo de fósiles briozoarios y fusilínidos en las ca-  
lizas de la región de San José de Gracia, ubicado a la porción infe---  
rior de la unidad dentro de un rango Mississípico Superior-Pennsylváni-  
co Inferior.

### 3.3.- Rocas del Mesozoico.

El paquete Mesozoico del Estado de Sinaloa presenta una gran diver-  
sidad de litologías que en forma global constituyen un conjunto volcá-  
nico, vulcanosedimentario y sedimentario, parte del cual parcialmente  
afectado por un incipiente metamorfismo regional (Figura 3.2.)

La unidad más antigua corresponde a una secuencia metavolcánica cu-  
ya edad tentativa fué determinada por Servais et al. (1981), ubicándola  
en el Jurásico Medio-Cretácico Inferior y que informalmente llamó -  
Arco de Sinaloa. Litológicamente se constituye de lavas y material pi-  
roclástico de composición intermedia y básica, afectadas por metamor-  
fismos regional de bajo grado y por metamorfismo de contacto.

Estudios realizados por Servais et al. (op.cit.), revelan que se -  
trata de un arco volcánico de tipo insular y, se encuentra más o menos  
representado por las metandesitas y metabasaltos de la región de El --  
Fuerte, al Norte del Estado y por el magmatismo básico característico  
de las raíces de un arco localizado en la región de Alisitos y Culiacá-  
cán en la parte central del mismo. La región de Alisitos Sinaloa, con-  
tiene una serie de composición predominantemente básica con metamorfis-  
mo regional de facies esquistos verdes, un pequeño cuerpo ultrabásico  
serpentinizado y una serie metandesítica con características muy simi-  
lares a las del cuerpo ultrabásico de la región de Culiacán. Hacia el  
Este del cuerpo de Culiacán existe una cobertura metasedimentaria de  
tobas silicificadas intercaladas con carbonatos, tobas y grauvacas car-  
bonatadas que representan la cubierta detrítica y carbonatada del Arco  
Sinaloa.

Servais y colaboradores (op.cit.), consideran que tanto para la región de Alisitos como para el cuerpo de Culiacán se tiene la presencia de series andesíticas y en menor cantidad series ultrabásicas que re--presentan las raíces del Arco insular de Sinaloa.

Estudios realizados por Ortega et a. (1979) y Servais et al. (op.-cit.), comprenden el descubrimiento y análisis de una serie litológica con carácter ofiolítico, localizada al oriente de Sinaloa de Leyva dentro de la región de Bacurato. En dicha región se tiene como parautócto no regional a las rocas metavolcánicas del Arco de Sinaloa, también --descrito como Unidad Borahui, en el cual un cabalgamiento emplaza a la secuencia ofiolítica designada con el nombre de Unidad Pueblo Viejo, - que se movió sobre su cobertura pelágica (Unidad Porohui). A su vez estas dos unidades cabalgan sobre la unidad Bacurato, que corresponde a una fosa profunda que recibe los elementos de erosión del Arco de Sinaloa.

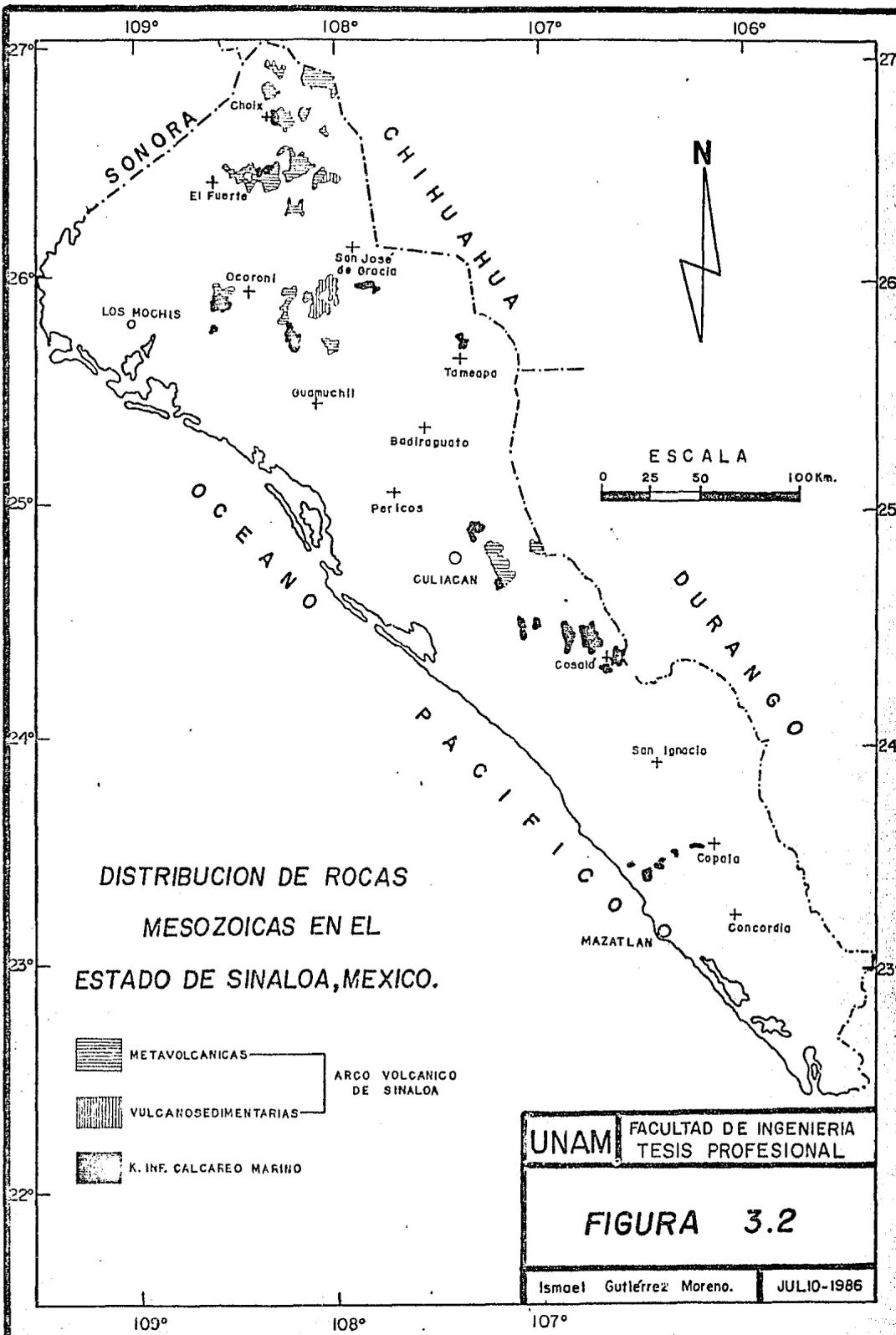
Servais y colaboradores (op. cit.), postulan que dichas ofiolitas representan un ambiente de cuenca antearco en la que el piso estaba --probablemente en oceanización. El inicio de esta cuenca fué durante el Jurásico y su efecto fué separar el Arco de Sinaloa del Arco de Alisitos de Baja California.

Las características litológicas que constituyen a las ofiolitas de Bacurato son: complejo básico-ultrabásico, complejo filoniano con lavas almohadilladas, gabros, piroxenitas y anfibolitas, sedimentos calcáreos y silíceos asociados a lavas almohadilladas y series pelágicas de radiolaritas. No contienen zona peridotítica por lo que dichos autores justifican su ausencia proponiendo dos posibles causas: que la zona peridotítica no fué eyectada durante el cierre de la cuenca oceánica, o que dicho complejo ofiolítico pertenece a una corteza oceánica joven que proviene de la cuenca oceánica y considerando que dicha cuenca es de tipo marginal, la zona peridotítica sería producida solamente en la madurez de la cuenca.

Dentro del Jurásico se tiene también a una secuencia vulcanosedimentaria constituida por rocas volcánicas, volcánicas afaníticas de color oscuro intercaladas con limolitas, areniscas y material volcánico-clástico que afloran al SE de Choix y al Oeste de San José de Gracia en la porción Norte del Estado (Figura 3.2.). Por lo general se encuentra plegada, fracturada y afectada por metamorfismo regional de bajo grado. Se correlaciona con los desarrollos de arco insular (Arco de Sinaloa) y mar marginal del Jurásico del norooccidente de México.

El Cretácico está representado por rocas calcáreas, clásticas y volcanoclásticas. Las rocas calcáreas se encuentran aflorando escasas y aisladamente en forma de techos colgantes sobre cuerpos intrusivos o como ventanas debajo de la cubierta volcánica terciaria, localizadas principalmente en las partes centro y Norte del Estado (Figura 3.2.). Petrográficamente corresponden a calizas microcristalinas de colores gris claro a oscuro y azulado en capas delgadas e intercaladas ocasionalmente con lutitas y yesos. La mayor parte de estas calizas son al parecer de edad Cretácico Inferior, pero Rodríguez y Córdoba (1978), consideran que algunas pueden ser jurásicas y otras tal vez más antiguas.

Por lo que respecta a las rocas no calcáreas, son depósitos volcanoclásticos de composición intermedia y sedimentos detríticos producto de la erosión de rocas preexistentes.



DISTRIBUCION DE ROCAS  
MESOZOICAS EN EL  
ESTADO DE SINALOA, MEXICO.

-  METAVOLCANICAS
  -  VULCANOSEDIMENTARIAS
  -  K. INF. CALCAREO MARINO
- ARCO VOLCANICO DE SINALOA

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 3.2

Ismael Gutiérrez Moreno.

JULIO-1986

### 3.4.- Complejo Volcánico Inferior.

El periodo comprendido entre el Cretácico Superior y el Eoceno Medio se caracteriza por el emplazamiento de grandes cuerpos intrusivos -- que en conjunto son conocidos con el nombre de Complejo Batolítico de Sinaloa asignado por Henry en 1975. Estos plutones están acompañados de -- una gran secuencia volcánica de composición andesítica. A todo este episodio ígneo se le denomina Complejo Volcánico Inferior, nombre asignado por Mc Dowell y Keizer (1977), para definir el paquete inferior que constituye a la Sierra Madre Occidental.

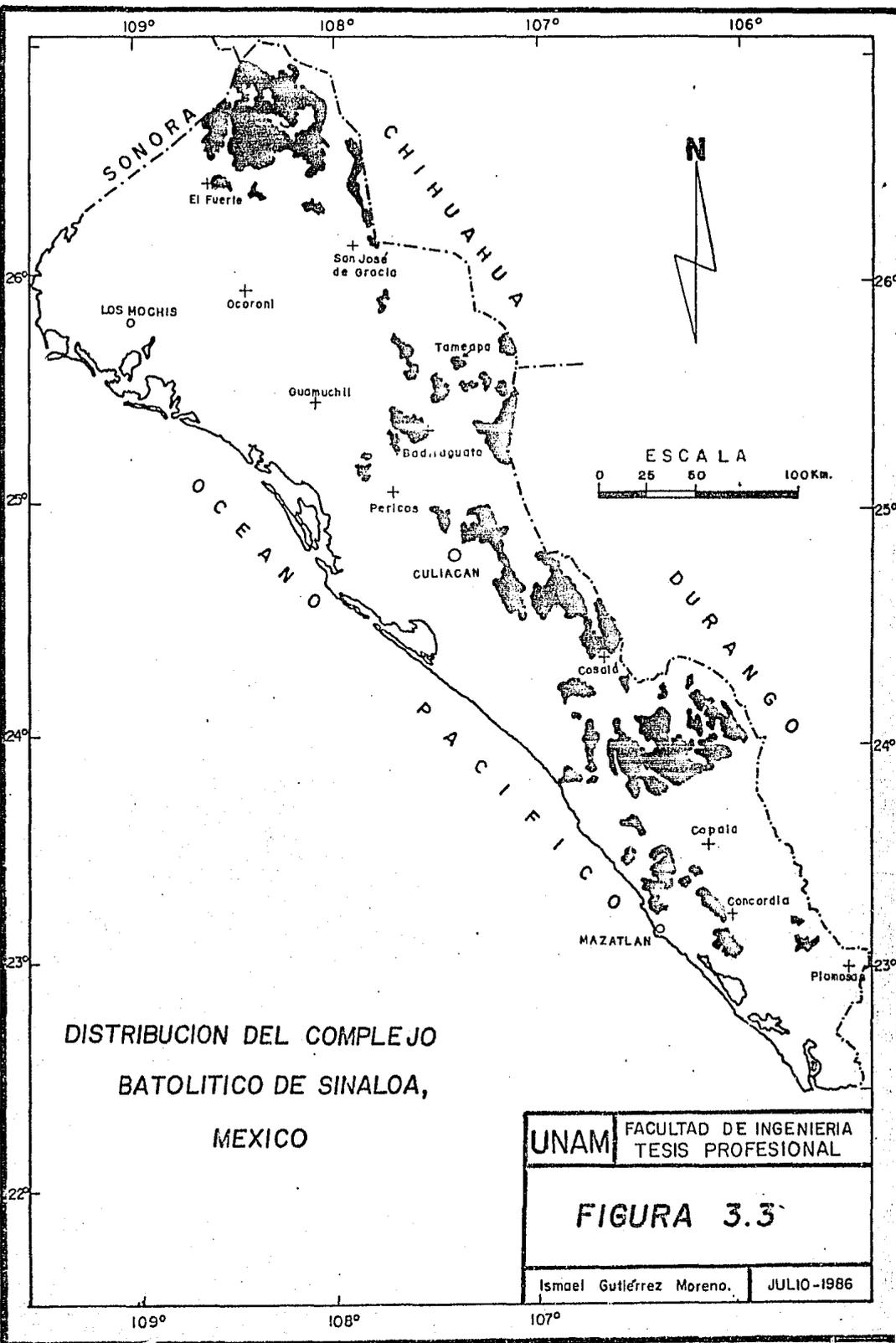
Este emplazamiento fué producido por el avance de un arco magmático a raíz de la subducción de la Placa Farallón con la Placa Norteamericana afectando a toda la porción noroccidental de México. El magmatismo empezó hace 140 m.a., avanzando 1000 Km. en dirección oriente hacia 40 m.a. y regresando nuevamente a la margen continental hace 16 millones de años (Clark et al., 1982).

A continuación se describen el complejo batolítico y las rocas andesitas por separado.

#### 3.4.1.- Complejo Batolítico de Sinaloa.

Se encuentra ampliamente distribuido a todo lo largo y lo ancho del Estado, tanto en la Planicie costera como en los profundos cañones y disecciones de la Sierra Madre Occidental (Figura 3.3).

Varios autores entre los que destacan Henry y Fredrikson (1972), -- Henry (1975), y Clark et al. (1980), señalan que este cuerpo intrusivo -- presenta una gran diversidad de series petrográficas desde granito hasta gabro, pero existe una gran predominancia de granodiorita. Constituyen -- cuerpos plutónicos e hipabisales en forma de batolitos, lacolitos, diques y stocks, intrusionando a toda la secuencia paleozoica y mesozoica, produciendo metamorfismo de contacto y en algunos casos la generación de mineralización de sulfuros, especialmente en rocas calcáreas de edad cretácica, además de que dentro de ellos mismos se tienen también algunas --



mineralizaciones de tipo pórfido cuprífero.

Henry en 1975 llevó a cabo un estudio radiométrico de este complejo en la porción sur del Estado y en base a sus características petrográficas, estructurales y cronológicas lo divide en tres grupos que son: Rocas tipo Recodo, Tipo Candelero y tipo San Ignacio.

El primer grupo corresponde a cuerpos que se formaron en un período comprendido entre 102 y 85 m.a. y son considerados como los más antiguos del complejo. Constituye un reducido número de intrusiones cuya composición varía de cuarzodiorita a granodiorita ligeramente foliados. Exhiben texturas equigranulares con cristales de plagioclasa y un considerable contenido de biotita y hornblenda, el feldespato potásico está representado por microclina y se encuentra en muy poco porcentaje. La evidencia de textura equigranular infiere un ambiente de cristalización netamente plutónico, en otras palabras relativamente profundo.

Los dos grupos restantes son cronológicamente contemporáneos formándose entre 80 y 45 m.a. y corresponden al mayor número de plutones estudiados por Henry. La diferencia entre uno y otro estriba en su composición petrográfica, observándose que el tipo Candelero varía de granodiorita a cuarzodiorita y el tipo San Ignacio corresponde a la variación granodiorita-curazomonzonita. A diferencia del tipo Recodo estos dos grupos tienden a presentar texturas porfídicas con mayor contenido de feldespato potásico y menor contenido de máficos emplazados a niveles más someros y correspondientes a ambientes subvolcánicos o hipabisales y algunos de ellos se encuentran estrechamente relacionados a mineralizaciones de tipo pórfido cuprífero.

El Complejo Batolítico de Sinaloa al igual que toda la manifestación batolítica que afecta al norooccidente de México, está controlado por ciertos patrones de composición química, mineralogía, edad de emplazamiento y distribución geográfica. Los más antiguos se encuentran cercanos a la costa y su composición química corresponde a un magmatismo calcoalcalino, predominando litologías con alto contenido de máficos, mientras que los más jóvenes se localizan por lo general a distancias más --

alejadas de la costa con litologías que comprenden un alto contenido de feldespato potásico y minerales máficos en menor proporción.

Como caso particular existen tres cuerpos que afloran respectivamente al NW de Mazatlán (Henry op. cit.) a 35 kilómetros al SE de Culiacán (Clark op. cit.) y a 10 kilómetros al NE de San Ignacio (Henry op. cit.), cuyas edades radiométricas varían de 28 a 18 m.a. y características mineralógicas muy similares a las del complejo batolítico. Clark y colaboradores (1980) consideran que estos tres cuerpos corresponden a una etapa posterior, relacionándolos con el retroceso del arco magmático hacia el oeste.

#### 3.4.2.- Secuencia Volcánica Andesítica.

La Sierra Madre Occidental está formada por una extensa meseta volcánica afectada por fallas normales y grabenes que la privan de su apariencia homogénea y subhorizontal, de tal forma que su borde occidental constituye una terminación abrupta con fallas normales de grandes desplazamientos y zonas de profundas barrancas.

Según Mc Dowell y Clabaugh (1979), esta gran cadena montañosa se compone de dos importantes secuencias ígneas, cuyo contacto marca un período de calma volcánica. La secuencia más antigua se representa por una serie de rocas volcánicas de composición predominantemente intermedia a la que en el presente trabajo se le denomina informalmente como Secuencia Volcánica Andesítica. La segunda secuencia, que es más joven, está integrada por ignimbritas riolíticas y riodacíticas en posición generalmente horizontal o ligeramente inclinadas, designadas por Mc Dowell y Keizer (1977) con el nombre de Grupo Volcánico Superior.

La secuencia Volcánica Andesítica posee una forma dominante de derrames y unidades piroclásticas andesíticas y traquíticas, pero estudios detallados hechos por Mc Dowell y Clabaugh (op. cit.), revelan que en algunas localidades se encuentran con intercalaciones de ignimbritas si-

liceas observándose también una amplia variación de sedimentos volcánico--clásticos y brechas volcánicas. Estructuralmente se encuentran deformadas, plegadas y afalladas, exhibiendo en muchas localidades un alto grado de alteración. Se encuentran aflorando a todo lo largo del Estado --- (Figura 3.4), manifestándose en forma de ventanas cubiertas generalmente por las rocas del Grupo volcánico Superior. Sus límites inferiores son - en su totalidad de tipo discordantes con las rocas paleozoicas y mesozoicas descritas en incisos anteriores.

Desde el punto de vista metalogenético, este paquete andesítico es de suma importancia debido a que es la roca encajonante de gran número - de yacimientos minerales de tipo hidrotermal. Por lo que respecta a su período de generación (102 a 45 m.a.), ha sido determinado indirectamente puesto que la estrecha relación que guarda con el Complejo Batolítico sugiere, pero no comprueba, un origen común (Mc Dowell y Clabaugh, 1979).

### 3.5.- Grupo Volcánico Superior.

Al cesar la actividad magmática del Complejo Volcánico Inferior hace 45 millones de años, tuvo lugar un período de calma volcánica de aproximadamente 10 m.a. Mc Dowell y Clabaugh (op. cit), consideran que dicha interrupción se debió a dos posibles causas: a la pausa o declinación -- de la convergencia entre las placas Farallón y Norteamericana, o a un -- cambio en la inclinación en la zona de Benioff; o bien a la posible subducción de una cordillera activa localizada más hacia el oriente de la cordillera Pacífica.

Después del hiatus magmático mencionado, hace aproximadamente 34 -- m.a. se empezó a generar el Grupo Volcánico Superior y concluyó hace 27- m.a. aunque cierta actividad persistió hasta hace 23 millones de años.

Este Grupo Volcánico constituye la cima de la Sierra Madre Occidental y es considerado como la cubierta ignimbrítica continua más extensa-



DISTRIBUCION DE LA SECUENCIA  
VOLCANICA ANDESITICA  
DEL ESTADO DE SINALOA, MEXICO.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
<b>FIGURA 3,4</b>	
Ismael Gutiérrez Moreno.	JULIO-1986

de todo el planeta, exhibiendo una estructura de forma alargada de orientación NW-SE de 250Km. de ancho y más de 1200 Km de largo. Demant y Robin (1975), consideran que el espesor de esta unidad llega a superar los 1000 m, en algunas localidades. Dentro del Estado de Sinaloa tiene una amplia distribución localizadas en las subprovincias fisiográficas de -- Altas Mesetas Riolíticas, Sierras de Pie de Monte e inclusive en algunas regiones de la Planicie Costera (Figura 3.5).

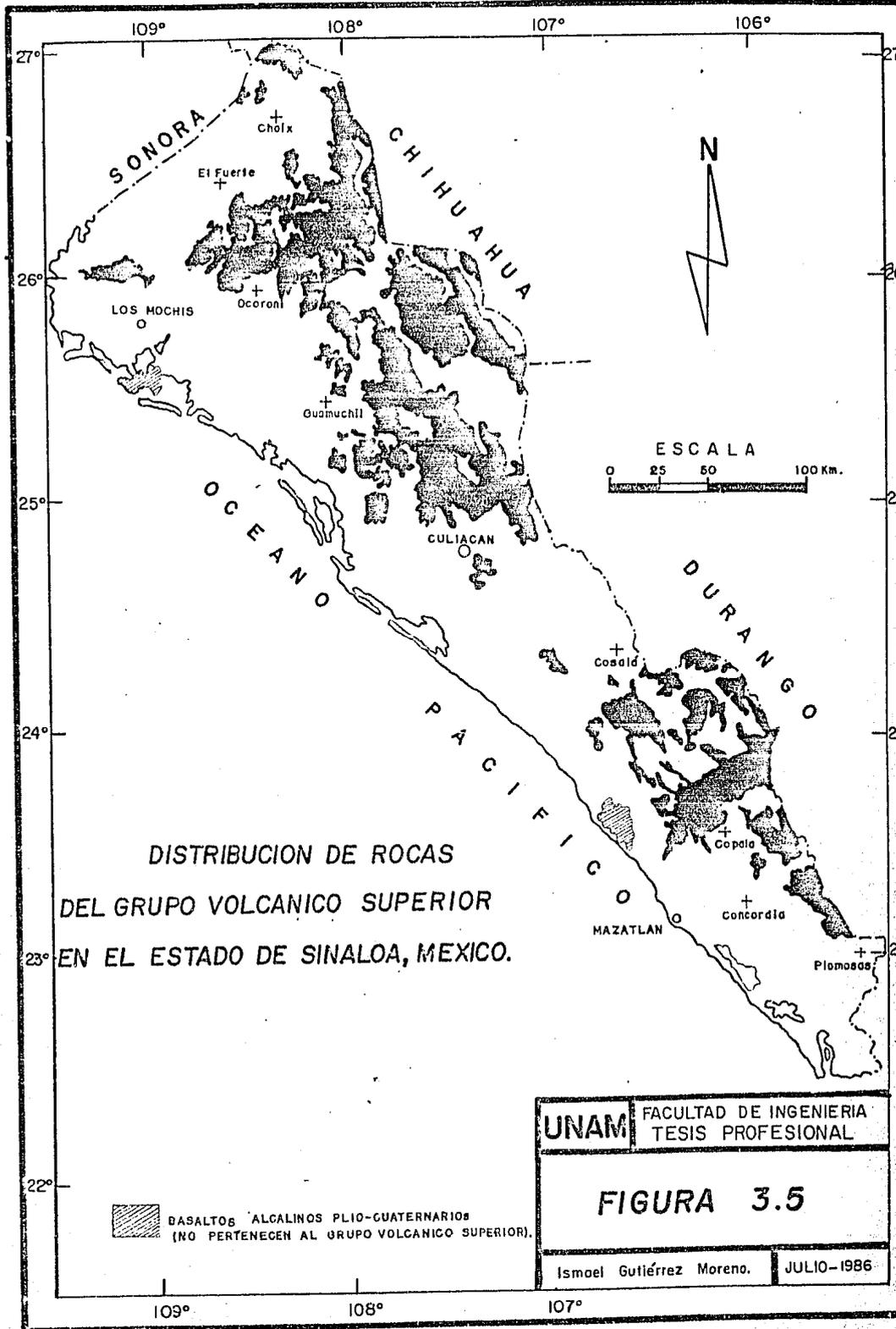
Este gran fenómeno ignimbrítico es atribuido por Mc Dowell y Keizer (1977) a un complejo sistema de calderas, muchas de ellas con diámetros mayores de 40 Km y a prominentes emisiones riolíticas alineadas con una tendencia NW-SE. Estos caracteres originales no son fáciles de reconocer debido a que toda la meseta está afectada por una serie de fallas normales.

Las relaciones estratigráficas con el Complejo Volcánico Inferior - están controladas por una fuerte acción erosiva, dando lugar a la formación de paleovalles en los cuales se produjo la acumulación de sedimentos clásticos de tipo continental.

### 3.6.- Vulcanismo Básico Plio-Cuaternario.

Hacia el Plioceno-Cuaternario la Placa Farallón desapareció completamente debajo de la Placa Norteamericana (Atawer, 1970). el movimiento relativo entre estas dos placas es el responsable de la creación del - - Rift Golfo de California-Sistema de San Andrés.

De acuerdo a lo anterior se genera un vulcanismo de tipo distensivo que afectó a las regiones costeras de los Estados de Baja California, So nora y Sinaloa. Dicho vulcanismo es de composición alcalina y está representado por basaltos asociados a andesitas basálticas que afloran en - las regiones de Topolobampo y Mazatlán dentro del Estado de Sinaloa ---- (Figura 3.5).



DISTRIBUCION DE ROCAS  
 DEL GRUPO VOLCANICO SUPERIOR  
 EN EL ESTADO DE SINALOA, MEXICO.

 BASALTOS ALCALINOS PLIO-GUATERNARIOS  
 (NO PERTENECEN AL GRUPO VOLCANICO SUPERIOR).

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL

FIGURA 3.5

Ismael Gutiérrez Moreno. JULIO-1986

#### 4.- TECTONICA.

##### 4.1.- Tectónica Pre-Laramídica.

La historia tectónica de la margen occidental de Norteamérica comienza a partir del Paleozoico tardío como producto de la convergencia de la Paleoplaca Pacífica (Farallón), con el antiguo Cratón Norteamericano.

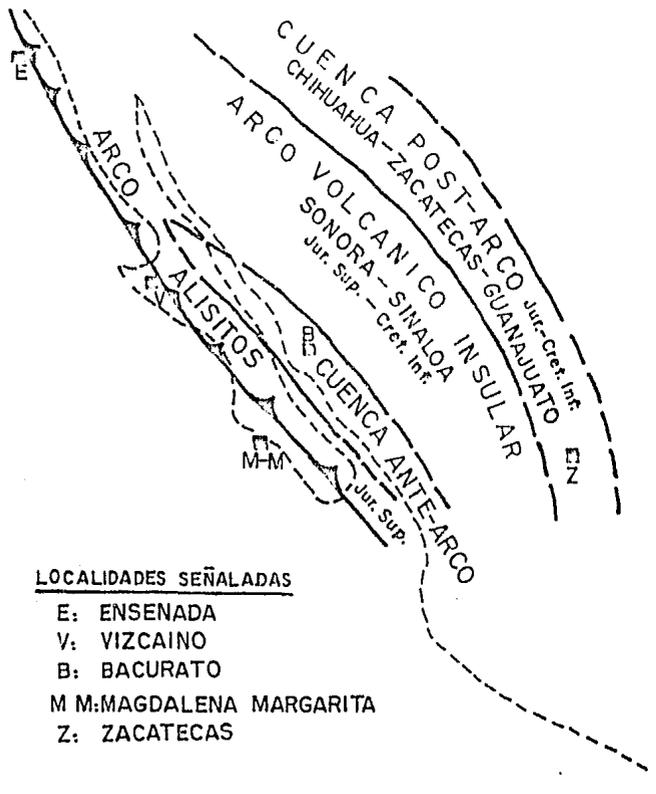
A principios del Mesozoico, en lo que actualmente constituye la costa oeste de Baja California la subducción de la Placa Farallón provoca en una primera fase tectónica la fragmentación en escamas de dicha placa o el piso de una cuenca marginal asociada, fenómeno representado por las ofiolitas de la Península de Vizcaíno y de las Islas de Cedros, Margarita y Magdalena en el Estado de Baja California.

Más hacia el oriente a partir del Jurásico, Servais y colaboradores (1981), postulan la apertura aparentemente temprana de una cuenca marginal a la que informalmente nombran Paleogolfo de Baja California. En esta cuenca empiezan a generarse secuencias de carácter ofiolítico seguidas de una sedimentación pelágica, que en conjunto constituyen a las ofiolitas de Bucurato Sinaloa.

Entre el Jurásico Medio Superior Cretácico Inferior en las margenes Oeste y Este del Paleogolfo de Baja California, se generan el arco volcánosedimentario Alisitos y el Arco Insular de Sinaloa respectivamente.

Al iniciarse el Arco de Sinaloa se distinguen dos zonas definidas en sus costados; una fosa o cuenca antearco en el flanco occidental y una cuenca postarco (Paleocuenca del Altiplano Mexicano), en la porción oriental (Figura 4.1).

Al Paleogolfo de Baja California de acuerdo a lo anterior; se le considera como una discontinuidad o barrera que separa al Arco Alisitos del Arco de Sinaloa. Algunos autores como Gastil et al (1981) y Servais et al. (op.cit.), sugieren que dichos arcos tienen un origen generador -



RECONSTITUCION DEL MESOZOICO  
 DE LOS GRANDES DOMINIOS TECTONICOS  
 DEL NORTE DE MEXICO. (elaborada por M. Servats, 1981)

LOCALIDADES SEÑALADAS

- E: ENSENADA
- V: VIZCAINO
- B: BACURATO
- M M: MAGDALENA MARGARITA
- Z: ZACATECAS

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
FIGURA 4.1	
Ismael Gutiérrez Moreno	JULIO - 1986

distinto ya que por un lado el de Alisitos fué formado a partir de la -- subducción de la Placa de Farallón con la Norteamericana en la porción-- más occidental de esta última, mientras que el Arco de Sinaloa se encuentra más al oriente por lo que se podría pensar, pero no asegurar la existencia de una segunda zona de subducción más hacia dicha dirección paralela y contemporánea a la de la margen occidental de Baja California.

Durante el Cretácico Inferior cesa la actividad volcánica submarina. Dentro del Paleogolfo de Baja California continúa la sedimentación - pelágica (cobertura del complejo ofiolítico de Bacurato) y comienza la - depositación de calizas arrecifales alrededor del Arco de Sinaloa.

Hacia el Cretácico Medio se produce el levantamiento general delarco y su fosa antearco, reflejándose dicho levantamiento por la sedimentación de la cuenca postarco durante el Albiano-Cenomaniano, dando por - terminado así la historia marina del Noroccidente de México.

#### 4.2.- Magmatismo Continental y Tectónica Laramídica.

La historia del Magmatismo continental del Estado de Sinaloa co-- mienza a partir del Cretácico Medio-Superior. Se caracteriza por la generación de un arco magmático que forma un frente continuo desde Califor-- nia, E.U., hasta el Estado de Guerrero dentro de México. El magmatismo - empezó en la margen continental hace 140 m.a., avanzó 1000 Km.hacia el - oriente hasta hace 40 m.a., regresando nuevamente a la margen continen-- tal Pacífica hace 16 m.a., (Clark et al., 1983). Su principal manifestación es el emplazamientos de numerosos cuerpos intrusivos acompañados de un vulcanismo de composición andesítica.

Entre 120 y 90 m.a., dicho arco magmático migra lentamente en dirección oriente a una velocidad de 0.7 cm/año y durante la Orogenia Laramide dicha migración aumenta a 2.3 cm/año (Coney y Reynolds, 1977).

Como producto de la Orogenia Laramide se generan esfuerzos com--- presivos provenientes del oeste que junto con la acción plutónica menciona

nada dan lugar a metamorfismo, deformación, levantamiento y erosión de toda la secuencia preexistente. Como consecuencia de estos fenómenos se tiene en el Estado de Sinaloa durante el Albiano-Cenomaniaco el emplazamiento tectónico de la secuencia ofiolítica de Bacurato, la cual cabalga en forma yuxtapuesta y en escamas al arco de Sinaloa (Servais et al. --- 1980).

#### 4.3.- Magmatismo Continental Post-Laramídico.

Al terminar la Orogenia Laramide hace aproximadamente 40 m.a., -- tuvo lugar al mismo tiempo un cese o declinación abrupta de la actividad volcánica, prosiguiendo un período de 10 m.a. de fuerte erosión en el -- que se rellenan los valles formados por la orogenia con detritos conti-- nentales (Mc Dowell y Clabaugh, 1979). Estos autores proponen dos posi-- bles causas para explicar este hiatus volcánico: una pausa o declinación de la convergencia entre las Placas Farallón y Norteamericana o un cam-- bio en la inclinación en la zona Benioff; la otra causa propone la posi-- ble subducción de una cordillera activa localizada más hacia el oriente de la Cordillera Pacífica. Por su parte Damon et al (1983), consideran que para esta época (40 m.a.) el frente del arco magmático, localizado -- a una distancia de 1000 Km al oriente de la zona de subducción, regresa-- rápidamente a la costa del Pacífico a una velocidad de 5 cm/año hace --- aproximadamente 16 m.a. Como producto de este retroceso tiene lugar un -- cambio en la composición del magma, siendo este de tipo bimodal y está re-- presentado en el Estado de Sinaloa por el extenso y espectacular vulca-- nismo explosivo ignimbrítico riolítico y riocácítico que constituye la -- cima de la Sierra Madre Occidental y algunas manifestaciones plutónicas-- graníticas localizadas en la región de Culiacán, cuyo período de máx-- imo desarrollo se ubica entre 34 y 27 m.a. aunque cierta actividad persistió hasta hace 23 m.a. (Mc Dowell y Clabaugh, 1979).

#### 4.4.- Tectónica Neogénica

Después de terminar el vulcanismo ignimbrítico suceden cambios -- distintivos en la actividad magmática (Clark et al. 1980). Hace aproximadamente 30 m.a. se produce la fragmentación de la Placa Farallón de cu-- yos fragmentos, algunos adquieren un movimiento rotatorio. Estos acontecimientos dan lugar a los grabenes que exhiben las ignimbritas de la Sierra Madre Occidental, fenómeno ocurrido a partir del Mioceno hasta el -- Plioceno (Mc Dowell y Clabaugh, Op. Cit.).

Durante el Mioceno Medio la margen continental Pacífica se encuentra afectada por un sistema de fallas verticales como producto de la --- aproximación de la Dorsal del Pacífico hacia el continente dando lugar - a la formación del Protogolfo de California.

En el Plioceno-Cuaternario la Placa Farallón desaparece completamente debajo de la Norteamericana (Atawer 1970). La Dorsal del Pacífico pues se encuentra a la entrada del Golfo de California y se prolonga en éste por un sistema de fallas y zonas de expansión que se relacionan al norte con el Sistema de San Andrés.

A partir del Plioceno, Baja California se solidariza con la Placa Pacífica migrando juntas en dirección NW. El movimiento relativo entre - las placas Pacífica y Norteamericana dan lugar a la creación del Golfo - de California y el Sistema de San Andrés. Debido a este fenómeno tectónico se origina un vulcanismo de tipo distensivo (basaltos alcalinos), distribuidos en las margenes de los Estados de Sinaloa, Sonora y Baja California, heredando una tectónica de fracturas terciarias.

## 5.- CONFIGURACION DE ZONAS METALICAS.

La vasta superficie que comprende el Estado de Sinaloa incluye un gran número de yacimientos minerales metálicos que a través del tiempo - han sido explotados tanto a pequeña como a mediana escala.

En el presente capítulo se propone la distribución regional de estos yacimientos en base a las asociaciones mineralógicas dominantes y -- sus respectivas clasificaciones metalogenéticas, con el fin de delimitar zonas metálicas y tratar de comprender la evolución metalogenética de la región dentro de un marco geológico y tectónico definido.

De acuerdo a lo anterior se analizó una considerable cantidad de de información geológico-minera de más de 350 localidades. Dicha informa--- ción incluye coordenadas geográficas , asociaciones mineralógicas domi--- nantes, leyes y tonelajes, tipos de yacimiento, marco geológico y época de metalogenética. Como resultado se observa que las asociaciones metáli--- cas más abundantes en orden de importancia que existen en la región son: AuAg, PbZnCu(AuAg), CuMo(W) y CuFe.

Estas asociaciones se encuentran formando zonas metálicas localizadas en forma más o menos paralela al flanco Oeste de la Sierra Madre Occidental.

Cabe señalar que el término de zona metálica es utilizado en el - presente trabajo para definir en forma generalizada a la distribución de los yacimientos minerales que corresponden a las asociaciones PbZnCu(Au de Ag), CuMo(W) y CuFe, debido a que tales concentraciones metálicas no son tan abundantes como para que se puedan llamar franjas metálicas o provin de cias metalogenéticas que son términos representativos de una distribu--- ción regional de grandes concentraciones de elementos económicamente ex- plotables. Para el caso de la asociación AuAg, si se utiliza el término de de franja metálica debido a que como se explica más adelante, si contie- ne las características geológicas y metalogenéticas para constituir una de verdadera franja metálica.

A continuación se describen con más detalle cada una de las zonas propuestas.

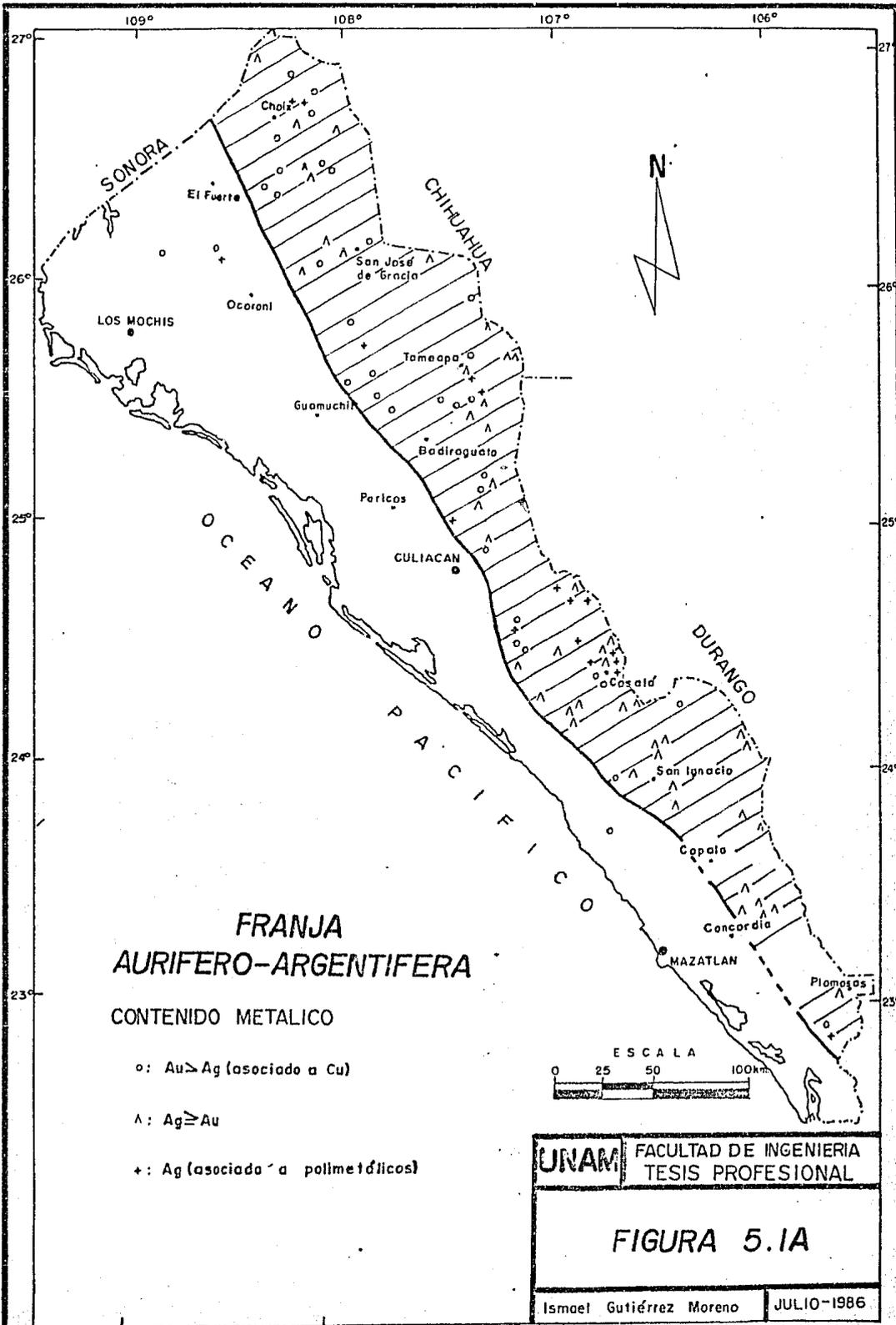
### 5.1.- Franja Aurífero-Argentífera.

La Sierra Madre Occidental es considerada como la región de México donde existe el mayor número de yacimientos que contiene la asociación AuAg, pero el carácter tan abrupto de su topografía y la casi nula existencia de vías de comunicación, han dado lugar al poco aprovechamiento de tales depósitos.

Dentro del Estado de Sinaloa, el cual comprende una gran porción del flanco oeste de la Sierra Madre Occidental, los yacimientos que conforman a la asociación AuAg se hayan distribuidos a todo lo largo del Estado (Figura 5.1A), constituyendo aproximadamente un 48% del total de los yacimientos estudiados en el presente trabajo. Su distribución adquiere la forma de una gran franja paralela al flanco oeste de la enorme sierra dentro de las subprovincias fisiográficas de Altas Mesetas Riolíticas y Sierras de Pie de Monte. Dicha franja tiene dimensiones de aproximadamente 500 Km de largo por 60 Km de ancho y cuya tendencia de orientación es NW-SE. Está limitada en su parte Oeste por la planicie costera y por lo que respecta a sus límites Norte, Sur y Oriente, éstos se encuentran controlados por la continuación de la Franja o Provincia Metalogénica Aurífero-Argentífera propuesta por Clark et al. (1982), la cual a nivel nacional se extiende desde el NE de Estado de Sonora hasta la parte norte del Estado de Jalisco (Figura 5.1B).

Dentro de los tipos de yacimientos que caracterizan a la asociación AuAg se tienen predominantemente a las vetas hidrotermales y de muy poca importancia a algunos de tipo metasomático de contacto con las asociaciones CuFe(Au), PbZnAg(AuCu) y pórfidos de Cobre.

Las vetas hidrotermales que conforman a esta franja son estructuras de relleno de fisura cuyo patrón estructural corresponde a fracturas con una marcada orientación NW-SE y echados variables tanto al NE como al SW. Mineralógicamente están constituidas por oro libre, argentita, platas rojas, electrum, tetraedrita, calcopirita y piritas asociadas a --





PROVINCIA METALOGENETICA NACIONAL DE Au-Ag Y SU RELACION CON LA FRANJA AURIFERA-ARGENTIFERA DEL ESTADO DE SINALOA

YACIMIENTOS SEÑALADOS:

- 1- Lampazos, Son.
- 2- Conchello, Chih.
- 3- Batopilas, Chih.
- 4- Guadalupe y Colvo, Chih.
- 5- Tayoltita, Dgo.
- 6- Lluvia de Oro, Dgo.
- 7- Santiago Ixcuintla, Nay.
- 8- Compostela, Nay.
- 9- Talpa de Allende, Jal.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
FIGURA 5.IB	
Ismael Gutiérrez Moreno.	JULIO-1986

grandes cantidades de cuarzo y en menor proporción sericita. Las rocas encajonantes de estos depósitos son en su mayoría las partes superiores de las andesitas pertenecientes al Complejo Volcánico Inferior, presentando diversos grados de silicificación, cloritización y propilitización principalmente.

Como ejemplos característicos de estas vetas se tienen a los distritos de San José de Gracia al Norte del Estado y los de Pánuco y Copala en la porción Sur, además de muchas otras localidades como Mineral de Zamora, Aquincuari y Veinte Onzas. Muy cercanos al Estado de Sinaloa --- existen dos yacimientos muy importantes que son los de Guadalupe y Calvo en el Estado de Chihuahua y el de Tayoltita en el Estado de Durango, --- siendo este último el yacimiento aurífero más rico de México.

El hecho de que se le haya llamado franja metálica a la distribución de tales yacimientos estriba en que comprende una gran cantidad de localidades que aunque en su mayoría son depósitos pequeños, se observa que el marco geológico y las características metalogenéticas que los definen son muy constantes. Amado esto a los estudios realizados por Clark et al. (op. cit.) en los cuales ubican a la franja metalogenética de oro y plata en la porción noroccidental de México, la franja del Estado de Sinaloa correspondería a una gran parte de la porción central de dicha provincia metalogenética.

Por lo que respecta a la época de emplazamiento de las vetas aurífero-argentíferas, se postula en el presente trabajo una edad comprendida del Eoceno tardío al Oligoceno, la cual estuvo marcada por una intensa actividad hidrotermal originada por la acción calorífica de cámaras magmáticas, todo esto dentro de un marco tectónico de convergencia de una placa oceánica con un borde continental, dando lugar a la migración de un arco magmático continental.

Conforme al modelo de migración del arco magmático continental -- del norte de México propuesto por Clark et al. (op.cit.), la generación de estos yacimientos correspondería a una de las etapas más tardías de mineralización, relacionándola con el retroceso hacia el oriente de di--

cho arco.

Las características geológicas y metalogenéticas así como la descripción de yacimientos tipo de esta franja serán descritos con más detalle en el capítulo 6.

## 5.2.- Zona Polimetálica.

Con el nombre de zona polimetálica se define al conjunto de yacimientos que contienen la asociación mineralógica Pb,Zn,Cu,Ag y Au, los cuales comprenden una área extensa dividida en cinco porciones, siendo las de mayores dimensiones aquellas dos situadas en la porción central del Estado entre las localidades de Tamcapa y Cosalá (Figura 5.2A). En conjunto representan aproximadamente el 23% del total de yacimientos analizados y fisiográficamente se localizan en las mismas subprovincias que contienen a la franja aurífero-argentífera.

En base a su predominancia mineralógica, la zona polimetálica se subdivide a su vez en dos grupos característicos, el de plata dominante (AgPbZn(AuCu)) y el de plomo dominante (PbZnAg(AuCu)), los cuales en forma global están caracterizados por yacimientos en vetas hidrotermales y yacimientos metasomáticos de contacto.

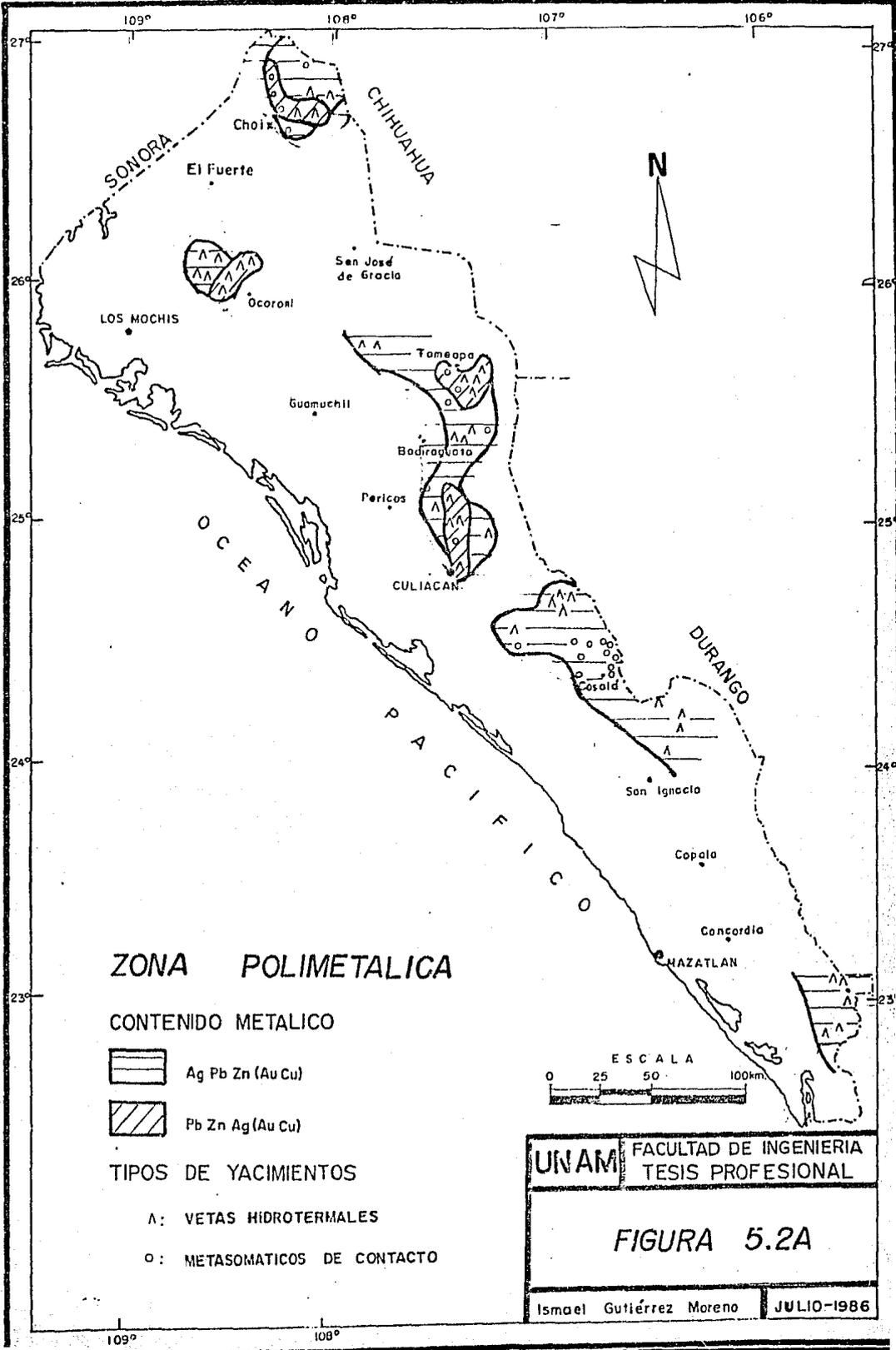
Los yacimientos hidrotermales se encuentran emplazados en corrientes porfiríticas y tobas de composición latítica y andesítica pertenecientes al Complejo Volcánico Inferior y dentro de algunos plutones del Complejo Batolítico de Sinaloa. La mineralización está expuesta en una serie de vetas de fisura de poco espesor en las cuales se refleja una tendencia de orientación con rumbo NW-SE y echados muy variables. La asociación mineralógica comprende argentita, galena, esfalerita y calcopirita principalmente, acompañadas de cuarzo el cual se haya en menor proporción que en las vetas de oro y plata descritas en el inciso anterior. Por lo que respecta a los tipos de alteración hidrotermal que exhiben las rocas encajonantes de estos yacimientos son propilitización y silicifica

ción principalmente. Como ejemplos característicos de vetas polimetálicas se tienen al Distrito de Ocoroni en la región de Sinaloa de Leyva al norte del Estado y la zona minera de Plomosas localizada en el sureste del mismo.

La edad de emplazamiento de las vetas polimetálicas coincide con la de los depósitos de oro y plata (Eoceno tardío-Mioceno), generadas por factores y características geológicas y metalogenéticas muy similares, exhibiendo un traslape solamente de tipo geográfico, ya que se localizan a niveles estratigráficos más bajos que las vetas de oro y plata y es muy común observar en muchos yacimientos aurífero-argentíferos un incremento a profundidad en el contenido de metales base existiendo un intervalo transicional o mixto donde coexisten los dos tipos de mineralización.

Los yacimientos de tipo metasomático de contacto polimetálicos tienen una distribución más restringida dentro del Estado y corresponden a tres regiones que presentan rocas sedimentarias de tipo calcáreo de edad cretácica, afectadas por la intrusión de cuerpos granodioríticos y cuarzomonzoníticos pertenecientes al Complejo Batolítico de Sinaloa. Dichas regiones son; el área de Choix al norte del Estado con minas importantes como la Reforma, la región de Tameapa en la parte centro oriental y la región de Cosalá donde destaca la mina Nuestra Señora. La mayoría de estos yacimientos exhiben la asociación  $CuPbZnAg$  en proporciones variables y están relacionadas a troncos que contienen cuarzo libre variando en composición de cuarzodiorita a granito. Su período de generación corresponde del Paleoceno al Eoceno (Clark et al., 1982) y se localizan estratigráficamente en un nivel más bajo que las vetas polimetálicas.

En conjunto, la zona polimetálica no se le puede considerar como representante de una franja metalogenética debido a que los yacimientos que la constituyen no son tan numerosos, grandes y productivos como los de Naica, Chih., Real de Angeles, Zac. y Taxco, Gro. que se localizan dentro de la Provincia Metalogenética de metales base de México propuesta -



### ZONA POLIMETALICA

#### CONTENIDO METALICO

-  Ag Pb Zn (Au Cu)
-  Pb Zn Ag (Au Cu)

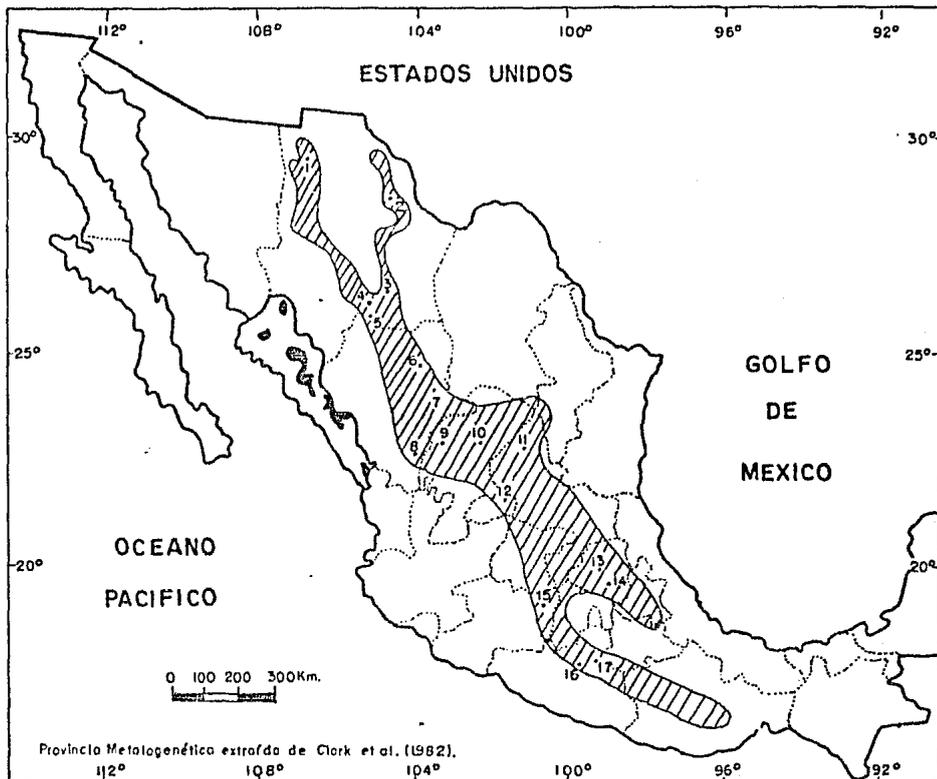
#### TIPOS DE YACIMIENTOS

- △: VETAS HIDROTERMALES
- : METASOMATICOS DE CONTACTO

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL

## FIGURA 5.2A

Ismael Gutiérrez Moreno JULIO-1986



PROVINCIA METALOGENETICA NACIONAL DE METALES BASE  
 COMPARADA CON LA ZONA POLIMETALICA DEL ESTADO DE SINALOA

YACIMIENTOS SEÑALADOS:

- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1.-San Pedro Corralitos, Chih. | 10.-Fresnillo, Zac.       |
| 2.-Plomosos, Chih.             | 11.-Chorcos, S.L.R.       |
| 3.-Parral, Chih.               | 12.-Real de Angeles, Zac. |
| 4.-Nolca, Chih.                | 13.-Zimapan, Hgo.         |
| 5.-Santa Bárbara, Chih.        | 14.-Pachuca, Hgo.         |
| 6.-Ojuela, Dgo.                | 15.-Angangucón, Mich.     |
| 7.-Velardeña, Dgo.             | 16.-Campo Morado, Gro.    |
| 8.-Chichihuites, Dgo.          | 17.-Taxco, Gro.           |
| 9.-Sombretete, Zac.            |                           |

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL

FIGURA 5.2B

Ismael Gutiérrez Moreno. JULIO-1986

por Clark et al. (op. cit.), la cual se extiende por toda la parte central del país desde el norte del Estado de Chihuahua hasta el Estado de Oaxaca (Figura 5.2B).

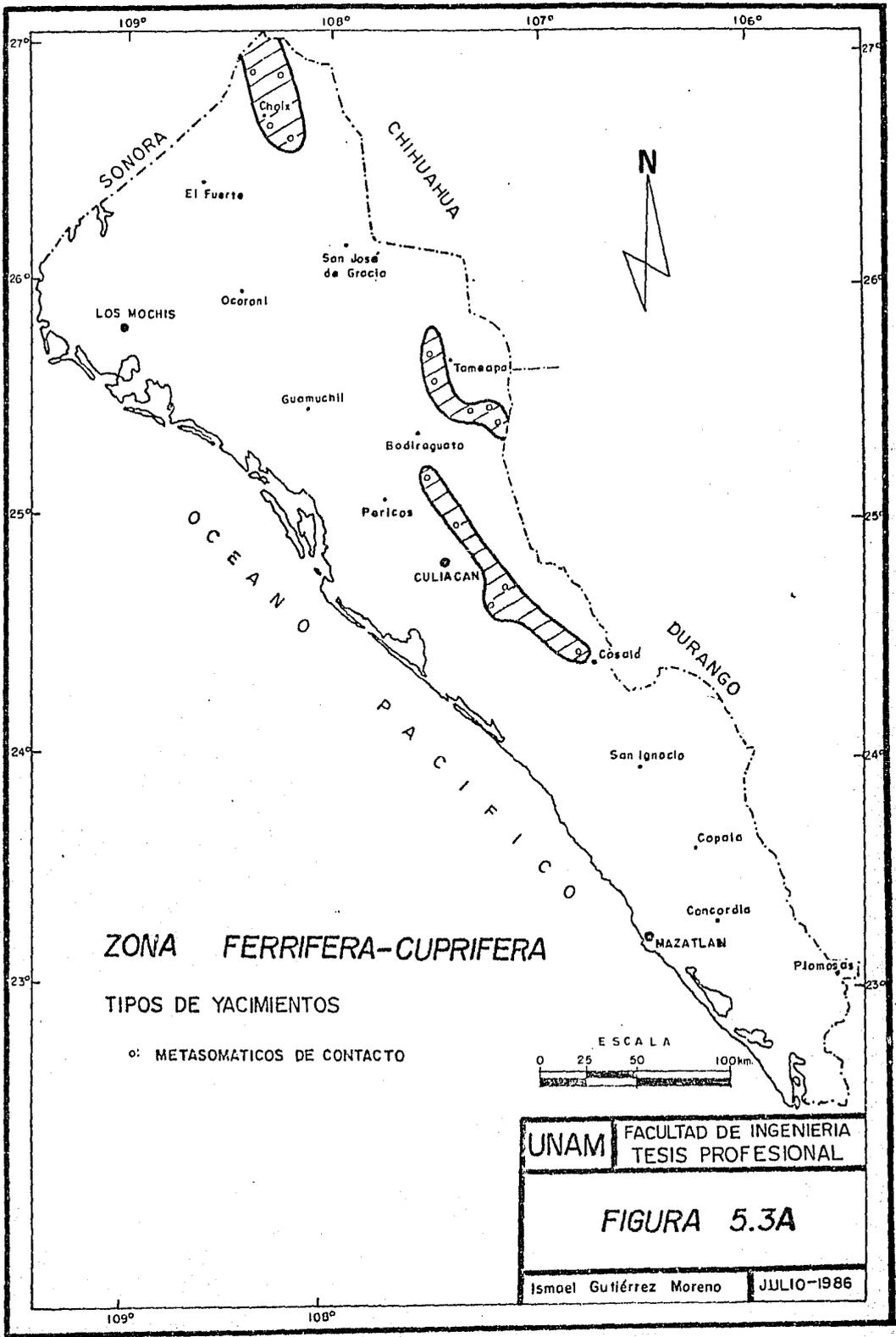
Como dato importante se observa que la porción Norte del Estado de Sinaloa a partir del Paralelo  $24^{\circ}30'$ , exhibe un incremento en el contenido de plomo en sus yacimientos polimetálicos, el cual es debido a la posible presencia de un basamento precámbrico el cual pudo contribuir lo calmente con cantidades considerables de dicho elemento metálico.

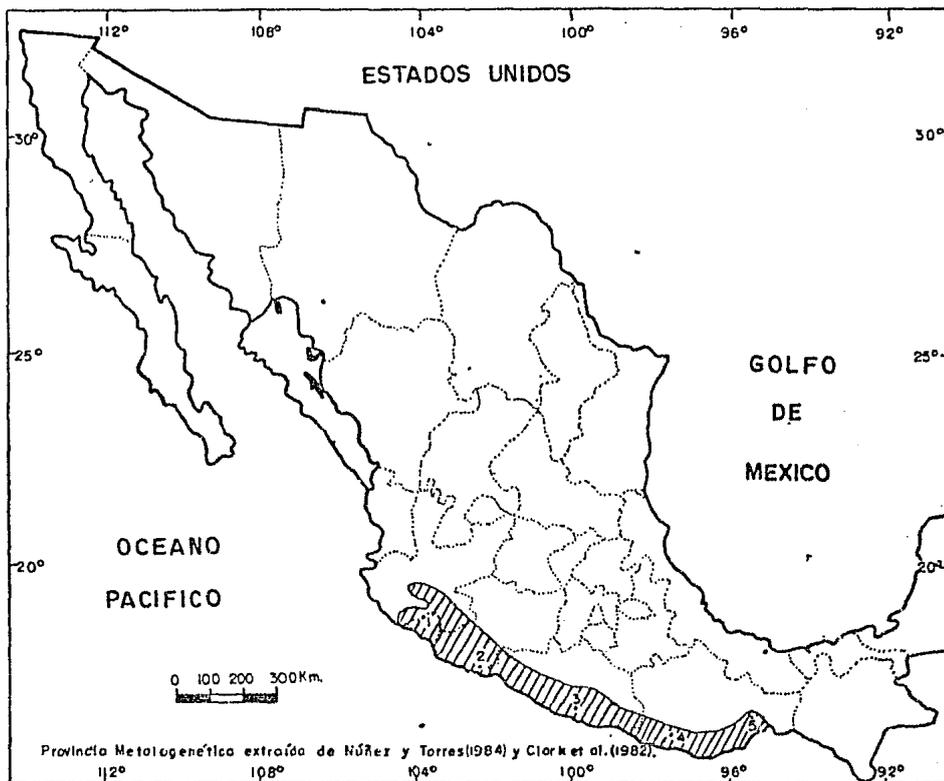
### 5.3.- Zona Cuprífero-Ferrífera.

Dentro de la zona de estudio los yacimientos que contienen la asociación CuFe son muy escasos y al analizarlos en conjunto se establece que llegan conformar tres pequeñas zonas aisladas, localizadas en las porciones central y norte del Estado (Figura 5.3A) y más concretamente en aquellas regiones en las que existen afloramientos de calizas cretácicas afectadas por cuerpos intrusivos del Complejo Batolítico de Sinaloa, dando lugar a la formación de yacimientos de cobre y fierro tipo metasomáticos de contacto. Son yacimientos de bajo tonelaje constituidos de magnetita, hematita y sulfuros de cobre desarrollados en forma de dique, bolsadas, mantos y cuerpos irregulares acompañados ocasionalmente de cuarzo y wollastonita. Se encuentran encajonados en calizas recristalizadas y metamorfozadas a skarns de granate y epidota principalmente.

El yacimiento más importante es el de El Cerro de Mazomique, ubicado al oriente de Choix al norte del Estado y existen otras localidades de menor importancia como son los Vasitos y La Lechuguilla en la región de Culiacán.

Al igual que la zona polimetálica, no se le considera como franja metalogenética debido a que la componen un reducido número de yacimientos de muy bajo tonelaje, ubicándose lejos de la supuesta franja metalo-





PROVINCIA METALOGENETICA NACIONAL DE Cu-Fe COMPARADA  
CON LA ZONA FERRIFERA-CUPRIFERA DEL ESTADO DE SINALOA

YACIMIENTOS SEÑALADOS:

- 1- Peña Colorada, Col.
- 2- Los Truchas, Mich.
- 3- Los Papas, Gro.
- 4- Zaniza, Oax.
- 5- La Ventosa, Oax.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 5.3B

Ismael Gutiérrez Moreno. JULIO-1986

genética del fierro propuesta por Clark et al. (1982) y Núñez y Rodríguez (1984), que se distribuye en forma paralela a la costa del Pacífico a través de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, en donde se tienen yacimientos importantes como los de Las Truchas, Mich. y Peña Colorada, Jal. (Figura 5.3B).

Las características genéticas de los yacimientos de CuFe del Estado de Sinaloa están estrechamente relacionadas a los de los pórfidos de cobre, generadas debido a la migración del arco magmático que afectó al noroccidente de México, infiriéndose una edad tentativa que es contemporánea a la actividad intrusiva del Complejo Batolítico de Sinaloa y que comprende del Cretácico Superior al Eoceno Medio.

#### 5.4.- Zona Cuprífera.

Para terminar con la distribución de zonas metálicas en el Estado de Sinaloa queda por mencionar la correspondiente a la agrupación de depósitos minerales cuyo contenido es el cobre predominantemente.

La zona cuprífera presenta una distribución muy irregular constituida por tres regiones localizadas en las porciones Norte y centro del Estado (Figura 5.4A). Los tipos de yacimientos que caracterizan a esta zona metálica son pórfidos de cobre, metasomáticos de contacto y vetas hidrotermales.

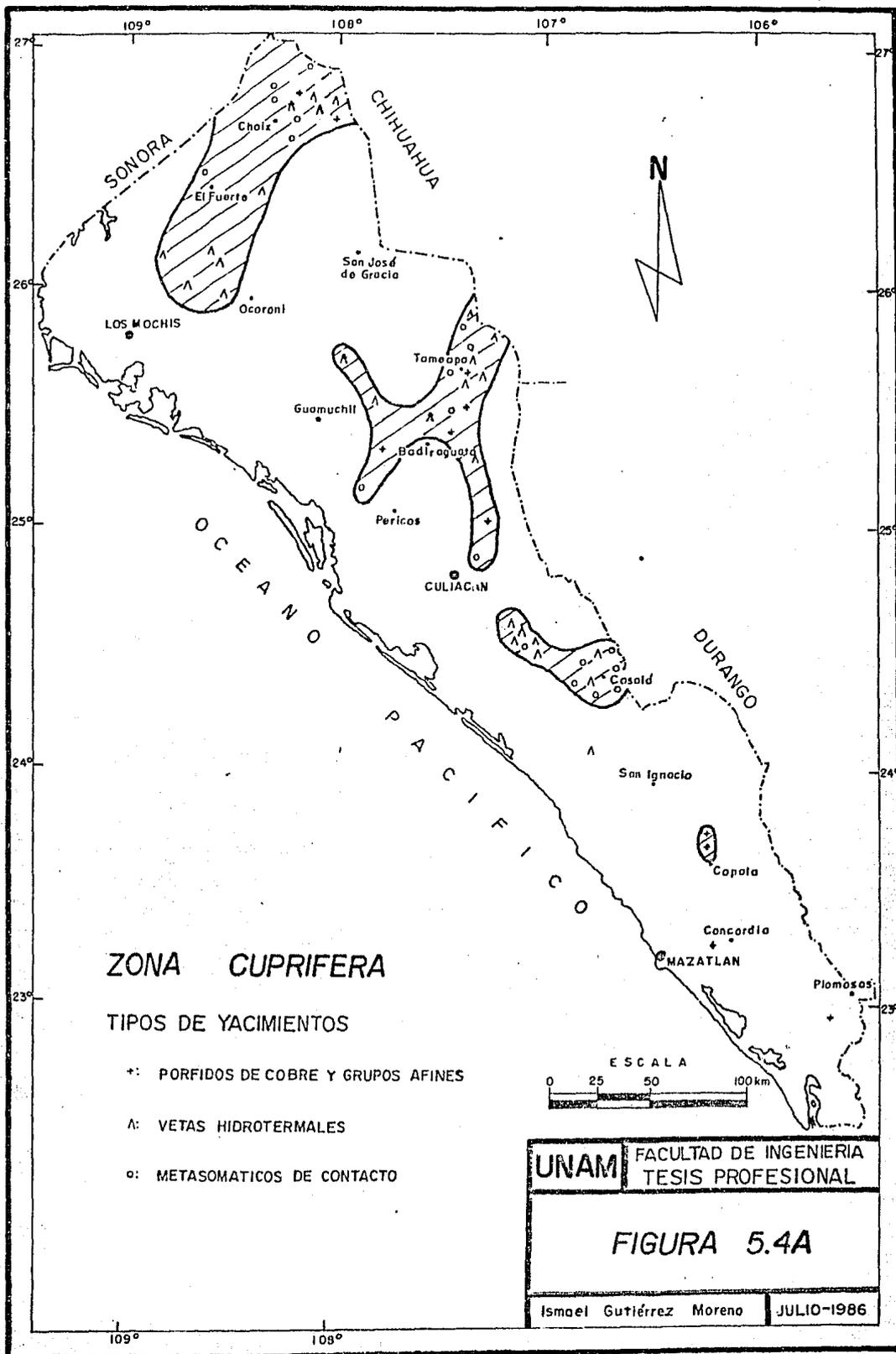
Como primer tipo se define a los pórfidos de cobre y sus yacimientos afines como son stocks, filones, stockworks y brechas hidrotermales, los cuales se hayan muy pobremente distribuidos encajonándose en rocas graníticas del Complejo Batolítico de Sinaloa y teniendo como asociación general diversas cantidades de cobre, molibdeno y wolframio con pequeñas proporciones de oro. Estos yacimientos son característicos de las zonas de alta temperatura de un arco magmático continental, emplazado durante un fenómeno de subducción dando origen a hidrotermalismo asociado a estratovolcanes (Sillitoe, 1976). El marco geológico que le corresponde es

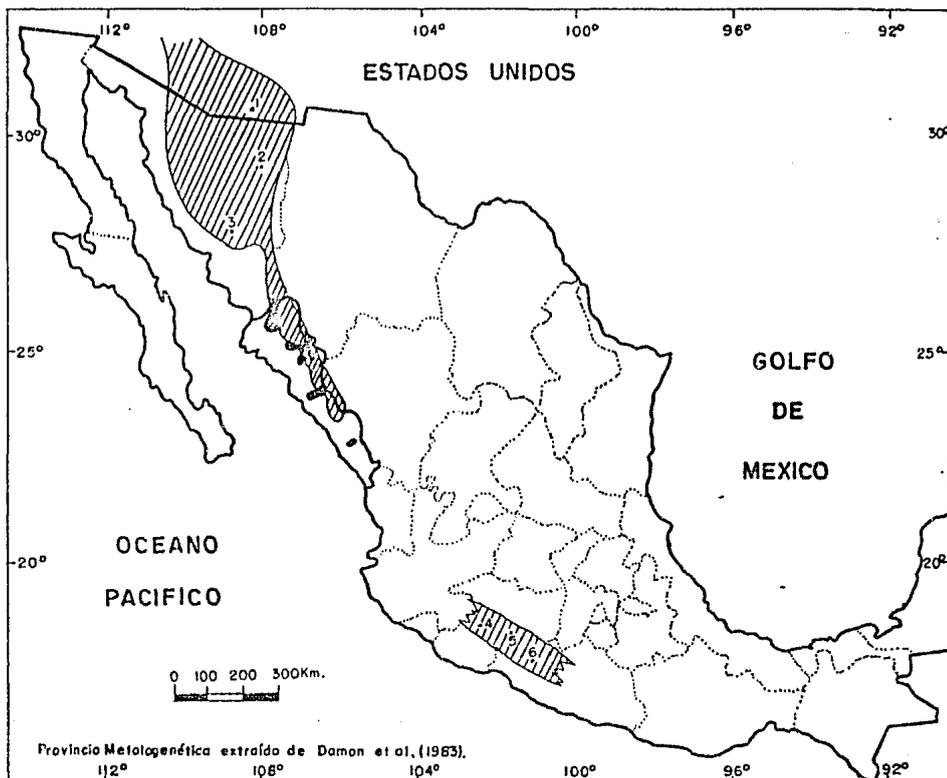
tá representado por la intrusión de cuerpos subvolcánicos granodioríticos y cuarzomonzoníticos que afectaron al actual Estado de Sinaloa en un período comprendido entre 102 y 45 m.a. según dataciones realizadas por Henry (1975) y Damon et al. (1983). Como ejemplos se tienen a las localidades de Tameapa en la parte central norte del Estado dentro del Municipio de Badiraguato, en donde una granodiorita fué intrusionada, alterada y mineralizada por una cuarzomonzonita de 53 m.a. de edad (Bustamante, 1978), exhibiendo mineralización de cobre y molibdeno en forma diseminada.

Estudios realizados por Damon et al. (1983), definen la distribución de la provincia metalogenética del Cobre (Figura 5.4B), localizada desde la frontera SW de Estados Unidos atravezando a los Estados de Sonora, Chihuahua, Michoacán y Guerrero, incluyendo al Estado de Sinaloa pero en el cual se observan muy pocos depósitos, infiriéndose que a pesar de que existe el marco geológico propicio para la mineralización, gran parte del complejo batolítico se haya aflorando por lo que se supone que un considerable número de yacimientos han sido erosionados.

El segundo tipo de yacimientos dentro de la zona cuprífera corresponde a los metasomáticos de contacto con cobre dominante, cuya generación tuvo lugar por el emplazamiento de intrusivos granodioríticos de edad laramídica afectando a calizas del Cretácico Inferior. Las asociaciones mineralógicas son metales base con cobre dominante como en la mina de La Selva Rica, donde existe un reemplazamiento de determinados horizontes de skarn con mineralización de cobre y plata con menores cantidades de plomo y zinc (Bustamante, 1978).

El tercer y último tipo de yacimientos que corresponden a la zona cuprífera es aquél que constituyen las vetas hidrotermales emplazadas en las andesitas del Complejo Volcánico Inferior, presentando una asociación  $Cu(AuAgPbZn)$ . En algunas de ellas se registran buenas leyes de plomo y zinc, por lo que se les puede considerar como representativas de la zona polimetálica descrita en el inciso 5.2.





PROVINCIA METALOGENETICA NACIONAL DEL COBRE Y SU RELACION CON LA ZONA CUPRIFERA DEL ESTADO DE SINALOA.

YACIMIENTOS SEÑALADOS:

- 1- Bisbee, Az., E.U.
- 2- La Caridad, Son.
- 3- Suaqui La Verde, Son.
- 4- La Verde, Mich.
- 5- Inguarán, Mich.
- 6- Los Salinas, Gro.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 5.4B

Ismael Gutiérrez Moreno. JULIO-1986

## 6.- CONSIDERACIONES METALOGENETICAS PARA EXPLICAR LA DISTRIBUCION REGIONAL DE LOS YACIMIENTOS MINERALES.

El análisis de las tendencias geográfica y cronológica de los yacimientos minerales del Estado de Sinaloa, atendiendo a sus características metalogenéticas revela la existencia de dos épocas de mineralización una del Cretácico Superior al Eoceno Medio y la otra del Eoceno tardío - al Oligoceno.

Dichas épocas de mineralización estuvieron controladas por un gran fenómeno geológico caracterizado por la convergencia entre la Placa Farallón y un borde continental (Placa Norteamericana), dando como resultado la generación y migración de un arco magmático iniciado hace aproximadamente 140 m.a. en lo que actualmente constituye la costa Oeste de Baja California, avanzando dentro del continente hasta una distancia de 1000 Km y se caracterizó por un régimen vulcanoplutónico de composición calcoalcalina, convirtiéndose a calcoalcalina y alcalina en sus límites orientales. Hacia el Eoceno tardío (40 m.a.), el arco magmático empieza su retroceso hacia el Oeste cambiando su manifestación ígnea a un régimen casi enteramente volcánico de composición calcoalcalina, llegando a la costa del Pacífico hace aproximadamente 18 m.a. (Mioceno temprano).

La migración del arco magmático trajo consigo la generación de una gran cantidad de yacimientos minerales distribuidos en forma paralela al frente o avance de dicho arco, manifestándose en forma de franjas o provincias metalogenéticas bien definidas en todo el Norte del país. Esto pues, sugiere que el mecanismo de concentración de un metal en particular está controlado en gran parte por procesos relacionados a la generación de los magmas en zonas de subducción.

La manifestación del arco magmático continental dentro del Estado de Sinaloa está representado por dos regimenes ígneos distintivos: el primero que corresponde a las fases tempranas del avance hacia el Este - caracterizado por plutones granodioríticos del Complejo Batolítico de --

Sinaloa asociados a un vulcanismo andesítico y que comprende un período aproximado de 102 a 45 m.a., el segundo régimen corresponde al retroceso tardío del arco hacia el Oeste representado por el espectacular vulcanismo ignimbrítico acompañado de cierta actividad plutónica constituyendo el casquete o cima de la Sierra Madre Occidental generados según datos de Mc Dowell y Clabaugh (1979) durante un período comprendido entre 34 y 23 m.a.

De los episodios ígneos mencionados anteriormente se tiene como consecuencia la generación de tres tipos principales de mineralización, los cuales son:

- 1.- Pórfidos de cobre y yacimientos afines, cuya edad de emplazamiento comprende del Cretácico Superior al Eoceno Medio.
- 2.- Yacimientos tipo Skarn de  $\text{CuFe}$  y de metales base, emplazados contemporáneamente a los pórfidos de cobre.
- 3.- Vetas hidrotermales de Au y Ag y de metales base, generados entre el Eoceno tardío y el Oligoceno.

De acuerdo a lo anterior, los yacimientos de pórfidos cupríferos y los skarn fueron generados durante el avance del arco hacia el Este, mientras que las vetas hidrotermales fueron emplazadas durante el retroceso de dicho arco hacia el Oeste. La mayoría de los yacimientos estudiados se encuentran aflorando en una serie de bloques afallados con rumbo NE-SW provocados por una actividad tectónica de fallas normales que afectaron a toda la Sierra Madre Occidental a partir del Mioceno Medio como respuesta a la apertura del paleogolfo de Baja California.

En base a lo analizado en el capítulo 5, la distribución de los elementos metálicos dentro del Estado de Sinaloa está predominantemente representada por la franja aurífero-argentífera y que a su vez se encuentra traslapada con las otras tres zonas metálicas restantes. Este traslape puede ser justificado si consideramos las siguientes características:

- En el subdominio cuprífero, se considera para los pórfidos de cobre y los yacimientos de tipo skarn, una coexistencia espacial y temporal.

- El traslape entre los pórfidos cupríferos y los skarn con las vetas hidrotermales es sólo espacial ya que los dos primeros ya cimientos se generaron en el avance del arco hacia el Este, --- mientras que las vetas hidrotermales ocurren durante el retroce so hacia el Oeste.

A continuación se describen por separado cada uno de los tres ti pos de yacimiento.

### 6.1.- Pórfidos de Cobre.

Los yacimientos tipo pórfidos de cobre son el producto de grandes sistemas hidrotermales relacionados a rocas ígneas intrusivas y resul-- tan debido al emplazamiento de cuerpos intrusivos porfídicos a profundi-- dades someras con su enfrentamiento subsecuente. Durante su evolución di cho fenómeno genera un fracturamiento característico tanto en el plutón\_ como en la roca que lo encajona facilitando así la circulación de aguas\_ y fluidos provenientes de distintas fuentes (Titley y Beane, 1981). Este tipo de yacimientos dentro de la República Mexicana constituyen un exten\_ so cinturón de aproximadamente 100 km de ancho distribuido desde el Esta\_ do de Guerrero hasta el noroeste de Arizona en E.U., pero en el Estado - de Sinaloa son muy escasos.

Desde el punto de vista geocronológico los pórfidos de cobre fue- ron tal vez los primeros yacimientos que se generaron en la zona de estu\_ dio, teniendo como dato base los trabajos radiométricos realizados por - Damon et al. (1983) en la localidad de Bacamacari en la porción Norte -- del Estado donde existe mineralización de Cu y W emplazadas en un dique\_ granodiorítico que a su vez intrusión a una granodiorita foliada, asig- nándole a dicha mineralización una edad de 78 m.a. Por lo que respecta - al yacimiento más joven, dichos autores obtuvieron datos radiométricos - de la mina Las Higueras, localizada al noreste de Culiacán, donde una -- granodiorita contiene mineralización de Cu y Mo en forma diseminada y su

época de emplazamiento corresponde al Eoceno medio (49 m.a.). Con esto y aunado al análisis de otros ocho yacimientos se deduce que los pórfidos de cobre en Sinaloa se desarrollaron en forma continua dentro de un período de 29 m.a. que comprende del Campaniano al Eoceno Medio.

Debido a que la cantidad de pórfidos cupríferos en esta región es muy reducida, tales yacimientos no son representativos de la franja cuprífera propuesta por Damon et al. (1983), la cual atravieza al Estado de Sinaloa. En base a los datos disponibles se tratará de dar una explicación de tan marcada ausencia de estos depósitos.

El marco geológico y tectónico de los pórfidos de cobre está representado por la acción de intrusivos granodioríticos y cuarzomonzoníticos emplazados en ambientes subvolcánicos como producto de la generación de un arco magnético continental originado a través de un fenómeno de subducción en toda la margen del Pacífico. En el Estado de Sinaloa existen aflorando grandes extensiones de este tipo de rocas pertenecientes al Complejo Batolítico de Sinaloa y de acuerdo a la historia tectónica de la zona, corresponden a un arco magnético continental que aparentemente contiene características muy propicias para la generación de pórfidos de cobre. Pero tomando en consideración los modelos de Sillitoe (1978), Branch (1976) y Damon et al. (1983), en los que sugieren que estos yacimientos se generan en stocks porfiríticos que constituyen las raíces de estratovolcanes y muy apoyado dichos modelos por Titley y Beane (op.cit) al considerar que los cuerpos intrusivos que contienen cobre porfídico son generalmente de poco tamaño (0.5-2 km) y emplazados a profundidades someras se restringen mas las condiciones de formación de estos yacimientos en las rocas de la zona de estudio.

Analizando los trabajos realizados por Henry (1975) se observa que el Complejo Batolítico de Sinaloa comprende tres tipos de litologías de grandes extensiones a los que nombró: Recodo, Candelero y San Ignacio. Las rocas tipo Recodo corresponden a un reducido número de plutones muy erosionados que afloran en la región de Mazatlán. Exhiben una textura netamente equigranular lo cual implica un ambiente de emplazamiento muy

profundo y de acuerdo a los modelos de Sillitoe (op. cit.) y Branch (op. cit.), estas rocas corresponderían a las partes más profundas del Complejo y consecuentemente la mineralización de cobre se encontraría en niveles de rocas mucho más someras.

Las rocas tipo Candelero y tipo San Ignacio representan casi la totalidad del complejo batolítico. Exhiben características composicionales, mineralógicas y petrográficas favorables para la mineralización de cobre pero dimensional y estructuralmente no favorecen a la mineralización ya que las zonas favorables se restringen a pequeñas intrusiones (stocks y diques) aisladas y encajonadas en las andesitas del Complejo Volcánico Inferior y aun dentro de rocas plutónicas del mismo batolito, exhibiendo un alto grado de fracturamiento y alteración que afecta también a la roca que las encajona. El patrón estructural que siguen estos yacimientos tienen una orientación preferencial NW-SE provocado por el gran afallamiento distensivo postmineralización ocurrido a partir del Mioceno Medio el cual produjo numerosos horst y hace que los yacimientos afloren en forma de cerros limitados por fallas normales como son los casos de los depósitos de Los Chicharrones en la porción centro-norte del Estado y el Guayabo localizado en el extremo sur del mismo.

Con lo anterior se concluye que gran parte de los afloramientos del complejo batolítico carecen de mineralización, infiriéndose que un porcentaje considerable de dichas rocas han sido ya erosionadas y se estima la posibilidad altamente sobre la existencia de algunos yacimientos aún cubiertos tanto por las andesitas como por las riolitas de la Sierra Madre Occidental en zonas que no fueron afectadas por el afallamiento del Mioceno medio.

Tomando en cuenta la migración del arco magmático, los yacimientos de pórfidos cupríferos en el Estado de Sinaloa fueron generados en las primeras etapas del avance de dicho arco, siendo el límite de generación hace aproximadamente 49 m.a. y la aparente ausencia de mineralización después de esta época puede deberse al cambio composicional del magma o a la predominancia de erupción de emisiones de ceniza con una poste

rior subsidencia de calderas y según las teorías de Sillitoe (1980), la subsidencia de calderas inhibe la formación de pórfidos de cobre.

El origen del cobre contenido en los depósitos porfídicos ha sido muy discutido a través de los años y una de las hipótesis que existen en la actualidad es la propuesta por Damon et al. (1983), en las que consideran que la alta concentración de cobre está presente desde el magma madre de composición basáltica, el cual es modificado por diferenciación y asimilación dando lugar a magmas graníticos calcoalcalinos. Estos nuevos magmas migran hacia ambientes hipabisales o subvolcánicos formando las raíces de arcos volcánicos, de los cuales los estratovolcanes son su expresión superficial. Cada volcán forma un orificio a través del cual se equilibra la presión existente en la cámara magmática, dando lugar a la salida de volátiles. Finalmente las soluciones hidrotermales provenientes del batolito calcoalcalino transportan los metales hacia las raíces del volcán en donde son precipitados en forma de vetillas, ramaleos y diseminaciones. Como dato adicional cabe señalar la importancia que tiene la generación de fracturas en estos yacimientos que comprenden todas las escalas y se encuentran rellenas tanto de mineralización como de productos de alteración. Knapp y Norton (1981), consideran que las presiones del magma durante las etapas tempranas del enfriamiento seguidas por esfuerzos producidos por efecto térmico, son mecanismos importantes en el desarrollo de fracturas dentro del pórfido. Brunham (1979) y Whitney (1977) tomando en cuenta la historia de los volátiles durante el enfriamiento, proponen que el fracturamiento resulta de la cristalización de agua saturadas lo cual produce un aumento en las presiones requeridas para fracturar al cuerpo porfídico.

Uno de los depósitos que corresponde a los porfidos cupríferos y yacimientos afines y del cual se tienen mayores datos en el Estado de Sinaloa es el stockwork de molibdeno Los Chicharrones estudiado por Yañez (1979), Harper (1979) y Silva (1981), que a continuación se describe.

Stockwork de molibdeno Los Chicharrones.

Se localiza a 23 km hacia el oriente de la población de Badiragua

to en la porción centro-norte del Estado. Fisiográficamente está ubicado en la subprovincia de Sierras de Pie de Monte. Las rocas que afloran en el área consisten en orden cronológico de una secuencia volcánica o subvolcánica calcoalcalina de composición intermedia caracterizada por pórfidos de latita y andesita y diques andesíticos y dioríticos. Estas rocas forman un horst con un rumbo preferencial NW-SE y de acuerdo a sus relaciones estratigráficas Silva (1981) sugiere que pertenecen al Grupo Volcánico Inferior. Intrusionando a esta secuencia aparece un cuerpo cuarzomonzonítico de biotita muy relacionado con la mineralización. La edad de este intrusivo es de 56 m.a. según dataciones realizadas por Damon et al. (1979). Como último evento dentro del área se tiene a la brecha Los Chicharrones, relacionada con la fase intrusiva cuarzomonzonítica; esta roca está constituida por fragmentos de pizarra, pórfidos de latita-andesita y cuarzomonzonita.

El cuerpo mineralizado se encuentra encajonado en la porción central del horst que constituye el Cerro de los Chicharrones dentro de la cuarzomonzonita, exhibiendo una forma más o menos elíptica y abarca una extensión aproximada de 800 m<sup>2</sup>. A profundidad se comporta como un manto inyectado con un rumbo NW 60° y echado casi vertical. Los minerales de mayor importancia son molibdenita, pirrotita, arsenopirita, blenda, calcopirita, galena, boulangierita y pirita.

La molibdenita es el mineral hipogénico más importante, presentándose en tres diferentes formas: diseminada constituyendo cristales muy finos alojados en la cuarzomonzonita, en vetillas de cuarzo que contienen pirita con orientación NE 35° y en forma de pequeños hilillos que rellenan fracturas en rocas tanto andesíticas como cuarzomonzoníticas.

El patrón general de las alteraciones está representado por un zonamiento que difiere vertical y lateralmente, alcanzándose a diferenciar tres etapas múltiples de alteración y mineralización hidrotermal estrechamente relacionadas en espacio pero separadas y distintas en tiempo las cuales son: potásica, filítica y propilítica.

La alteración potásica es la más temprana y se divide a su vez en

tres zonas distribuidas del centro hacia afuera en zona silícica, zona feldespática y zona de biotita-uralita. Las dos primeras ocupan todo el cordón de la roca cuarzomonzonítica, mientras que la tercera afecta solamente al pórfido de latita-andesita en contacto con los cuarzomonzonita. La zona feldespática se identifica en términos de un metasomatismo producido por fluidos magmáticos que produjeron feldespatización mas feldespatización y silicificación en la cuarzomonzonita. La zona biotita-uralita está representada por una biotitización del pórfido de latita-andesita y de los diques andesíticos. La biotitización antecede a la mineralización de molibdeno debido a que las vetas más tempranas con molibdenita diseminada están rodeadas de una biotitización intensa. La zona silícica representa la etapa hidrotermal más importante desde el punto de vista económico. Se encuentra afectando a todos los tipos de roca siendo más característica en la parte central del cuerpo cuarzomonzonítico y su configuración geométrica coincide con la mineralización de molibdeno. Se reconoce por un reemplazamiento selectivo en la cuarzomonzonita caracterizada por un desarrollo intenso de vetas multidireccionales que enmascaran en gran parte la textura original de la roca. Dichas vetas generalmente presentan tres asociaciones mineralógicas, constituyendo vetas de cuarzo-molibdeno-feldespato-apatita y vetas compuestas de cuarzo-molibdenita-pirita.

La alteración filicita está caracterizada por un aumento de pirita y afecta principalmente a las fases intrusivas tardías y a la brecha. Las vetas que acompañan a esta alteración son de tipo relleno de fisuras con molibdenita y está representada globalmente por la asociación cuarzo-sericita-pirita.

La alteración propilitica se manifiesta traslapándose con tanto en superficie como en profundidad donde el fracturamiento es más evidente, emplazándose en vetas gruesas compuestas por calcita, clorita, arcilla, cuarzo y pirita, encajonadas dentro del pórfido de latita-andesita.

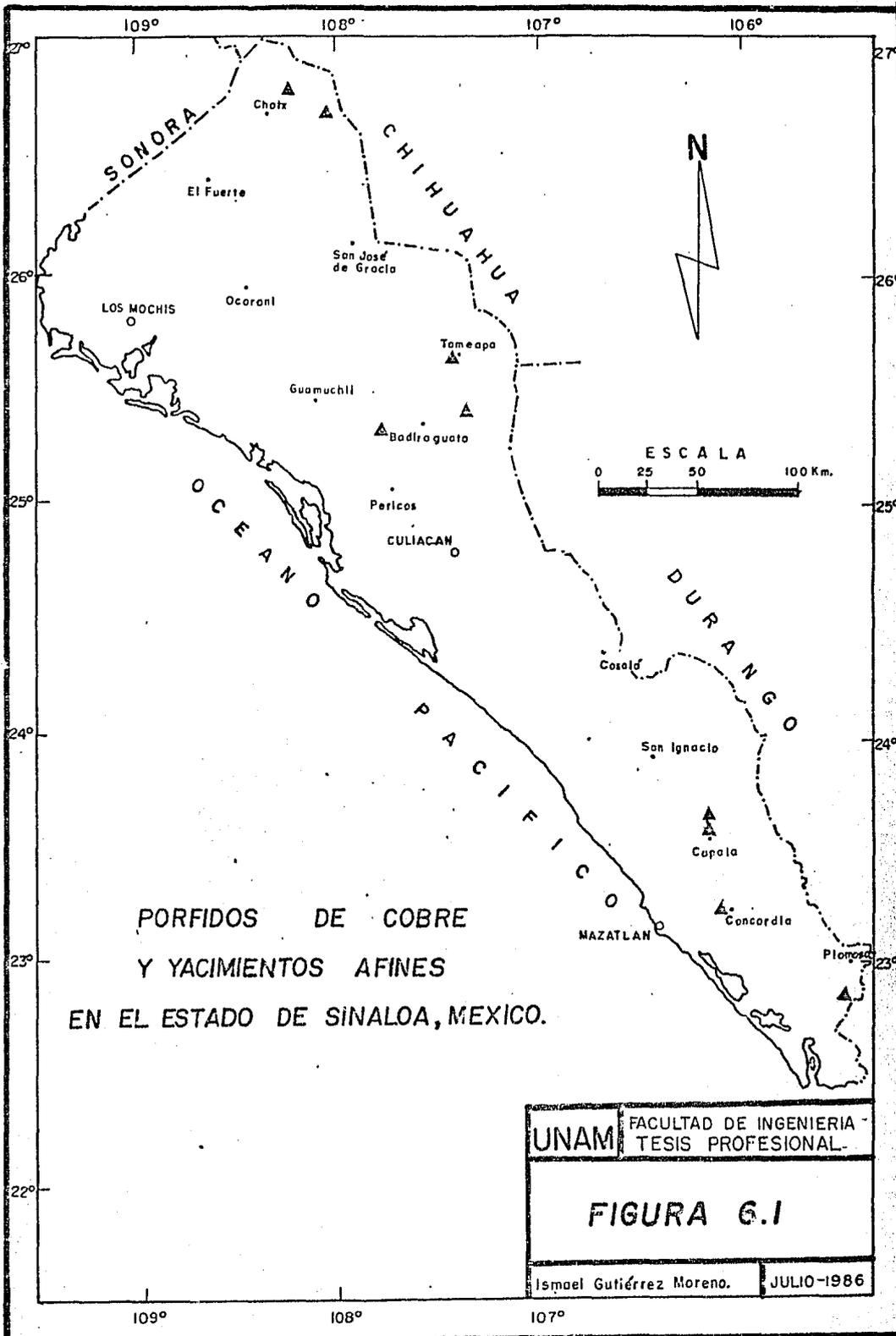
El mineral de mena (molibdenita) se presenta principalmente en la zona silícica con leyes promedio de 0.25%, asociada preferentemente y en

mayor cantidad en las vetas.

De acuerdo a los estudios realizados por Silva (op. cit.), la paragénesis del yacimiento está representada por tres etapas hidrotermales. La primera corresponde a la etapa magmática tardía-hidrotermal temprana donde se formaron vetillas e hilillos característicos de la zona feldespática en donde la molibdenita aparece asociada a cuarzo y feldespato potásico de grano fino. La segunda etapa es la más importante y está relacionada a la actividad hidrotermal temprana formándose las vetas con altos valores de molibdenita. La etapa más tardía corresponde a las vetas de relleno de fracturas localizadas en los contactos del intrusivo con las rocas volcánicas donde la molibdenita es escasa y son muy abundantes la pirita, esfalerita y minerales de antimonio.

La temperatura de formación del depósito de los Chicharrones de acuerdo con datos de oclusiones fluidas y las relaciones paragenéticas y composición mineral de las vetas se estima entre 330 y 450°C (Silva, 1981).

La historia de los eventos magmáticos e hidrotermales comienzan con el vulcanismo andesítico seguido por erupciones de fisuras de pórfidos de latita-andesita y diques andesíticos que junto con el afallamiento normal conformaron el horst que constituye al cerro de los Chicharrones. Posteriormente se tiene el emplazamiento de cuerpos ígneos hipabisales de composición ácida, de los cuales y en base a su textura se diferencian tres fases, siendo la cuarzomonzonítica el intrusivo principal y genéticamente está estrechamente relacionados a los procesos de mineralización y alteración. Al emplazarse la cuarzomonzonita se produce el enfriamiento con un fracturamiento subsecuente por el cual migran las soluciones hidrotermales provenientes del foco magmático y produce la mineralización de molibdeno.



PORFIDOS DE COBRE  
Y YACIMIENTOS AFINES  
EN EL ESTADO DE SINALOA, MEXICO.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 6.1

Ismael Gutiérrez Moreno. JULIO-1986

## 6.2.- Yacimientos metasomáticos de contacto.

Los skarn consisten de una mezcla de silicatos de Ca-Mg-Fe-Mn de grano grueso formado por reemplazamiento en rocas carbonatadas debido a la intrusión de cuerpos ígneos, los cuales implicaron intenso metamorfismo de contacto y metasomatismo. El proceso mayor resultante incluye recristalización metamórfica de rocas calcáreas impuras, reacción metasomática entre litologías distintas y metasomatismo infiltracional que envuelve a fluidos hidrotermales de origen magmático. La conjunción de todos estos procesos asociados a demás factores tectónicos que incluyen la migración de arcos magmáticos, cambios composicionales de los magmas y cambios en el estilo estructural de zonas de emplazamiento magmático, producen en forma global a todos los yacimientos de tipo skarn o metasomáticos de contacto.

En base a la asociación metálica de los yacimientos tipo skarn, en el Estado de Sinaloa existen dos clases que son los de CuFe y los de metales base, de los cuales desafortunadamente se tiene muy poca información.

Los skarn cuprífero-ferríferos se encuentran pobremente distribuidos y en forma aislada, localizados en las porciones centro y Norte del Estado (Figura 6.2). Se trata de yacimientos pequeños que contienen mineralización de Cu y Fe a los que Bustamante y Soberanes (1979) clasifican como skarn netamente ferríferos. Esta clasificación que hacen es demasiado discutida, debido a que el área del Estado de Sinaloa no contiene el marco metalogenético propicio para la generación de este tipo de yacimientos. Según estudios realizados por Einaudi et al. (1981), existen dos marcos tectónicos para la generación de tales depósitos de los cuales ninguno coincide con el Estado de Sinaloa. El primero corresponde a depósitos de magnetita en ambientes de arcos insulares en los que las secuencias vulcanosedimentarias son intrusionadas por gabros y dioritas y además del fierro se encuentran cantidades considerables de cobalto, níquel y oro. Como ejemplos de estos yacimientos se tienen algunas loca-

lidades de Japón, Filipinas, Rusia y Estados Unidos. El segundo marco tectónico en el que se generan skarn ferríferos es el correspondiente a cinturones orogénicos de tipo coordillerano en los que necesariamente la roca intrusionada es dolomía y el intrusivo es de composición ácida. Estos depósitos se encuentran distribuidos en algunas localidades de Estados Unidos y Rusia.

Para el caso de los arcos insulares, en el Estado de Sinaloa existió un ambiente de este tipo hacia el Jurásico medio-Cretácico Inferior (Arco de Sinaloa). Sin embargo Bustamante y Soberanes (op. cit.) señalan que la mayoría de los depósitos del Estado fueron generados por la acción intrusiva que ocurrió entre el Cretácico Superior y el Eoceno; esta suposición se encuentra apoyada por dataciones radiométricas realizadas a una cuarzomonzonita genéticamente ligada al yacimiento de El Cerro de Mazomique la cual le asignan una edad de 56 m.a., que confirma su emplazamiento en un ambiente de arco netamente continental.

El segundo caso es fácilmente descartado debido a que no se han reportado dolomías como roca encajonante o vecinas a dichos yacimientos.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se concluye que los skarn de CuFe en el Estado de Sinaloa son depósitos de muy bajo tonelaje, infiriéndose que se trata de skarn asociados a pórfidos de cobre y que se encuentran estrechamente ligados a stocks y diques granodioríticos y cuarzomonzoníticos de carácter hipabisal altamente fracturados y con grados variables de alteración potásica-silícica y sericitica. La mineralización asociada consiste en diseminaciones y vetas de óxidos de hierro y sulfuros de cobre y hierro. Su época de emplazamiento es considerada como contemporánea a los yacimientos de pórfidos de cobre de acuerdo a lo expuesto arriba.

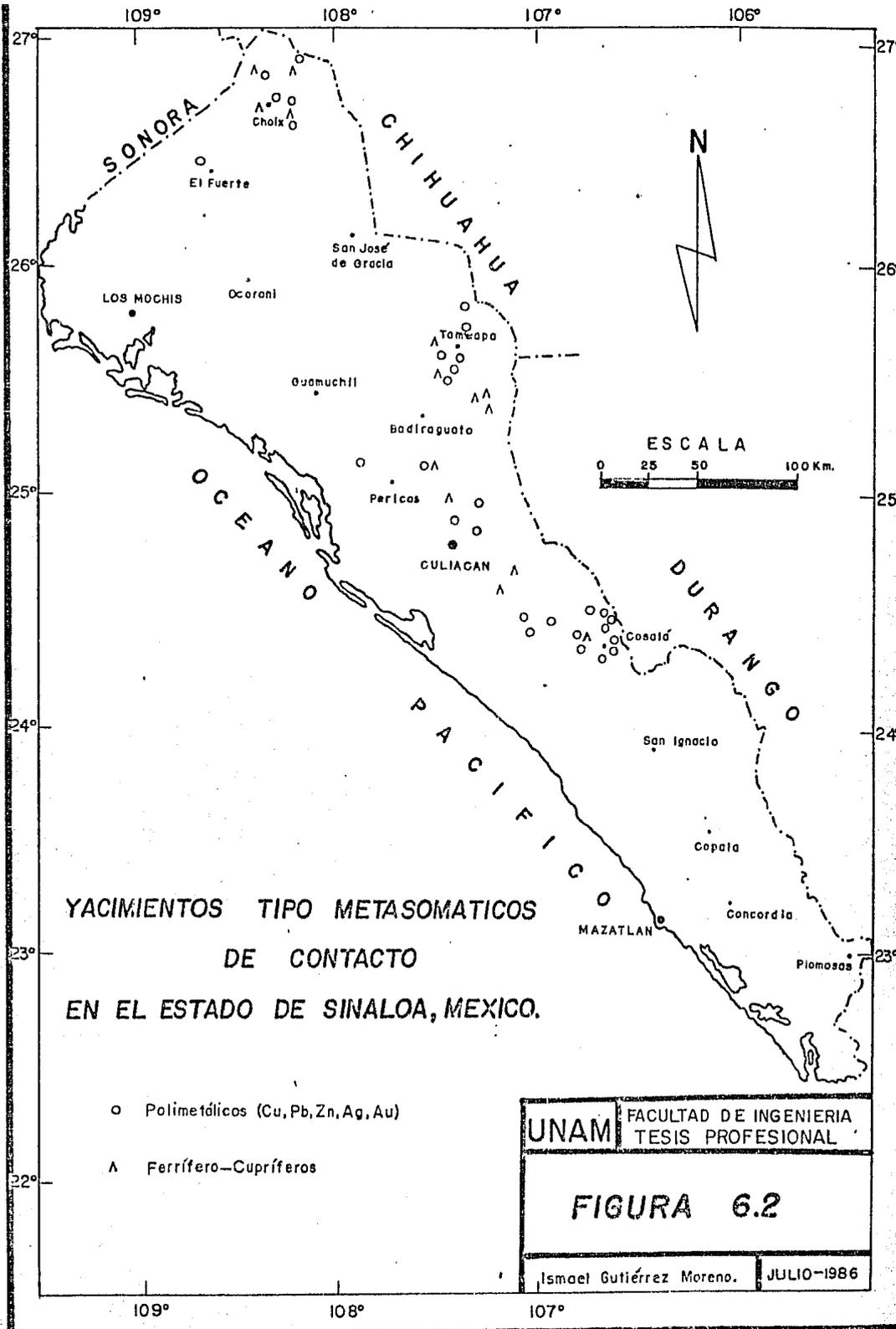
Por otro lado los skarn de metales base se encuentran más ampliamente distribuidos en el Estado de Sinaloa constituyendo tres importantes regiones que fueron descritas en el inciso 2 del capítulo 5. Desde el punto de vista tectónico este tipo de yacimientos son característicos de fajas orogénicas de margenes continentales, generados a partir del em

plazamientos de intrusivos granodioríticos a cuarzodioríticos de grano grueso emplazados en un ambiente relativamente profundo, localizados en niveles estratigráficos más antiguos que los pórfidos de cobre. El proceso generador estuvo controlado netamente por la actividad ígnea que dio lugar al Complejo Batolítico de Sinaloa pero estuvo restringido a cuerpos intrusivos relativamente profundos. Por lo que respecta al rango de edad no existe ningún dato radiométrico que nos lo indique, por lo que se infiere que es también contemporáneo a los pórfidos de cobre, o sea del Cretácico Superior al Eoceno Medio.

Estudios realizados y recopilados por Einaudi et al. (op. cit.), indican que el estilo evolutivo de los yacimientos tipo skarn o metasomáticos de contacto se puede establecer tomando como base a las asociaciones calco-silicato y óxido de hierro, a la variación del contenido metálico, al ambiente tectónico y a la asociación del magma. Teniendo en cuenta los factores anteriores su estilo evolutivo consiste en:

- 1.- Metamorfismo de contacto esencialmente isoquímico que acompaña al emplazamiento del magma.
- 2.- Formación del Skarns metasomáticos y depositación inicial de mena que acompaña a la cristalización del magma, el enfriamiento inicial del plutón y la evolución de un fluido mineralizante, y
- 3.- Alteración retrógrada y depositación continua que acompaña al enfriamiento final del sistema.

Estudios detallados de campo y petrográficos, combinados conclusiones fluidas y estudios de isótopos estables, dan las estimaciones de las condiciones P-T-X durante la evolución del skarn. Su formación inicial ocurre entre los 650 y 400 °C. El fluido metasomático se caracteriza por un bajo contenido de CO<sub>2</sub> y salinidades moderadas. La ebullición parece ser más característica de medios ambientes superficiales. La fuente de azufre se atribuye generalmente a fuentes magmáticas profundas y el origen del agua varía desde magmático, durante las primeras etapas, a magmático más meteórico en las etapas retrógradas de algunos yacimientos.



**YACIMIENTOS TIPO METASOMÁTICOS  
DE CONTACTO  
EN EL ESTADO DE SINALOA, MEXICO.**

- Polimetálicos (Cu, Pb, Zn, Ag, Au)
- ▲ Ferrífero-Cupríferos

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

**FIGURA 6.2**

Ismael Gutiérrez Moreno. JULIO-1986

### 6.3.- Vetas hidrotermales.

En el Estado de Sinaloa los yacimientos de vetas hidrotermales -- constituyen el mayor porcentaje de depósitos minerales y comprenden aproximadamente el 70% de los yacimientos estudiados en el presente trabajo. De acuerdo a la asociación mineralógica se tienen dos tipos: yacimientos de oro y plata y yacimientos de metales base, siendo los primeros los -- más económicamente importantes.

En el presente inciso se trata de ubicar en espacio y tiempo a -- los depósitos de vetas hidrotermales, teniendo como patrones generales a tres rasgos geológicos fundamentales que son: actividad magmática, posición estratigráfica y tectónica.

A partir del Cretácico Medio el actual Estado de Sinaloa estuvo -- caracterizado por una gran actividad magmática representada por dos etapas distintas: una temprana (102-45 m.a.) que corresponde a la migración hacia el oriente del arco magmático continental manifestada por rocas -- granodioríticas y andesíticas y otra tardía (34-23 m.a.) perteneciente -- al retroceso del arco hacia el oeste caracterizada en su mayoría por el -- potente espesor de rocas ignimbríticas del Grupo Volcánico Superior de -- la Sierra Madre Occidental. De acuerdo a esto se tienen tres tipos de ro -- cas de las cuales, las andesitas son las de mayor interés metalogénico.

Estas andesitas se pueden dividir en dos grupos desde el punto de -- vista estructural; la parte inferior caracterizada por rasgos de deforma -- ción, plegamiento e incipiente metamorfismo regional producto de la Oro -- genia Laramide a las que se les infiere una edad de Cretácico Medio-Supe -- rior; la parte superior la cual carece de deformación, plegamiento y me -- tamorfismo, representado por lo general distintos grados de alteración -- hidrotermal debido a que es en ellas donde se encajonan casi en su tota -- lidad las vetas mineralizadas. Su edad se infiere como tentativamente -- del Paleoceno al Eoceno Medio. Existen algunos plutones granodioríticos -- con vetas mineralizadas principalmente de metales base y se caracterizan -- por estar estrechamente ligadas a las andesitas no deformadas, o sea de --

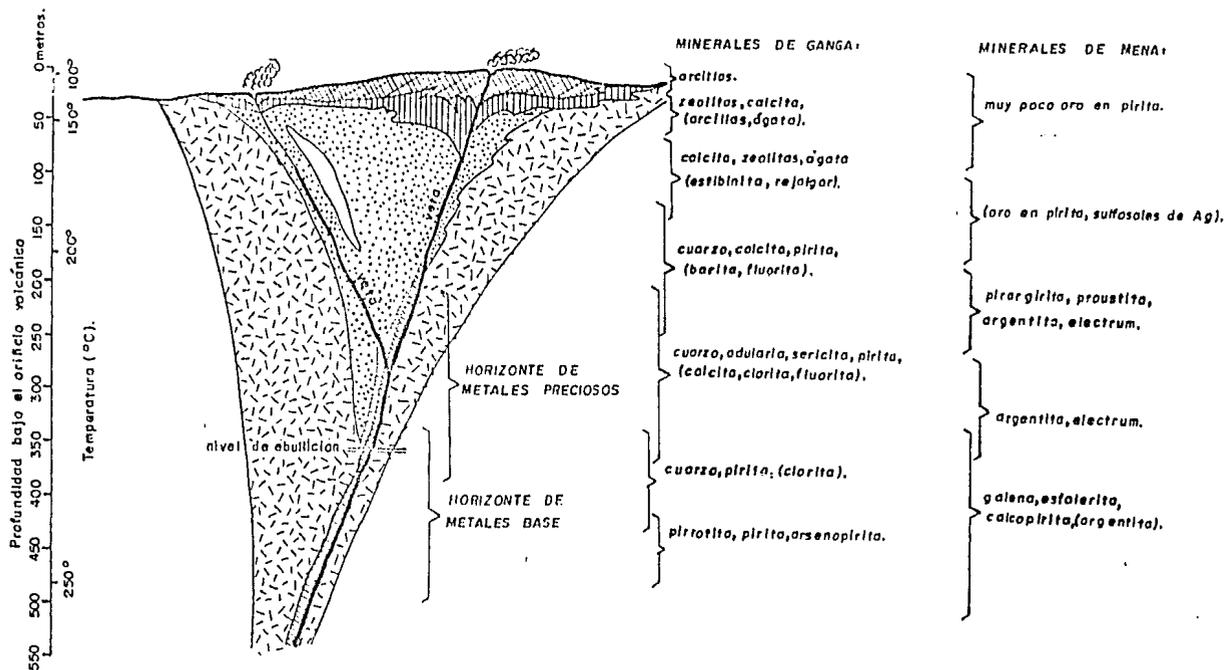
edad Terciaria. Por lo que respecta a las ignimbritas, éstas carecen totalmente de mineralización y solamente se han encontrado algunos cuerpos mineralizados en el contacto entre andesitas e ignimbritas pero nunca -- atravesando a estas últimas. De acuerdo a esto se tiene que las vetas hidrotermales se ubican estratigráficamente más arriba que los yacimientos de pórfidos cupríferos y de los depósitos metasomáticos de contacto y se encajonan en rocas del Paleoceno al Eoceno Medio. Con los datos anteriores y haciendo la observación de que rellenan sistemas de fracturamiento con orientación NW-SE posteriores a la solidificación de dichas rocas ígneas, se pueden discriminar parámetros e inferir que las vetas hidrotermales se empezaron a generar después del Eoceno Medio, época que marca la conclusión del vulcanismo andesítico. El único dato radiométrico que nos puede indicar los indicios de este tipo de mineralización es el que mencionan Smith et al. (1982) para el yacimiento aurífero de Tayoltita, Dgo., en el cual Henry (1975) realizó por el método de K-Ar una determinación a una muestra de adularia genéticamente ligada a la mineralización indicando que la precipitación de las vetas tuvo lugar hace aproximadamente 40 m.a. (Eoceno tardío).

Desde el punto de vista tectónico el fenómeno generador de este tipo de yacimientos estuvo cronológicamente relacionado con el retroceso del arco magmático continental hacia el Oeste pero es difícil de precisar la existencia de una relación genética con el vulcanismo ignimbritico. Es posible postular por otro lado una posible relación con la actividad intrusiva granodiorítica que tuvo lugar durante esa época pero que está muy pobremente representado por los tres afloramientos de rocas graníticas cuya edad varía de 27 a 18 m.a., las cuales fueron descritas en el inciso 4.1 del capítulo 3. Por lo que respecta a la época de terminación de la mineralización de las vetas hidrotermales no se tiene ningún dato conciso infiriéndose que tuvo lugar antes del Mioceno tomando como base el cese o declinación de la actividad del arco magmático ocurrida -- hace aproximadamente 23 m.a.

Al llevar a cabo el análisis y descripción de las zonas metálicas del Estado de Sinaloa se definieron en base a su asociación mineralógica

dos tipos de yacimientos en vetas, las de AuAg y las de metales base, -- las cuales se hayan traslapadas regionalmente. Este traslape se puede ex plicar como un zoneamiento mineralógico vertical ya que se puede obser-- var que los yacimientos de metales base se localizan a niveles relativa-- mente más profundos que los de oro y plata y es común encontrar dentro -- de muchos yacimientos de metales preciosos un enriquecimiento de metales base a profundidad. Esto indica que los dos tipos de yacimientos tuvie-- ron un origen común, observando que debido a la existencia de mayor núme-- ro de yacimientos de AuAg, el sistema hidrotermal involucrado varió de -- meso a epitermal, dominando este último debido entre otras cosas a la po sible contribución de una cantidad considerable de agua meteórica. A con tinuación se describen un modelo genético de vetas epitermales de meta-- les preciosos postulado por Buchanan (1981).

Los depósitos hidrotermales de baja temperatura se forman por cel das convectivas de agua en gran parte de origen meteórico, circulando a profundidad donde disuelve sustancias mineralizantes. Eventualmente las soluciones ya calentadas pero con baja salinidad ascienden a través de -- sistemas de fracturas, depositando en dichos espacios vacíos los minera-- les que transporta. Datos presentados por Ewers y Keays (1977), indican que las zonas de depositación metálica están en función del nivel de ebu llición de los fluidos ascendentes. Gran parte de los yacimientos de me-- tales base se localizan abajo del nivel de ebullición, mientras que la mi neralización de metales preciosos en su mayoría están arriba de dicho ni vel. Considerando que el nivel de ebullición es una zona mixta en la --- cual se tienen los dos tipos de mineralización (metales preciosos y meta les base), abajo de este nivel el oro y la plata decrecen, aumentando el contenido de metales base y viceversa (Figura 6.3 ). Por lo que respecta a la depositación de los minerales, estudios realizados por Drumond y -- Ohmoto (1979), indican que la mayoría de los metales base en solución -- precipitan después de que el 5% de la masa de solución es perdida hacia la fase vapor pero que cerca del 20% de la solución se evapora antes de que la mineralización de plata es precipitada. La solución continúa as-- cendiendo, depositando a la plata en niveles más someros que en los que



MODELO GENETICO PARA VETAS DE Au-Ag Y SU RELACION CON VETAS DE METALES BASE. (Buchanan, L.J., 1981).

- |  |  |
|--|--|
|  Residuo silíceo: ópalo, cristobalita, anatasa y HgS.   |  Illita y celadonita en los niveles mas altos, pasando a sericita y adularia a profundidad.               |
|  Alunita, caolín, pirita; muchas veces se prolonga a profundidad a lo largo de la veta en forma de halo de caolín.     |  Silicificación; generalmente con adularia y/o albita en menor cantidad.                                 |
|  Propilitización: clorita, illita, carbonatos, pirita, y montmorillonita, con un incremento de epidota a profundidad. |  Adularización con poca o nula albita arriba del nivel de ebullición y a profundidad aumenta la albita. |

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
<b>FIGURA 6.3</b>	
Ismael Gutiérrez Moreno	JULIO-1986

se precipitaron los metales base. El oro es transportado como un complejo "Thio" y precipitará cerca de la paleosuperficie en áreas de alta fugacidad de oxígeno donde el complejo "Thio" es destruido por oxidación.

El fenómeno de ebullición explica pues, el zoncamiento vertical de los metales preciosos pasando a metales base a profundidad, del mismo modo explica la posición paragenética temprana de los metales base observada muy a menudo en estos depósitos.

Al analizar la distribución regional de los yacimientos de metales base en el área de estudio se observó que la porción Norte a partir del paralelo 24°30' exhibe un incremento en el contenido de plomo de tal manera que los yacimientos localizados en esta porción son explotados -- principalmente por menas de plomo. Al observar el marco geológico de todo el Estado se observa que las rocas más antiguas afloran precisamente en la porción Norte por lo que se supone una gran parte de ellas descansa sobre un basamento precámbrico, localizado a una profundidad relativamente somera. La presencia de este basamento precámbrico trae consigo la explicación de la presencia de yacimientos ricos en plomo, infiriéndose que este elemento fué aportado localmente debido a la fusión parcial durante el Cenozoico de sedimentos subductados derivados del basamento precámbrico, otra posibilidad pudo ser la gran actividad magmática ocurrida durante la generación de las vetas hidrotermales que atravesaron al basamento, contaminando de plomo a los magmas ascendentes, los que a su vez contribuyeron posteriormente al emplazamiento de vetas de metales base con este elemento dominante.

Como ejemplo tipo de las vetas hidrotermales se tiene a la localidad minera de Tayoltita que a continuación se describe.

Yacimiento Auro-argentífero de Tayoltita, Dgo.

Se encuentra localizado en el centro geográfico de la Sierra Madre Occidental, ubicado a 150 km al WNW de la ciudad de Durango, Dgo., a una elevación de 2400 metros sobre el nivel del mar y muy cercano a los límites con el Estado de Sinaloa a la altura del Río Piaxtla.

Las unidades litológicas que afloran en el área corresponden a -- las dos grandes series ígneas que constituyen a la Sierra Madre Occidental, separadas por una discordancia de tipo erosional. El Complejo Volcánico se encuentra aflorando en las profundas barrancas del río Piaxtla y petrográficamente se divide en dos grupos: el más abundante corresponde a las rocas volcánicas, reconociéndose cuatro grupos y denominados respectivamente Riolita Socavón, Andesita Buelna, Riolita Portal y Andesita Productiva, siendo esta última la roca encajonante de la mineralización. El segundo tipo de litología corresponde a los eventos plutónicos que -- dieron lugar al emplazamiento del stock andesítico Candelaria, la aplita Elena y los diques dacíticos de Santa Rita, acompañados predominantemente de granodioritas pertenecientes al Complejo Batolítico de Sinaloa. En forma discordante sobreyace al Complejo Volcánico Inferior una secuencia de tobas intercaladas con lutitas y areniscas formadas por fragmentos de andesita que en conjunto constituyen a la Formación Las Palmas. Por último se tiene sobreyaciendo discordantemente a la formación anterior a un potente espesor de ignimbritas, tobas ácidas y lavas pertenecientes al Grupo Volcánico Superior.

Regionalmente la zona de Tayoltita se encuentra afectadas por un sistema de fallas normales de rumbo NNW, las cuales cortan a toda la secuencia volcánica y dividen al área en una serie de bloques con inclinación hacia el Este. El bloque afallado que contiene al yacimiento se encuentra limitado por la falla Guamuchil con buzamiento hacia el Oeste y por la falla Arana que buza hacia el Este. Dentro de dicho bloque el control estructural está dominado por numerosas fracturas con rumbo ENE y E-W, encontrándose rellenas de mineralización con grandes cantidades de cuarzo.

Por lo que respecta a la alteración hidrotermal, en todo el distrito las rocas están propilitizadas, siendo las andesitas las que ofrecen un desarrollo más típico de esta alteración. La alteración de estas rocas está caracterizada por una cloritización pervasiva, observándose vetillas de plagioclasa que muestran un incremento en el reemplazamiento por epidota, clorita, albita y calcita. Los minerales máficos están co--

múnmente alterados por una mezcla de clorita, epidota, calcita, hematita y rutilo.

Las vetas mineralizadas están rodeadas por una envoltura de alteración zonada. La zona interna es silicificación, comúnmente manchada de color verde claro por pequeñas inclusiones de epidota y clorita y raras veces se extiende a más de 50 cm dentro de la roca encajonante. La zona externa se manifiesta en las andesitas por el reemplazamiento de epidota y albita, exhibiéndolo una coloración gris verdoso en forma moteada y no excede de los dos metros de ancho.

El distrito de Tayoltita es considerado como un yacimiento de tipo bonanza de alto grado en donde se tiene mineralización de argentita, electrum y plata nativa en vetas de relleno de fisuras con un rumbo que varía de E-W a ENE, acompañadas de una considerable cantidad de cuarzo con leyes mínimas de 350 gramos de plata por tonelada y 5 gramos de oro por tonelada (Smith et al., 1982).

La historia de la mineralización es separada en tres etapas paragenéticas indicadas en la siguiente figura, en la que se observa que la segunda etapa es la causante de la depositación de los metales preciosos.

	ETAPA I	ETAPA II	ETAPA III
Cuarzo	-----	-----	-----
Clorita	-----	-----	-----
Adularia	-----	-----	-----
Rodonita	-----	-----	-----
Albita	-----	-----	-----
Calcita	-----	-----	-----
Pirita	-----	-----	-----
Magnetita	-----	-----	-----
Galena	-----	-----	-----
Esfalerita	-----	-----	-----
Calcopirita	-----	-----	-----
Argentita	-----	-----	-----
Pearcita-Polibasita	-----	-----	-----
Jalpaíta	-----	-----	-----
Electrum	-----	-----	-----
Plata	-----	-----	-----
Zeolitas	-----	-----	-----

Los procesos de enriquecimiento supergénico tuvieron muy poca importancia en el yacimiento y están representados por pequeñas cantidades de estromeyerita, calcosina, covelita y plata nativa en asociación con óxidos de Cu, Fe y Mn.

Estudios de oclusiones fluidas realizados por Smith et al. (Op. Cit.), arrojaron lo siguientes datos:

	ETAPA I	ETAPA II	ETAPA III
Temperatura de homogenización	245-281°C	250-290°C	250-310°C
Salinidad en % en peso de NaCl.	4.1-9.7	3.3-8.4	1.9-9.7

Los estudios de análisis de gases de oclusiones fluidas practicadas por los mismos autores en muestras de cuarzo de las etapas I y II - revelan que el agua constituye el 99.5% de las fases de fluido y vapor presentes en las inclusiones y considerando además los análisis de isótopos de oxígeno practicados por Churchill (1980), se concluye que el agua de origen meteórico dominó el sistema hidrotermal de las vetas de Tayoltita.

La edad de mineralización fué obtenida a partir del dato radiométrico practicado por Henry (1975) con el método de K-Ar a una muestra de adularia, el cual indica que la precipitación de las vetas tuvo lugar hace aproximadamente 40 millones de años (Eoceno tardío).

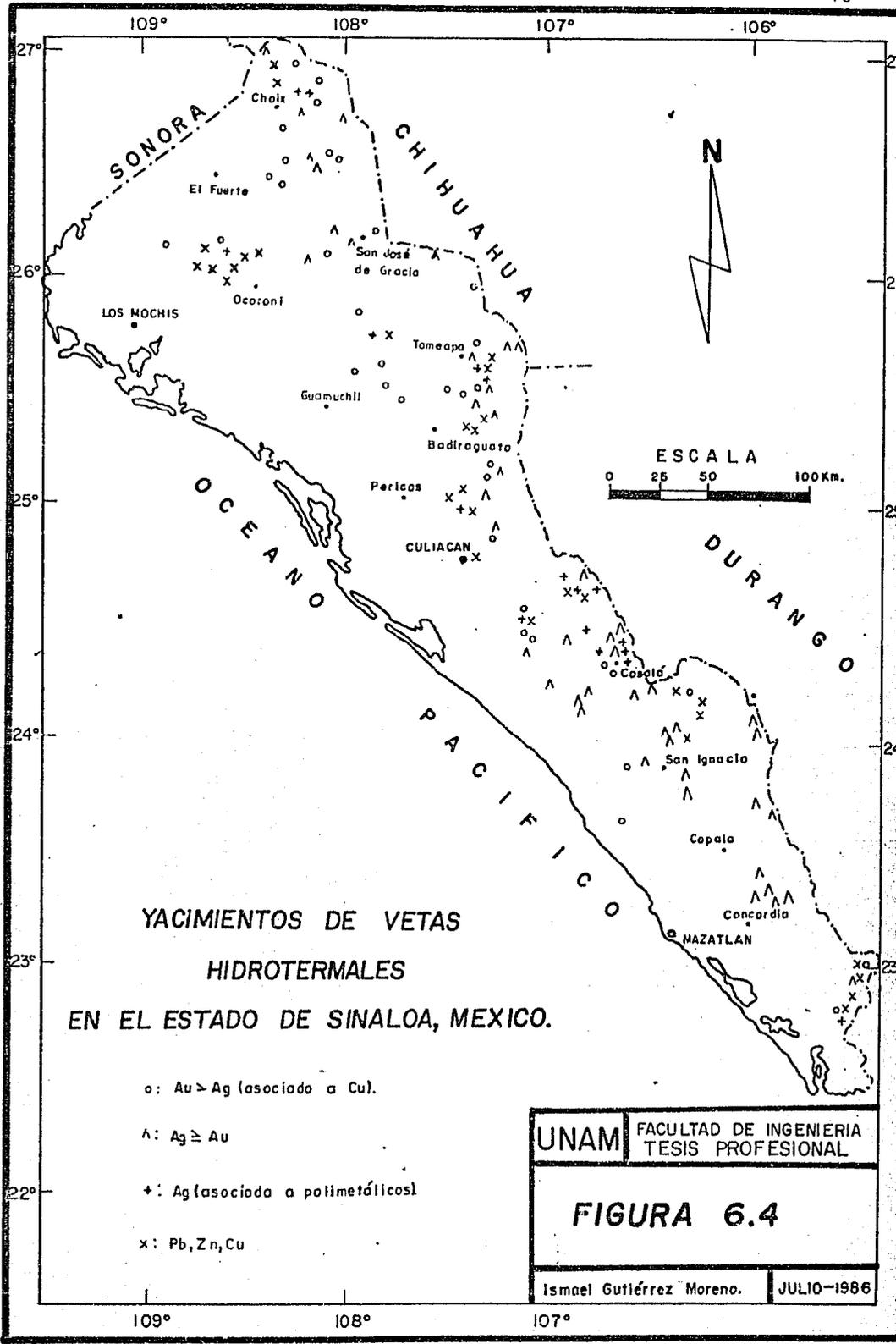
Los estudios de isótopos muestran que las vetas de metales preciosos tipo bonanza son el producto de soluciones hidrotermales dominadas por agua meteórica y las intrusiones someras típicamente asociadas con tales depósitos son consideradas como el motor calorífico responsable del movimiento convectivo del agua a profundidad.

Los datos obtenidos por Smith y colaboradores (op. cit.) en Tayoltita concuerdan estrechamente con los obtenidos por otros autores en

depósitos similares, pero la formulación de un modelo genético es difícil de precisar.

La plata y el oro pudieron ser transportados hacia el sitio del depósito en forma de cloruros y complejos "Thio". Si los complejos "Thio" son supuestamente el principal vehículo de transporte de los metales preciosos a través del sistema, ésto indicaría que el ph del sistema y la concentración de sulfuros de los fluidos pudieron afectar a la precipitación de los metales. Al momento que ocurrió la depositación de la etapa II, los fluidos fueron transportados a través de conductos ya aislados de la roca encajonante por la capa de alteración constituida de cuarzo perteneciente a la etapa I. La ebullición de las soluciones hidrotermales en un ambiente cercano a la superficie y la precipitación de sulfuros de Pb, Zn, Cu, Fe y Ag de los fluidos, provocarían la precipitación del oro.

Por otro lado la introducción de los metales al sistema pudo haber ocurrido por la adición de un componente rico en metales de agua magmática o por la lixiviación de las rocas plutónicas o volcánicas que fueron atravezadas por el sistema. Aunque no existen evidencias directas para incluir la acción de agua magmática en la formación del yacimiento, la precipitación de un cierto componente magmático en todo el sistema hidrotermal no debe ser descartado ya que el área de Tayoltita está caracterizada por múltiples eventos intrusivos, infiriéndose que cierta actividad magmática ocurrió presumiblemente a profundidad durante el período de mineralización.



**YACIMIENTOS DE VETAS  
HIDROTERMALES  
EN EL ESTADO DE SINALOA, MEXICO.**

- o: Au > Ag (asociado a Cu).
- △: Ag ≥ Au
- + : Ag (asociada a polimetálicos)
- x: Pb, Zn, Cu

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

**FIGURA 6.4**

Ismael Gutiérrez Moreno. JULIO-1986

## 7.- CONCLUSIONES

Se concluye que la distribución de los yacimientos minerales metálicos dentro del Estado de Sinaloa se encuentra representada por una gran porción de la Franja Metalogenética Nacional - de Au-Ag, traslapada con tres zonas metálicas de menor importancia que son: La de metales base, la cuprífero-ferrífera y la Cuprífera.

Existen dos épocas de mineralización fundamentales; Cretácico Superior-Eoceno Medio, caracterizada por el emplazamiento de yacimientos de tipo pórfidos de cobre y de yacimientos Metasomáticos de Contacto; y Eoceno tardío-Oligoceno, con la generación de yacimientos en vetas hidrotermales.

La segunda época de mineralización es la más importante -- desde el punto de vista económico ya que contiene a los yacimientos de metales preciosos y se infiere la existencia de un gran potencial minero de éstos yacimientos.

La porción norte del Estado contiene mayores concentraciones de yacimientos de metales base con plomo dominante debido a que posiblemente exista un basamento precámbrico relativamente somero que contribuyó de manera local con buenas cantidades de dicho elemento metálico.

Debido al carácter tan regional del presente trabajo, no se pueden recomendar localidades específicas para la prospección minera, sin embargo se propone la realización de estudios de reconocimiento enfocados a la Franja Auro-Argentífera y a la zona cuprífera para la localización de vetas hidrotermales de metales preciosos y yacimientos de pórfidos cupríferos. En menor orden de importancia se recomiendan estudios de exploración para yacimientos de plomo en la porción norte del Estado.

B I B L I O G R A F I A.

- Atawer, T. (1970). Implications of Plate Tectonics for the cenozoic Tectonic evolution of Western North America.  
Geol. Sec. of Am., Bol. 81, p. 3513-3536.
- Branch, C.U. (1976). Development of porphyry copper and Stratiform volcanicogenic ore bodies during the life cycle of andesitic stratovolcanoes.  
In: Volcanism in Australasia ed. by R.W. Johnson, Elsevier, N.Y.  
p. 337-342.
- Brunham, C.W. (1979). Magmas and hydrothermal fluids.  
In: Barnes, H.L., ed., Geochemistry of hydrothermal ore deposits, 2nd ed. New York.  
Wiley-Interscience, p. 71-136.
- Buchanan, L.J. (1981). Precious Metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest.  
In: Tectonics To ore deposits in the Southern Cordillera. Arizona Geol. Soc. Digest, Vol. XIV p. 237-262.
- Bustamante, M.A. (1978). Carta Metalogenética del Estado de Sinaloa.  
C.R.M., VII Seminario interno sobre exploración geológico-minera  
p. 45-82.
- Bustamante, M.A. y Soberanes, B.A. (1978). Fierro de Sinaloa Publicado -  
en Minero-Noticias, No. 38, Mayo 1979.
- Campa M.F. and Coney P.J. (1982). Tectono-stratigraphic Terranes and Mineral resource distributions in México. Can. J. Earth. Sci., 20,  
p. 1040-1051.
- Carrillo M. (1971). Geología de la hoja San José de Gracia, Estado de Sinaloa. Tesis profesional, Ingeniero Geologo, U.N.A.M.

- Clark, K.F., Damon, P.E., Schüter, S. y Shaffiqulla M. (1979)  
Magmatismo en el Norte de México en relación a los yacimientos  
Metalíferos. Geomimet, No. 106, Junio-Agosto 1980.
- Clark K.F., Foster, C.T. and Damon P.E. (1979). Cenozoic Mineral Depo--  
sits and Subduction-related Magmatic arcs in México. Geol.Soc. \_  
Am. Bull, V. 93, p. 533-544 (1982).
- Coney P.J. and Reynolds S.J. (1977). Coordilleran Benioff Zones. Nature \_  
V. 270, p. 403-406.
- Consejo de Recursos Minerales, México. Banco de información geológico -  
minera correspondiente al Estado de Sinaloa.
- Consejos de Recursos Minerales México. Archivo Técnico de algunas loca-  
lidades mineras del Estado de Sinaloa.
- Churchill, R.K. (1980). Meteoric water leaching and ore genesis at the \_  
Tayoltita Silver-Gold Mine, Durango, México. Ph.D. Thesis, Mi-  
nneapolis, Univ. Minnesota.
- Damon P.E., and Shafiqullah, M. (1979). K-Ar determinations, igneous --  
rock and mineral deposits. Memoria de la XIII Conv. Nal. de la \_  
A.I.M.M.G.M.
- Damon, P.E., Shafiqullah, M. and Clark, K.F. (1983)  
Geochronology of copper deposits and related Mineralization of \_  
México.  
Can. J. Earth. Sci., Vol. 20, p. 1052-1071.
- De Cserna Z. y Kent, B.H. (1961). Mapa geológico de reconocimiento y --  
secciones estructurales de la región de San Blás y El Fuerte, -  
Estados de Sinaloa y Sonora. Inst. de Geol. U.N.A.M.
- Delgado, A.L.A. (1977). Ensayo de la Metalogenia en México según el mode  
lo andino. Consejo de Recursos Minerales, VI Seminario interno \_  
sobre exploración geológico-minera.

- Demant, A. y Robin C. (1975). Las fases del vulcanismo en México; una -  
síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cre-  
tácico.  
Revista del Inst. de Geol. U.N.A.M., 75 (1), p. 70-83.
- Drumond, S.E. and Ohmoto, H. (1979). Effects of boiling on mineral solu-  
bilities in hydrothermal solutions Geol. Soc. of. Am., 92 nd Ann
- Einaudi M.T., Meinert L.D. and Newberry D.J.(1980). Skarn Deposits. Ec.  
Geol., 75Th. Ann.
- Ewers.,G.R. and Keays R.R. (1977). Volatile and precious Metal Zoning -  
in the Broadlands geothermal field, New Zeland. Econ. Geol. -  
V. 72, No.7, p. 1337-1354.
- García, E. (1964). Modificaciones al sistema de clasificación climática  
de Koppen. México, D.F.
- Gastil,G., Morgan G. and Krummenacher D. (1980).  
The Tectonic history of Penninsular California and adjacent Mé-  
xico.  
In: The geotectonic development of California, V.I, Ernst. W.G.  
Editor, Prentice Hall.
- Harper C.O. (1979). Estudio de la alteración del yacimiento de Molibde-  
no Los Chicharrones, Badiraguato, Sinaloa. Geomimet, No.102, --  
Nov.-Dic. 1979.
- Henry C.D. (1975). Geology and Geochronology of the Granithic Batholitic  
Complex, Sinaloa. México, Ph. D. Thesis. Univ. Texas at Austin.
- Henry C.D. y Fredrikson,G. (1972). Edades de intrusiones, Sinaloa,México  
Memoria de la II Convención de la Soc. Geol.Mex. (Resumen) p. -  
155-156.
- Knapp R. and Norton D. (1977) Transport phenomena in hydrothermal Systems:  
Nature of porosity.  
Am. Journal Sci., V. 277, p. 913-936.

- López Ramos E. (1981). Geología de México, Tomos I y II. Ed. Escolar, - México.
- Mc Dowell y Clabaugh S.E. (1972). Edades K-Ar de rocas volcánicas en la Sierra Madre Occidental al Noreste de Mazatlán. Soc. Geol.Mex., II Conv. Nal. Memoria.
- Mc. Dowell, F.W. and Clabaugh, M. (1979). Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation To the Tectonic history of -- Western. México. Geol.Soc. Am. Bull., special paper 180, p. -- 113-124.
- Mc Dowell, F.W. and Keizer, R.P. (1977). Timing of Mid-Tertiary Volca-- nism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Ma zatlán, México. Geol.Soc. Am. Bull. V.88, p.1487-1497.
- Núñez M.A., y Torres, R.v. (1984). Análisis Metalogenético Regional de la Porción Sur-Occidental de la República Mexicana. Tesis Profe sional, U.N.A.M.
- Ortega G.F. , Prieto, U.J. , Zúñiga,Y. y Flores, S. (1979). Una secuen- cia Volcano-Plutónica-Sedimentaria Cretácica en el Norte de Si- naloa ¿Un Complejo Ofiolítico?  
Revista del Inst. de Geol. U.N.A.M., Vol. 3, No. 1, p. 1-8
- Raisz, E. (1959). Landforms of México. Cambridge, Mass. Geographic Branch of office of Naval Research.
- Rodríguez T.R. y Córdoba, D. (1978). Atlas geológico y evaluación geoló gico-minera del Estado de Sinaloa. Inst. Geol. U.N.A.M.
- Salas G.P. (1975). Carta y Provincias Metalogenéticas de la República - Mexicana. Con. Rec.Min., publicación 21-E, 242 p.
- Servais,M., Rojo, R. y Colorado, D. (1981). Estudio de las rocas básica y ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato: Postulación de un paleo golfo de Baja California y de una digitación Tethysiana en Méxi co Central. Con. Rec. Min., Gerencia de Estudios Especiales.

- Sillitoe, R.H. (1976). Reconnaissance of the Mexican Copper Belt.  
Institution of Mining and Metallurgy, Transactions, Section B:  
Applied Earth Sciences, 85 p. 169-190.
- Sillitoe, R.H. (1980) Caudren Subsidence as a possible inhibitor of -  
Porphyry Copper formation.  
In: Granitic Magmatism and related Mineralization. Edited by S.  
Ishinara and S. Takenouchi Mining Geology, special issue No.8,  
p. 85-93.
- Silva, M.D. (1981). Petrología, alteraciones y oclusiones fluidas en el  
Stockwork de Molibdeno Los Chicharrones, Nacorobia, Edo. de Sinaloa.  
Bol. de la Soc. Geol. Mex. Tomo XLII, No.1
- Smith, D.M. (1974). Modelo de distribución de algunas provincias metalo-  
genéticas en un sistema montañoso de tipo cordillerano y su com-  
paración con la porción Norte de México. A.I.M.M.G.M.-Memoria.
- Smith, D.M. (1979). The Significance of Silver-gold ratios at the Tayol-  
tita Mine, Durango, México.  
Mining Engineers A.I.M.E., Trans., Vol. 266 p. 1834-1838.
- Titley, S.R. and Beane, R.E. (1981). Porphyry Copper Deposits. Economic.  
Geology, 75 Th Anniversary Volume, p. 214-269.
- Whitney, J.A. (1977). A Synthetic Model for vapor generation in Tonalite  
Magmas and its economic ramifications. Ec. Geol. Vol.72, - -  
p. 686-690.
- Yañez C. (1979). Estudio preliminar del Stock work de Molibdeno Los Chi-  
charrones en Nacorobia, Municipio de Badiraguato, Sinaloa.  
Con. Rec. Min. Gerencia de Estudios Especiales.

## A P E N D I C E S

- I.- Edades radiométricas del Complejo Batolítico de Sinaloa.
- II.- Índice alfabético de localidades mineras.
- III.- Tablas de las características metalogenéticas de las localidades mineras.
- IV.- Simbología y leyenda metalogenética.

I.- Edades radiométricas del Complejo Batolítico de Sinaloa.

LOCALIDAD	COORDENADAS	M* y R** DATADOS.	EDAD K - Ar	REFERENCIA.
Santo Tomás	LN:26°43' LW:108°14'	B Gr	57.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Damon et al. (1983)
Mina La Reforma.	LN:26°57'16" LW:108°08'53"	B Gr	59.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.3	Damon et al. (1983)
Mina La Reforma.	LN:26°48' LW:108°20'	B Grd	59.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.3	Damon et al. (1983)
Tameapa	LN:25°40' LW:107°21'	B Czm	54.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.1	Damon et al. (1983)
Tameapa	LN:25°39' LW:107°23'	H Grd	56.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Damon et al. (1983)
		B Grd	55.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	
San José del Desierto	LN:25°33'52" LW:107°01'48"	S Grd	63.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.3	Damon et al. (1983)
San José del Desierto	LN:25°34' LW:107°02'	B Czm	59.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Damon et al. (1983)
Los Chicharrones	LN:25°25' LW:107°23'	B Czm	56.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Damon et al. (1983)
Bacamacari	LN:25°14'45" LW:107°49'08"	B Gr	87.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.8	Damon et al. (1983)
		O Gr	77.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.4	
		O Grd	78.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.6	
Mina Las Higueras.	LN:25°00'39" LW:107°13'45"	S Grd	49.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.0	Damon et al. (1983)
Mina Las Higueras.	LN:25°00'39" LW:107°13'42"	B Grd	54.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Damon et al. (1983)

LOCALIDAD	COORDENADAS	M* y R** DATADOS.	E D A D K - Ar	REFERENCIA.
Cosalá	LN:24°23' LW:106°43'	B Grd	59.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Damon et al. (1983)
		H Grd	58.5 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	
La Azulita	LN:23°34'25" LW:106°09'04"	B Grd	59.5 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Damon et al. (1983)
		O Grd	52.8 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.1	
Los Vasitos	LN:24°38' LW:107°08'	B Grd	25.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Clark et al. (1979)
Sn José de García.	LN:26°11' LW:107°52'	H Dr	27.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Salas G.P. (1976)
Huitis	LN:26°48' LW:108°14'	Grd	57.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Salas G.P. (1976)
4 Km al N del Fuerte	LN:26°28' LW:108°34'	Czm	75 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 3.0	López R. (1981)
20 Km al W del Fuerte	LN:26°27' LW:108°48'	Pg	51.6	López R. (1981)
4 Km NE del Fuerte	LN:26°26' LW:108°35'	Czm	76.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.6	Salas G.P. (1976)
Batolito	LN:25°40' LW:107°30'	Tn	54.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.1	Salas G.P. (1976)
Mina Culia cán.	LN:25°00' LW:107°15'	Gb	52.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Salas G.P. (1976)
Arroyo Verano	LN:24°14'30" LW:106°13'50"	B Grd	52.7 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Henry (1975)
		H Grd	52.4 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	

LOCALIDAD	COORDENADAS	M* y R** DATADOS	EDAD K - Ar	REFERENCIA
4 Km al NE de Pueblo Viejo.	LN:24°11'25" LW:106°07'40"	B Grd	53.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Henry (1975)
		H Grd	54.4 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	
6.5 Km al N de Ajoya	LN:24°08'15" LW:106°21'10"	B Grd	28.5 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.3	Henry (1975)
4 Km alS de Pueblo Vie- jo.	LN:24°08'30" LW:106°07'35"	B Grd	46.7 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.5	Henry (1975)
6 Km NW de La Puerta	LN:24°06'45" LW:106°01'40"	B Grd	45.4 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.5	Henry (1975)
8.5 Km al N de Elota	LN:24°02'40" LW:106°42'20"	B Grd	51.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Henry (1976)
10 Km al N de Sn. Ig- nacio	LN:24°03' LW:106°25'15"	H Grd	51.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Henry (1975)
Ajoya	LN:24°04'50" LW:106°22'15"	B Czm	51.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.5	Henry (1975)
		H Czm	50.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.6	
Candelero	LN:24°04'50" LW:106°06'45"	B Grd	45.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.5	Henry (1975)
		H Grd	45.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.0	Henry (1975)
1.5 Km al N de los Bra- siles.	LN:24°02'15" LW:106°03'45"	B Grd	46.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.5	Henry (1975)
		H Grd	49.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.1	

LOCALIDAD	COORDENADAS	M* y R** DATADOS	E D A D K - Ar	R E F E R E N C I A .
2 Km al SW de La Puerta	LN:24°03'10" LW:106°00'30"	B Grd	45.0 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.5	Henry (1975)
		H Grd	43.6 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1.0	
4 Km al SW de Tayoltita, Dgo.	LN:24°04'45" LW:105°57'25"	B Czm	48.2 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.6	Henry (1975)
2 Km al W de Elota.	LN:23°58' LW:106°43'40"	B Czd	80.1 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.9	Henry (1975)
		H Czd	80.9 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1.8	Henry (1975)
Ixpalino	LN:23°55'20" LW:106°37'20"	B Czd	63.0 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.7	Henry (1975)
		H Czd	63.3 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1.4	Henry (1975)
7 Km al E de Ixpalino	LN:23°56'35" LW:106°36'20"	B Grd	50.7 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.6	Henry (1975)
		H Grd	62.3 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1.4	
Sn Ignacio	LN:23°56'25" LW:106°25'30"	B Grd	62.1 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.7	Henry (1975)
		H Grd	62.7 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1.4	
6 Km al E de Sn Ignacio	LN:23°55'25" LW:106°22'15"	B H	59.7 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.7	Henry (1975)
		Grd	62.3 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1.4	
15 Km al NE de Sn Ignacio	LN:23°59'10" LW:106°18'10"	B Grd	63.1 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.7	Henry (1975)
3 Km SE de Santa Apo- lonia.	LN:23°58'10" LW:106°16'45"	B H	63.2 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 0.7	Henry (1975)
		Grd	61.9 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1.4	

LOCALIDAD	COORDENADAS	M <sup>#</sup> y R <sup>**</sup> DATADOS	EDAD K - Ar	REFERENCIA
1 Km al W de Tecnochquelite	LN:23°59'30" LW:106°08'	B Czd	48.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Henry (1975)
1.5 Km al SW de Tecnochque lite.	LN:23°58'45" LW:106°07'40"	B H  Czd	50.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6  65.7 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.5	Henry (1975)
San Javier	LN:23°55'10" LW:106°30'50"	B Czd	62.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.7	Henry (1975)
8 Km al SW de San Ja- vier.	LN:23°50'20" LW:106°31'30"	B H  Grd	73.4 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.8  71.4 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.6	Henry (1975)
10 Km SE de Sn Ignacio	LN:23°51'50" LW:106°27'20"	B H  Grd	61.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.7  73.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.7	Henry (1975)
6 Km al E de Sn Juan	LN:23°53'45" LW:106°16'00"	B H  Czm	60.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.7  60.7 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.4	Henry (1975)
10 Km al S de La Cruz	LN:23°48'35" LW:106°51'25"	B H  Czs	83.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.0  87.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 2.0	Henry (1975)
8 Km al E de Coyotitlán	LN:23°46'25" LW:106°30'30"	B H  Grd	63.8 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.7  71.8 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.6	Henry (1975)
8 Km al N de Quelite	LN:23°39'50" LW:106°29'45"	B H  Grd	18.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.2  18.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.4	Henry (1975)

LOCALIDAD	COORDENADAS	M* y R** DATADOS	EDAD K - Ar	REFERENCIA.
al NW de Quelite	LN:23°33'40" LW:106°32'30"	B Grd	90.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.0	Henry (1975)
al SW de Quelite	LN:23°31' LW:106°31'25"	B H  Grd	79.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.9  92.4 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 2.1	Henry (1975)
al NW de Quelite	LN:23°34'10" LW:106°29'30"	B H  Grd	87.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.0  84.7 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.9	Henry (1975)
6 Km al W de La Noria	LN:23°30'20" LW:106°21'30"	B Hp  Grd	67.9 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.8  89.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.9	Henry (1975)
13 Km al NE de La Noria	LN:23°34'34" LW:106°15'00"	H Anf	92.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.1	Henry (1975)
2 Km al SW de Sn Marcos	LN:23°31'35" LW:106°13'50"	B H  Grd	89.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.0  95.5 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 2.2	Henry (1975)
5 Km al E de Sn Marcos.	LN:23°32'10" LW:106°11'	B Czm	60.7 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.7	Henry (1975)
3 Km al SW de Palmillas	LN:23°32'50" LW:106°07'30"	B H  Czd	67.5 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.8  93.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 2.1	Henry (1975)
1 Km al SW de Palmillas	LN:23°33'30" LW:106°06'50"	B Czm	53.7 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Henry (1975)
6 Km al SW de La Noria	LN:23°26'30" LW:106°21'00"	H Gb	131 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.3	Henry (1975)

LOCALIDAD	COORDENADAS	M* y R** DATADOS	E D A D K - Ar	R E F E R E N C I A .
3 Km al N de Cofradia	LN:23°22' LW:106°15'30"	H Gb	135.8 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 3.1	Henry (1975)
1 Km al S de Naranjos	LN:23°26'20" LW:106°02'40"	B H  Czd	65.7 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.8  69.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.6	Henry (1975)
Pánuco	LN:23°25'00" LW:105°55'30"	B Grd	56.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0,7	Henry (1975)
7 Km al SW de El Recodo	LN:23°22'45" LW:106°16'30"	B H  Czd	96.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.1  94.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 2.2	Henry (1975)
2 Km al SW de El Recodo	LN:23°24' LW:106°13'	B Czd	51.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Henry (1975)
7 Km al NE de El Verde	LN:23°24'40" LW:106°04'40"	B Czd	66.3 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.8	Henry (1975)
5 Km al W de Concordia	LN:23°16' LW:106°07'	B H  Grd	52.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6  53.0 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.2	Henry (1975)
13 Km al NE de Villa - Unión	LN:23°13'30" LW:106°08'45"	B Grd	56.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6	Henry (1975)
15 Km al NW de Badira-- guato	LN:25°25'10" LW:107°41'	B H  Grd	50.1 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 0.6  48.6 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.1	Henry (1975)
20 Km al N de Pericos	LN:25°17' LW:107°42'	B H  Czd	90.2 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 1.0  88.5 <sub>-</sub> <sup>+</sup> 2.0	Henry (1975)

LOCALIDAD	COORDENADAS	M* y R** DATADOS	EDAD K - Ar	REFERENCIA.
30 Km al N de Pericos	LN:25°21'50" LW:107°42'25"	B	86.8± 1.0	Henry (1975)
		H		
		Grd	87.7± 2.0	
5 Km al SW de Tobora	LN:25°10' LW:107°51'	B	87.8± 1.0	Henry (1975)
		H		
		Grd	91.4± 2.1	
2 Km al E de Tameapa	LN:25°39'50" LW:107°21'20"	B	51.5± 0.6	Henry (1975)
		Czm		

M\* y R\*\* Mineral y roca datados.

Mineral: B= Biotita  
H= Hornblenda  
Hp=Hiperstena  
O= Ortoclasa  
S= Sericita

Roca: Gr = Granito  
Grd= Granodiorita  
Gb = Gabro  
Czd= Cuarzodiorita  
Czm= Cuarzomonzonita  
Dr = Diorita  
Pg = Pegmatita  
Tn = Tonalita  
Anf= Anfibolita

## II.- Índice alfabético de localidades mineras.

Agua, el.....	077	Cayela.....	101
Agua Blanca.....	116	Cecilia.....	107
Agua Fría.....	050	Cedro, el.....	039
Aguaje, el.....	044	Cero, el.....	153
Aguamas, las.....	087	Cerro Mazomique.....	020
Aguamitas, las.....	159	Chabelo.....	082
Agua Prieta.....	014	Chapopote, el.....	096
Ajoya.....	167	Chicharrones, los.....	090
Alias.....	176	Chichi, el.....	118
Alisitos.....	066	Chilicotes.....	144
Altamira.....	153	Chinita, la.....	011
Altica.....	124	Chino, el.....	044
Amberes.....	046	Chipil, el.....	112
Amigos, los.....	069	Chiripa, la.....	153
Ampliación San José.....	128	Chiripa, la.....	172
Animas.....	122	Chispa, la.....	040
Angeles, los.....	135	Chivos, los.....	111
Año Nuevo.....	025	Cinco Estrellas.....	029
Apomita, la.....	130	Cinco, la.....	106
Aquincuari.....	036	Clarina, la.....	122
Arco, el.....	181	Clyde Smith.....	188
Arrayancito, el.....	195	Cobre, el.....	006
Azulita, la.....	178	Cobrizo, la.....	145
Bacamari.....	098	Cochis, los.....	102
Bacubirito.....	053	Codiciada, la.....	052
Baimena.....	022	Concepción, la.....	078
Bandera, la.....	153	Concordia.....	185
Barranca, la.....	008	Copala.....	183
Bequillos.....	086	Cordón del Gallo.....	129
Bolaños.....	139	Cordón de la Cohinita.....	011
Brasiles, los.....	074	Cordón de las Minitas.....	194
Brujeña, la.....	135	Corralitos.....	135
Buena Suerte.....	081	Cortapicos, los.....	151
Buey, el.....	106	Coscomatito, el.....	017
Bufa, la.....	153	Crestón, el.....	093
Caballote, el.....	079	Cruz, la.....	106
Cajón de Minas.....	124	Cruz, la.....	175
Calavera, la.....	133	Cuates, los.....	013
Calcopirita, la.....	094	Cuervera, la.....	141
Calera, la.....	013	Cuesta de los Pachecos.....	061
Calera, la.....	070	Cuitaboca.....	031
Camichín.....	120	Culiacán.....	109
Campanillas.....	161	Cupia, la.....	076
Candelaria, la.....	148	Cura, el.....	013
Candelero.....	163	De Barraza.....	131
Canta Claro.....	105	Desamparados.....	176
Capuli, el.....	155	Desencantada, la.....	106
Carmen, el.....	139	Dia, el.....	059
Catanos, los.....	153	Diablo Verde.....	102

Dicha, la.....	141	Magistral, el.....	016
Distrito Pánuco.....	182	Magistral de Abajo.....	089
Don Armando.....	141	Magistral de Arriba.....	089
Dura, la.....	015	Malito, el.....	102
Dura, la.....	141	Malpica.....	186
Epidota, la.....	013	Mamuth, el.....	143
Escobal, el.....	115	Manueles, los.....	143
Escondida, la.....	148	Marcelina, la.....	104
Esmeralda, la.....	092	Margarita.....	101
Estrella, la.....	142	María Cristina.....	019
Estrella de Oro, la.....	028	María de Jesús.....	002
Favor, el.....	176	Mauros, los.....	124
Felipe I.....	125	Mautal, el.....	099
Fierrosa, la.....	083	Metal, el.....	041
Fortuna, la.....	042	Millonaria, la.....	146
Fortuna, la.....	113	Mi Madre.....	002
Franca, la.....	161	Mina Coloso.....	151
Gaby, la.....	158	Mina del Palmarito.....	006
Gallo Nuevo.....	038	Mina Don Miguel.....	156
Gloria, la.....	121	Mina Grande.....	095
Gracias a Dios.....	154	Mina Nueva.....	149
Grande, la.....	124	Mina Rosarito.....	139
Guadalupe, la.....	106	Mineral de Zamora.....	160
Guadalupe, la.....	135	Minita, la.....	147
Guajolotes, los.....	080	Mirasoles.....	021
Guamuchil.....	067	Mi Tocayo.....	027
Guasima, la.....	106	Mochis, los.....	067
Guayabo, el.....	193	Mojardineña.....	059
Guerra.....	172	Molibdeno, el.....	015
Guisado, el.....	153	Montaña, la.....	021
Huigeras, las.....	108	Monte Largo.....	077
Higuerita, la.....	124	Morelos.....	136
Hornito, el.....	084	Moreneña "A" y "B", la.....	143
Huizache, el.....	169	Muerto, el.....	046
India, la.....	168	Nacapul, el.....	013
Indio, el.....	159	Kazareno, el.....	161
Ivonne.....	032	Noche Buena.....	153
Ixpalino.....	173	Nuestra Señora.....	152
Jarillas, las.....	153	Obatel, el.....	159
J. Castro C.....	052	Ojitos, los.....	037
Jesús María.....	033	Olotes, los.....	159
Jocuiltla.....	157	Oro, el.....	176
Julieta.....	101	Otatillos.....	095
Juntas, las.....	160	Palmar de los Sepúlvedas.....	064
Laguna, la.....	088	Palmarito.....	075
Lajas, las.....	026	Paloma, Azul, la.....	141
Laurita.....	013	Panaltita.....	170
Lechuguilla.....	110	Pastora, la.....	079
Limón, el.....	054	Patos, los.....	013
Lobitos, los.....	103	Perihuate, el.....	159
Magistral.....	072		

Picachos.....	189	Rosario.....	187
Piedras Blancas.....	069	Rosarito.....	005
Piedra Verde.....	011	Sabino,el.....	137
Pilas,las.....	006	Sacramento.....	122
Pirita,la.....	013	San Agustín.....	171
Pitorreal.....	123	San Antonio.....	043
Placer,el.....	179	San Antonio.....	130
Planillas,las.....	124	San Dimas.....	164
Plomosa,la.....	046	San Felipe.....	018
Plomosa,la.....	056	San Francisco.....	135
Plomosas.....	047	San Francisco Chilicotes...	144
Plomosas.....	190	San Gotardo.....	046
Plomosa I y II, la.....	38	San Isidro.....	128
Pochote,el.....	159	San Javier.....	049
Polo Alto.....	139	San Javier.....	051
Portezuelos,los.....	057	San Jerónimo.....	166
Porvenir,el.....	001	San Jorge.....	176
Porvenir,el.....	126	San José.....	128
Potrero de Vicotira.....	055	San José de Gracia.....	034
Pozo,el.....	088	San José del Favor.....	177
Pozo,el.....	114	San Juan.....	007
Prieta,la.....	048	San Juan.....	130
Prieta I y II,la.....	111	San Judas.....	39
Primas,las.....	153	San Luis Gonzaga.....	063
Promontorio,el.....	150	San Manuel.....	103
Prospecto el Machuco.....	088	San Miguél.....	058
Providencia,la.....	050	San Pedro.....	139
Providencia I y II,la.....	073	San Pedro.....	153
Providencia de San -		San Rafael.....	019
Roque,la.....	073	San Roque.....	073
Puerto,el.....	135	Santa Cruz.....	135
Puerto del Reparó,el.....	024	Santa Josefa.....	056
Pumar,el.....	060	Santa Loreto.....	130
Purísima "A" y "B",la.....	139	Santa Rita.....	192
Quila.....	135	Santa Rosa.....	003
Quila.....	172	Santa Teresa.....	148
Ramal,el.....	046	Santiago de los Caballeros.	074
Rancho Higuierita.....	029	Santo Domingo.....	148
Rastra,la.....	191	Santo Niño.....	010
Rayo,el.....	023	Santo Niño.....	038
Recompensa.....	136	Santo Tomás.....	004
Reforma,la.....	009	Santo Tomás Cuchicari.....	006
Reforma,la.....		Sara.....	039
Refugio,el.....	137	Sauce,el.....	146
Región de Bequillos.....	085	Saucito,el.....	012
Respaldo,el.....	013	Selva Rica,la.....	071
Rincón,el.....	128	Sidra,la.....	025
Río Florido.....	184	Socavón.....	165
Robles,los.....	095	Sotalar,el.....	015
Rosa María.....	159	Suspiro,el.....	012
Rosario,el.....	033		
Rosario.....	091		

Tacotes, los.....	145	Tuna, la.....	062
Tajos, los.....	168	Vaca, la.....	056
Tamarindo, el.....	196	Vado Hondo.....	149
Tamaulipeca, la.....	130	Vainilla, la.....	134
Tambor, el.....	162	Vasitos, los.....	175b
Tameapa.....	68	Veinte Onzas.....	132
Tasajera.....	046	Venada, la.....	121
Tatemas, las.....	153	Venadillo, el.....	104
Tepeyac.....	059	Venado, el.....	149
Tepeyac, el.....	013	Verde, la.....	073
Tepustetillo.....	119	Verde, la.....	140
Tigre, el.....	111	Verónica.....	174
Tobora.....	101	Victoria, la.....	138
Todos Santos.....	135	Virginia.....	002
Todos Santos.....	176	Virginia.....	097
Tomate o el Limón, el.....	054	Yecorato.....	030
Toña María.....	117	Yedras.....	035
Trinidad, la.....	100	Yesos, los.....	135
Triunfo, el.....	042	Zapopan.....	120
Triunfo, el.....	161	Zapote "A" y "B", el.....	153
Trojes, las.....	065	Zaragoza.....	180

III.- Tablas de las características metalogénicas  
de las localidades mineras.

NÚMERO	C O D I G O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ELEMENTO METÁLICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJUNANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	ÉPOCA METALOGENÉTICA	AMBIENTE METALOGENÉTICO
1	407 - 04C146		El Porvenir	LN: 26°57' LV: 108°26'	Au Ag		Andesitas.	Veta	Hidrotermal de baja temperatura	Eoceno	Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)
2	2d13 - 04C26		a).-María de Jesús b).-Virginia. c).-Mi Madre (2)	a:LN:26°53'02" LV:108°14'56" b:LN:26°53'12" LV:108°13'50" c:LN:26°52'45" LV:108°14'15"	FeCu(Au)		Tactita originada por la intrusión de una granodiorita en calizas.	Diseminación y vetillas.	Metasomático de contacto.	Paleoceno	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
3	2d13 - 04C26		Santa Rosa.	LN:26°52'20" LV:108°27'47"	Fe (Cu)		Roca intrusiva de composición ácida.		Metasomático de contacto.	Paleoceno	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
4	3a13 - 04B36		Santo Tomás	LN:26°52'30" LV:108°11'49"	Cu (Fe)	Leyes muy bajas	Intrusivo granodiorítico que afecta a calizas y andesitas.		Metasomático de contacto.	Paleoceno	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
5	7d13 - 04C116		Hosarito	LN:26°51' LV:108°20'	PbZnAg (Au,Cu)		Skarn y Hornfels, producto de la intrusión de una granodiorita en calizas.		Metasomático de contacto.	Eoceno Paleoceno	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
6	3a07 - 04C160		a).- Cuchicuri-Santo Tomás. b).- Lau Piles. c).- El Cobre. d).- Mina del Palmirito.	a:LN:26°50' LV:108°12' b, c y d: LN:26°50' LV:108°13'	Cu	a: Cu: 0.57% R: 88,000,000 T. b: Cu: 2.0 gr/T c: Cu: 12.2 gr/T	Sill de cuarzozonzenita que afecta a una secuencia de andesitas y calizas.	Diseminación y sellado, de cavidades.	Pórfido de Cobre	Paleoceno	Arco magnético continental, (ambiente sub-volcánico).
7	4d07 - 04C130		San Juan.	LN:26°47' LV:108°02'	AgPbZn (Au,Cu)		Intrusivo granodiorítico de grandes proporciones, cubierto por tobas riolíticas.	Veta	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno	Arco magnético continental, (ambiente hidrotermal).
8	3e07 - 04C120		La Barranca.	LN:26°46' LV:108°09'	CuAu(Ag)	Au:0.5-1.9 g/T Cu:0.04-1.13% Ag:0.6-41.6 g/T	Roca intrusiva de composición ácida.	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno	Arco magnético continental, (ambiente hidrotermal).
9	4d13 - 04C116		La Reforma.	LN:26°56' LV:108°10'	AgPbZn (AuCu)		Skarn.	Vetas	Metasomático de contacto.	Eoceno Paleoceno	Arco magnético continental emplazado en rocas calcáreas.

NUMERO	CODIGO	SIEMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
10	AJ07 - 04C136		Santo Niño	LN:26°45' LW:108°12'	AgPbZn (Au,Cu)	Au: 11.2 g/T Ag:410 gr/T Cu: 7% Pb: 2.7 % Zn: 0.5%	Roca intrusiva de composición ácida.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno	Arco magnético continental, (ambiente hidrotermal).
11	3e07 - 04C137		a).- Piedra Verde. b).- La Chinita. c).- Cordón de la Cochinita.	a:LN:26°45' LW:108°09' b y c: LN:26°45' LW:108°10'	CuAuAg	Au: 0.02-1.4 g/T AR: 1.5-274 g/T Cu: 0.01-11.8%	Roca intrusiva de composición ácida.	Troncos, Chinganas y formas irregulares.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno	Arco magnético continental, (ambiente hidrotermal).
12	3e13 - 04C116		a).- El Saucito. b).- El Sumpul.	a:LN:26°44' LW:108°15' b:LN:26°44' LW:108°14'	AuCuAg	Au: 0.2-1.2 g/T Cu: 0.8-1.12% Ag: 4.7-23.2 g/T Pb: 0.023 % Zn: 0.02-4.32%	Calizas de edad Cretácica afectadas por un intrusivo de composición ácida.	Vetillas y disseminados.	Metasomático de contacto.	Paleoceno	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
13	2d13 - 04B036		a).- El Tepeguaje, Los Patos, El Respaldo, Lourita, El Macapul. b).- La Calera. c).- El Cura, Loncuates, La Pirita, La Epidota.	a:LN:26°44' LW:108°14' b:LN:26°43' LW:108°15' c:LN:26°43' LW:108°14'	FeCu		Calizas en edad Cretácica afectadas por un intrusivo de composición ácida.	Vetillas y disseminados.	Metasomático de contacto.	Paleoceno	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
14	7d13 - 04C116		Agua Pireta	LN:26°43' LW:108°17'	PbZnAg (Au,Cu)		Calizas de edad Cretácica afectadas por un intrusivo cuarzodiorítico.	Vetillas y disseminados.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
15	3e13 - 04C36		a).- El Holibdeno La Dura. b).- El Sotolar	a:LN:26°43' LW:108°13' b:LN:26°43' LW:108°14'	CuMo(Fe)	a).- Mo:5.32% b).- No calculados.	Tactita producida por la intrusión de granodiorita en calizas Cretácicas	Vetas	Metasomático de contacto.	Paleoceno	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
16	3e07 - 04C168		El Maginral	LN:26°43' LW:108°02'	CuMoW		Granodiorita.	Diseminado y Vetillas.	Pórfido de Cobres.	Paleoceno	Arco magnético continental (ambiente subvolcánico).

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
17	4a07 - 04146		El Concometillo	LN:26°43' LW:108°09'	Au(Ag)	Au: 27.2 g/T Ag: 0.3 g/T	Rocas volcánicas intermedias.	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
18	3a07 - 04126		San Felipe	LN:26°43' LW:108°05'	CuZn(Ag)	Reservas: 15,300 Toneladas	Granodiorita.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
19	4c13 - 04C116		a).- María Cristina. b).- San Rafael	a:LN:26°42' LW:108°13' b:LN:26°41' LW:108°12'	AuAg(Cu)	Au: 0.8-8.2 g/T Ag:79.0-526 g/T Cu:0.72-3.5% Pb:0.55-1.82% Zn:0.17 %	Calizas intrusivas por una granodiorita.	Vetillas	Metasomático de contacto	Paleoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
20	2d13 - 04C036		Cerro Mazomique	LN:26°41' LW:108°13'	FeCu	Fe: 61 % Reservas Probables 800,000 Tn.	Calizas intrusivas por una granodiorita.	Vetillas y diaseminado.	Metasomático de contacto.	Paleoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
21	4c07 - 04C146		a).- Hircocoles. b).- La Montaña	a:LN:26°39' LW:108°02' b:LN:26°39' LW:108°00'	AuAg	a).-Ag: 7.5 Kg/T b).-No calculadas.	-	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
22	4a07 - 04C126		Balmora	LN:26°36' LW:108°19'	Au		Roca intrusiva de composición ácida.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
23	4c07 - 04C146		El Rayo	LN:26°30' LW:108°10'	AuAg	Au: 4 g/T Ag: 378 g/T		Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
24	4c07 - 04C146		El Puerto del Reparo.	LN:26°30' LW:108°05'	AuAg	Au: 2 g/T Ag: 8 g/T	Roca intrusiva de composición ácida.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
25	4c07 - 04C146		La Sidera, Año nuevo	LN:26°29' LW:108°02'	AuAg	Au: 2 g/T Ag: 3.8 g/T	Roca intrusiva de composición ácida.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
26	3a13 - 04C036		Las Lajas.	LN:26°28' LW:108°09'	Cu	No calculadas.	Rocas calcáreas afectadas por la intrusión de una granodiorita.	Hantos y rellenos de cavidades.	Metasomático de contacto.	Campaniano	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EDOGA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
27	4a07 - 04C126		Mi Tocayo	LN:26°28' LW:108°17'	Au	Au: 100-347 g/T	Pórfido andesítico.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
28	4c07 - 04C146		La Estrella de Oro y otras.	LN:26°28' LW:108°08'	AuAg	Au: 4 g/T Ag: 504 g/T	Intrusivo de composición ácida.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
29	3a07 - 04C12		a).- Cinco Entrelina y Otras. b).- Rancho Higuarita.	a:LN:26°24' LW:108°22' b:LN:26°23' LW:108°22'	Cu(Au)	Cu:19-233.5 g/T	Rocas metamórficas.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
30	4a00 - 00C40		Yecorato.	LN:26°22' LW:108°19'	Au		Arenas y gravas.	Diseminado.	Depósito de placer.		
31	4c07 - 00C147		Cuitiboca.	LN:26°11' LW:108°03'	AgAu		Andesitas.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
32	4b07 - 04C127		Ivonne.	LN:26°08' LW:108°37'	AuCu		Rocas andesíticas del Terciario Inferior	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
33	4c07 - 04C137		Jesús María y El Romario.	LN:26°08' LW:107°58'	AuAg(Cu)		Andesitas.	Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
34	4a07- 04C127		San José de Gracia	LN:26°11' LW:107°51'	Au	Au: 11 g/T	Andesitas, riolitas y pizarras.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
35	4c07 - 04C147		Yndran.	LN:26°07' LW:107°33'	AuAg		¿Rocas volcánicas ácidas del Terciario?	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
36	3a07 - 04C127		Aquicuauri.	LN:26°07' LW:108°51'	CuAuAg	Cu:0.00-0.26 % Au:2.2-74.0 g/T Ag:6.8-14.0 g/T	Andesitas.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
37	4407- 04C137		Los Ojitos.	LN:26°07' LW:109°39'	PbZnAg (AuCu)		Andesitas del Terciario Inferior.	Vetna.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal).
38	4407- 04C137		a).- Santa Niño y Gallo Nuevo. b).- Varlas Minas c).- La Planosa I y II	a:LN:26°05' LW:108°35' b:LN:26°05' LW:108°33' c:LN:26°04' LW:108°36'	AgPbZn (AuCu)	Au:0.2-2.4 g/T Ag:3.2-91.2 g/T Cu:0.02-6.7% Pb:0.01-12.03% Zn:0.006-1.23%	Rocas volcánicas.	Vetas, Troncos y Chimeñas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
39	7407- 00C137		a).- El Cedro y San Judas, b).- Sara.	a:LN:26°05' LW:108°25' b:LN:26°05' LW:108°23'	PbZnAg		Andesitas y riolitas.	Vetna.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
40	4407- 00C127		La Chiapa.	LN:26°05' LW:108°05'	Au		Andesitas.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
41	2407- 04C034		El Metal	LN:26°03' LW:108°36'	CuFe			Troncos, Chimeñas y cuerpos irregulares.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental.
42	7407- 04C137		La Fortuna y El Triunfo.	LN:26°03' LW:108°20'	Pb(AgCu)		Andesitas.	Brechas Mingralizadas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
43	4407- 04C147		San Antonio.	LN:26°03' LW:108°10'	AuAg	Au:0.5 g/T Ag:550 g/T Reserva Probables 8640 Ton.	Intrusivo de composición ácida?	Vetna.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
44	4407- 00C137		El Aguaje	LN:26°02' LW:108°30'	AgPbZn (AuCu)	Ag:2 g/T Pb: 0.088 % Zn:0.30 % Au:0.2 g/T Cu:0.025 %	Andesitas del Terciario Inferior.	Troncos, Chimeñas y cuerpos irregulares.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
45	4407- 00C137		El Chivo.	LN:26°02' LW:108°37'	AgPbZn (AuCu)	Au:0.3 g/T Ag: 3.6 g/T Cu: 0.5 % Pb: 0.015% Zn: 0.043 %		Troncos, Chimeñas y cuerpos irregulares.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LRY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
46	7a07- 04C137		San Galardo, Ambarra, El Ramal, La Flemona, El Muerto y Tasañera.	LN:26°01' LW:108°30'	PbZnAg (AuCu)		Andesitas.	Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
47	7a07- 00C137		Flemonas.	LN:26°00' LW:108°31'	Pb(Cu)		Andesitas.	Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
48	10a07- 00C137		La Prieta.	LN:26°00' LW:108°00'	Mn			Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
49	4a07- 04C127		San Javier.	LN:25°57' LW:107°21'	Au			Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
50	7a07- 24C127		Agua Fría y La Providencia.	LN:25°55' LW:107°20'	CuMo (AuAg)		Secuencia de areniscas, areniscas Tobaceas y conglomerados.	Diseminado, Chimenas y cuerpos irregulares.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
51	3c07- 04C117		San Javier.	LN:25°52' LW:107°21'	CuMo (AuAg)		Aparentemente se encuentra localizada en el contacto de un intrusivo con una pizarra negra.	Mantos y relinco de evidencias.	Metanómico de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental.
52	5d07- 08C015		La Codiciada. (J. Centro C.)	LN:25°52' LW:107°37'	NiCoCuFe	Ni:3.4-9.6 Kg/T Co:37 g/T Cu: 30 g/T Fe:6.8 %	Rocas básicas y ultrabásicas.	Diseminado más o menos concordante a la roca encajonante.	Yacimiento de segregación magmática.	Jurásico-Cretácico Inferior	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
53	4a00- 00C049		Bacubirito.	LN:25°51' LW:107°55'	Au		Arenas y gravas.	Diseminado	Placer.		
54	4c07- 00C147		El Tomate o El Limón.	LN:25°50' LW:107°16'	AuAg	Ag: 3.0 g/T	Andesitas	Cuerpos irregulares.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
55	3a07- 04C127		Potrero de Victoria.	LN:25°50' LW:107°12'	Cu(AuAg)	Au:0.1 g/T Ag:6.0 g/T Cu:1.83 Kg/T	Rocas volcánicas del Terciario.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA HUECAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA METALOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
56	4d07- 04C137		n).- Santa Josefa, La Vaca y la Plomosa.	LN:25°48' LW:107°08'	n):AgPbZn (AuCu)	n).-Au:7.4 g/T Ag: 102 g/T Cu: 1.8 % Zn: 1.68 % Pb: 1.2 %	Intrusivo Cuarzomonzonítico.	Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
57	7d07- 00C137		Los Portezuelos	LN:25°45' LW:107°22'	PbAuAg	Au: 0.1 g/T Ag: 6.3 g/T Pb: 0.1 %	Rocas volcánoclasticas	Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
58	4d07- 00C137		San Miguel	LN:25°45' LW:107°46'	AgPbZn (AuCu)			Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
59	3e07- 04C117		Tepeyac, Mojardineña, El Día.	LN:25°45' LW:107°21'	CuMo (AuAg)		Rocas Metamórficas.	Troncos, Chimeneas y cuerpos irregulares.	Metasomático de contacto.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
60	3a07- 04C127		El Pumar.	LN:25°43' LW:107°57'	Cu		Granodiorita.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
61	3e07- 04C126		Cuenta de los Puchecana.	LN:25°43' LW:107°22'	CuAuAg	Cu: 2.33 % Au: 5. 3 g/T Ag: 6.2 g/T	Cálizas.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
62	4e07- 04C147		La Tuna.	LN:25°43' LW:107°07'	AuAg		Secuencia de rocas volcánoclasticas.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
63	4e07- 04C147		San Luis Gonzalez	LN:25°43' LW:107°07'	AuAg		Roca intrusiva ácida.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
64	4a00- 00C040		Palmar de los Sepúlveda.	LN:25°43' LW:107°55'	Au		Arenas y gravas.	Diseminado	Depósito de placer.		
65	4e07- 04C146		Los Trojes.	LN:25°41' LW:107°24'	AuAg(Pb)	Au: 0.2 g/T Ag: 51 g/T Pb: 0.76 %	Roca intrusiva ácida.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NÚMERO	C O D I G O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ELEMENTO METÁLICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA MTA LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
66	5b07- 08C01		Allinton.	LN:25°41' LW:107°08'	Ni(Au)		Rocas ultrabásicas	Vetillas	Yacimiento de segregación magmática.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
67	10a07- 00C13		Guanuchi y Ion Itchin.	LN:25°40' LW:107°35'	Mn			Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
68	3c07- 04A166		Teneapa.	LN:25°38' LW:107°21'	CuMo(Ag)	Au: 11 g/T Cu: 14.02 % Mo: 8.7 %	Granodiorita.	Diseminando, Chimenana	Pórfido de Cobre	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente subvolcánico)
69	2a13- 04C036		La Estierna, Los Anteos, Piedra Blanca.	LN:25°38' LW:107°27'	PbCu	No calculadas	Rocas calcáreo-arcillosas afectadas por un intrusivo granodiorítico	Mantos.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
70	3c07- 04C126		La Calera.	LN:25°38' LW:107°17'	CuMo PbZnAgAu	Cu: 248 g/T Mo: 27.3 g/T Pb: 295 g/T Zn: 500 g/T Ag: 5.2 g/T Au: 1.03 g/T	Andesitas.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
71	3d13- 04C116		La Selva Rica	LN:25°38' LW:107°27'	CuZn (AuAg)		Secuencia sedimentaria con diferentes grados de metamorfismo, producto de un intrusivo granodiorítico.	Diseminación	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
72	4a07- 04B127		Magistral.	LN:25°37' LW:107°49'	Au		Rocas volcánicas del Terciario Inferior.	Vetas.	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
73	4a07- 04B136		a).- La Verde, La Providencia II. b).- La Providencia I. c).- La Providencia de San Roque.	a)LN:25°37' LW:107°22' b)LN:25°37' LW:107°20'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 3-190 g/T Pb:0.06-244 kg/T Zn:0.4-444 Kg/T Au:0.1-1.2 g/T Cu:1.8-74 Kg/T	Rocas Metamórficas.	Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
74	7a07- 04C137		a).- Santiago de los Caballeros. b).- Lon Brantien	a)LN:25°35' LW:107°20' b)LN:25°35' LW:107°19'	PbZnAg (AuCu)	a).-No calculadas. b).-Pb:1500 gr/T Zn: 648 gr/T Ag: 82 g/T Au: 0.4 g/T		Vetas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
75	4a07- 04B127		Palmarito	LN:25°35' LW:107°16'	Au		Rocas volcánicas del Terciario Inferior	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
76	7d07- 04C116		La Cupin.	LN:25°34' LW:107°23'	PbAuAg	Pb:184 g/T Au: 0.5 g/T Ag: 3.0 g/T	Calizas afectadas por un intrusivo ácido.		Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
77	7d07- 04C137		El Agua, Monte largo	LN:25°33' LW:107°10'	PbZnAg (AuCu)	Pb: 10 % Zn: 200 g/T Ag: 230 g/T Au: 4.3 g/T	Roca intrusiva de composición ácida.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
78	3e07- 04C127		La Concepción	LN:25°32' LW:107°21'	CuAuAg	Cu: 70 g/T Ag: 1.2 g/T Au: 0.4 g/T	Roca intrusiva de composición ácida.	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
79	3e07- 00C127		El Caballero	LN:25°32' LW:107°10'	CuAuAg	Cu: 410 g/T Ag: 1.6 g/T Au: 0.1 g/T	Rocas volcánicas del Terciario Inferior.	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
80	4b07- 04C127		Los Guajolotes	LN:25°31' LW:107°29'	CuAu		Intrusivo ácido.	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
81	2a13- 04C03		Buena Suerte	LN:25°31' LW:107°27'	Fe		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.		Metasomático de contacto.		Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
82	4d13- 04C11		Chabelo	LN:25°31' LW:107°26'	AgPbZn (AuCu)	Au: 8.6 g/T Ag: 14.8 g/T Cu: 0.2 % Zn: 2.3 % Pb: 105 g/T	Calizas afectadas por un intrusivo.	Vetas	Metasomático de contacto.		Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
83	4b13- 04C03		La Fierroña	LN:25°30' LW:107°26'	AuCu		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.		Metasomático de contacto.		Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.

NUMERO	C O D I G O	SIEMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
84	4c07- 04C147		El Hornito	LN:25°31' LW:107°18'	AuAg	Au: 67 g/T Ag: 3,2 Kg/T	Andesitas	Veta	Hidrotermal de baja temperatura.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
85	4a07- 04C127		Región de Dequillon.	LN:25°25' LW:107°44'	Au		Andesitas	Veta	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
86	2a13- 04C36		Dequillon	LN:25°27' LW:107°45'	Fe		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.		Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal), emplazado en rocas calcáreas.
87	4c07- 04C147		Las Aguanas	LN:25°25' LW:107°20'	AuAg		Roca ígnea extrusiva aparentemente andesita porfídica.	Veta	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
88	2d07- 40C03		a).- El Pozo b).- La Laguna c).- Prospecto el Macucho.	a:LN:25°25' LW:107°18' b:LN:25°26' LW:107°18' c:LN:25°24' LW:107°17'	CuFe		Secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas Metamorfizadas, - afectadas por un dique porfíroandesítico	Vetas	Metasomático de contacto.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
89	2d07- 04C03		Maginral de arriba y Maginral de abajo.	LN:25°25' LW:107°15'	FeCu		Rocas Metavolcánicas	Vetas	Metasomático de contacto.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
90	3b07- 04B166		Los Chicharrones	LN:25°25' LW:107°22'	Mo	Mo:0,36 % Reserva positiva. 44,400 Ton.	Stock Cuarzononzonítico.	Vetillas, Troncos, Chimeneas y diseminados.	Pórfido de Mo libéno.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente subvolcánico)
91	4c07- 04C147		Ronario	LN:25°24' LW:107°16'	AuAg		Metandesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
92	2d07- 04C03		La Esmeralda	LN:25°24' LW:107°14'	Fe(Cu)		Tobas y andesitas que fueron intrusadas por una granodiorita.	Vetas	Metasomático de contacto.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
93	4d07- 04C137		El Creatón	LN:25°24' LW:107°18'	AgPbZn (AuCu)		Metandesitas	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NUMERO	C O D I C O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO.	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
94	4d07- 04C137		La Calcopirita	LN:25°24' LW:107°13'	AgPbZn (Cu)		Rocas Metavolánicas.	Vetna	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)
95	7d07- 04C137		a).- Mina Grande, Otatillos. b).- Los Robles.	a):LN:25°23' LW:107°21' b):LN:25°22' LW:107°20'	PbZnAg (AuCu)	n). Pb:11.7 % Zn: 23.2 % Ag: 1020 g/T Au: 0.3 g/T b). No calculadas.	Andesitas del complejo volcánico inferior.	Vetna	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)
96	3a07- 48C127		El Chapopote	LN:25°21' LW:107°17'	Cu		Secuencia sedimentaria metamorfizada, con horizontes arcillosos y calcáreos, cubiertos por desarrollos riolíticos	Vetna	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)
97	4d07- 04C137		Virginia	LN:25°21' LW:107°21'	AgPbZn (AuCu)		Secuencia sedimentaria metamorfizada.	Vetna	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)
98	3a07- 04C165		Bacamacari	LN:25°20' LW:107°45'	Cu(W)	Cu: 1.9 %	Dique granodiorítico	Relieno de fisuras.	Pórfido de Cobre	Coniaciano-Carnaniense.	Arco magnético continental (ambiente subvolcánico)
99	4c07- 04C147		El Mautal	LN:25°12' LW:107°17'	AuAg		Andesitas del complejo volcánico inferior.	Vetna	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)
100	4c07- 04C147		La Trinidad	LN:25°11' LW:107°15'	AuAg		Andesitas del complejo volcánico inferior.	Vetna	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)
101	3a13- 04C116		Margarita, Julieta Cayola, Tobera.	LN:25°10' LW:107°31'	Cu (W,Ag)	Cu: 3-4 % Ag: 4-30 g/T	Calizas cretácicas afectadas por un intrusivo ácido.		Metasomático de contacto.	Cenomaniano Turoniano	Arco magnético continental, emplazado en rocas calcáreas.
102	a): 4d07- 04C117 b): 2d07- 04C037	 	a).- Diable Verde b).- El Hilito, Los Cochín	LN:25°09' LW:107°31'40"	a): AgPbZn (AuCu) b): CuFe		Pórfido andesítico afectado por una granodiorita.	Vetna	Metasomático de contacto.		Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)
103	4c07- 00C147		Los Lobitos, San Manuel.	LN:25°09' LW:107°17'	AuAg	Au: 6.27 g/T Ag: 180 g/T	Cuerpomonzonita y andesitas.	Vetna	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magnético continental (ambiente hidrotermal)

NÚMERO	C O D I G O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ELEMENTO METÁLICO	LIZ Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
104	7407- 04C137		La Marcelina o el Venadillo.	LN:25°05' LW:107°25'40"	PbZnAg (AuCu)		Intrusivo de composición ácida.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
105	4d07- 04C137		Santa Clara	LN:24°04'25" LW:107°27'20"	AgPbZn (AuCu)		Intrusivo de composición ácida.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
106	4d07- 04C137		La Buenaventura, La Cruz, La Cinco, El Buey, La Guadalupe, La Guasima.	LN:25°01'-01' LW:107°24'-25'25"	AgPbZn (AuCu)	Ag:0.003-55.2 g/T Pb:0.002-0.20 % Zn:0.02-0.98 % Au:0.3-3.8 g/T Cu: 0.01-1.6 %	Andesita porfídica del complejo volcánico inferior.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
107	4d07- 04C136		Cecilia	LN:25°01' LW:107°22'	AgPbZn (Au)		Andesitas del complejo volcánico inferior.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
108	3c07- 04C166		Las Higuera	LN:25°02' LW:107°15'	MoCu	Mo:5.1 % Cu:2.5 % Reservas: 250 Ton.	Granodiorita	Diseminado, Vetillas y Chimeneas.	Pórfido de Cobre.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente subvolcánico)
109	5b07- 08C01		Culiacán	LN:25°00' LW:107°15'	HfSb (Pt)	Hf: 230000 ppm, Pt: 24 ppm, Sb: 1310 ppm.	Intrusivo básico y ultrabásico	Vetillas y diaminado.	Segregación Magnética		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
110	2a13- 04C036		Lechuguilla	LN:24°50' LW:107°19'	Fe		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Vetillas y diaminado.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
111	4c13- 04C116		El Tigre La Prieta I y II, Los Chivos.	LN:24°50' LW:107°17'	AuAg	En la Prieta I Au: 11 g/T Ag: 151 g/T	Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Vetillas y diaminado.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
112	3a13- 04C036		El Chipil	LN:24°50' LW:107°18'	Cu(Fe)		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Mantos y relle no de cavidad.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.

NÚMERO	C O D I G O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ELEMENTO METÁLICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EDADA META LOGENÉTICA	AMBIENTE METALOGENÉTICO
113	Ac07- 04C146		La Fortuna	LN:24°57' LW:107°15'	AuAg	Au: 14-75 g/T Ag: 160 g/T		Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
114	4d13- 04C116		El Pozo	LN:24°58' LW:107°13'	AgPbZn (AuCu)		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Mantos y rillón de cavidad.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
115	4a07- 04C136		El Encobul	LN:24°55' LW:107°16'	Au(Ag)	Au: 7.6 g/T Ag: 0.2 g/T	Granodiorita	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
116	3n13- 04C036		Agua Blanca	LN:24°55' LW:107°18'	Cu	Cu: 1.56 %	Calizas afectadas por una granodiorita.	Vetillas y diacalcedo.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
117	3d13- 04C116		Toña Harin	LN:24°56' LW:107°22'	CuZn (AgPb)	Cu:1.6-11.6 % Zn:0.34-6.2 % Ag: 0.005-350 g/T Pb: 0.3 %	Rocas de Metamorfismo de contacto por la intrusión de una granodiorita.	Diseminado y Mantos.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
118	7d07- 04C137		El Chichí	LN:24°48' LW:107°23'	PbAg (Au)	Pb: 2.3-26 % Ag: 1.13-3.37 g/T Au: 2 g/T	Andesitas del complejo volcánico inferior.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
119	2d13- 04C037		Tepustetillo	LN:24°42' LW:107°06'	FeCu		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Vetas	Metasomático de contacto.		Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
120	4d07- 04C137		a).- Zapopan b).- Comichín	a): LN:24°42'05" LW:106°52'30" b): LN:24°42' LW:106°53'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 130-268 g/T Pb: 0.72 % Zn: 1.47-4.1 % Au: 0.9-12.15 g/T Cu: 0.14 %	Areniscas y pizarras	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
121	Ac07- 04C137		a).- La Venada b).- La Gloria	a): LN:24°43'45" LW:106°51' b): LN:24°42'20" LW:106°51'	AuAg(Cu)	Au: 1.3 g/T Ag: 6.0-32.2 g/T Cu: 0.01-0.43 %	Brecha Sedimentaria	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
122	4d07- 04C137		La Clarina, Animas, Sacramento.	LN:24°42' LW:106°50'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 34-159 g/T Au: 0.6-2.5 g/T Pb: 0.74 % Zn: 3.2 % Cu: 0.01-0.15 %	Areniscas	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
123	4d07- 04C137		Pitorreal	LN:24°40' LW:106°54'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 18 g/T Au: 1 g/T Pb: 0.33 % Zn: 0.9 % Cu: 0.01 % Reservas: 8750 Ton.	Roca intrusiva ácida.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
124	4d07- 04C137		Cajón de Minas, La Grande, Altica, La Hguerita Los Montes La Planillina	LN:24°40' 24°41' LW:106°51' 106°52'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 2.8-251 g/T Au: 0.8-5.7 g/T Pb: 0.06-0.72 % Zn: 0.04-4.65 % Cu:0.004-0.33 %	Areniscas, pizarras, brechas sedimentarias y rocas volcánicas.	Vetas y lentes	Hidrotermal de baja a mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
125	2a13- 04C037		Felipe I	LN:24°37' LW:107°10'	Fe	Reservas: 160,000 Ton.	Calizas afectadas por una granodiorita.		Metasomático de contacto.		Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
126	3e07- 04C127		El Forvenir	LN:24°36' LW:107°08'	CuAu (AgPb)	Cu: 2.24 % Au: 0.1 g/T Ag: 13.7 g/T Pb: 0.01 %	Rocas volcánicas.	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
120	4d07- 04C137		El Rincón, San Inidro San José Ampliación San José.	LN:24°33' LW:107°06'	AgPb (AuCu)	Ag: 3 Kg/T Pb: 5.2 % Au: 1.2 g/T Cu: 0.3 %	¿Calizas?	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
129	3a35-00C10		Corcón del Gallo	LN:24°32' LW:107°00'	Cu(Mo)	Cu: 1.2-2.1 % Mo: 3-5 g/T	¿Secuencia vulcano-sedimentaria?		¿Vulcanosedimentario?		Arco magmático continental, emplazado en secuencia vulcano-sedimentaria.

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
130	4d13- O4C117		a).- Santa Loreto, La Tenuitipoca b).- San Antonio, San Juan, La Aponita.	a): LN: 24°31' LW: 107°03' b): LN: 24°30' LW: 107°04'	AgPbZn (AuCu)	a): Ag: 76-164 g/T Au: 0.66-4.8 g/T Pb: 0.18% Zn: 0.33 % Cu: 1.2-8.4% b): Ag: 7.5-11.06 g/T Au: 1.5 g/T Pb: 0.16-0.46% Zn: 0.3-2.8% Cu: 3.8%	Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Vetas, Mantos y diseminado.	Metasomático de contacto.		Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
131	3a07- O4C127		De Barraza	LN: 24°30' LW: 107°06'	Cu		Andesitas y Margas	Vetas	Hidrotermal de mediana a alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
132	4a07- O4C127		20 Onzas	LN: 24°30' LW: 107°07'	Au		Andesitas del complejo volcánico inferior.	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
133	4a13- O4C117		La Calavera	LN: 24°29' LW: 107°05'	Au		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.		Metasomático de contacto.		Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
134	3c07- O4C12		La Vainilla	LN: 24°30' LW: 106°59'	CuMo	Cu: 5.74 % Mo: 27 g/T	Areniscas.	Veta	Hidrotermal de alta temperatura.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
135	4c13- O4B11		Santa Cruz, La Guadalupe, Los Angeles, Los Venos, Todos Santos, Quila, La Brujeña, El Puerto, Corralitón San Francisco.	LN: 24°28' 24°29' LW: 106°55'	AuAg	Au: 0.1-2.18 g/T Ag: 0.7-213 g/T	Calizas y conglomerados afectados por un intrusivo ácido.	Vetas	Metasomático de contacto.		Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
136	4c07- O4C147		Recompensa o Barrón.	LN: 24°27' LW: 107°05'	Ag(Au)	Ag: 135 g/T		Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
137	4d07- O4C137		El Refugio, El Sabino.	LN: 24°31' LW: 106°39'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 480 g/T Au: 0.5 g/T Pb: 0.11 % Zn: 1.9 % Cu: 1.14 %	Calizas	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NÚMERO	C O D I G O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ELEMENTO METÁLICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	ÉPOCA METALOGÉNICA	AMBIENTE METALOGÉNICO
138	4d13- 04C116		La Victoria	LN:24°30' LW:106°44'	AgPbZn		Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Vetillas y Mantos.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas. /
139	4c07- 04C146		Dolños, La Purísima "A" y "B", Mina Rosarito, El Carrón, San Pedro, Polo Alto.	LN:24°29' LW:106°41'	AgAu		Areniscas brechoides y areniscas volcánicas	Vetas y Formas Tabulares.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
140	4d13- 04C116		La Verda	LN:24°30' LW:106°40'	AgPbZn (AuCu)		Skarn de Granato	Manton y rollo no de cavidades.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
141	4c07- 04C146		La Dura, Don Arando, La Paloma Azul, La Dicha, La Cuervera.	LN:24°30' 24°31' LW:106°37' 106°39'	AuAg	Au: 2.3 g/T Ag:528-1005 g/T	Areniscas volcánicas y granodiorita.	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
142	7d07- 04B116		La Estrella	LN:24°30' LW:106°38'	PbZnAg (AuCu)	Pb: 9 % Zn: 14 % Ag: 770 g/T Cu: 3 %		Diseñado	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en secuencias vulcanosedimentarias.
143	4d00- 04C116		El Mamuth, Los Manuales, La Moreña "A" La Moreña "B"	LN:24°29' LW:106°39'	AgPbZn (AuCu)	Ag:152-321 g/T Au: 0.41 g/T Pb: 0.3 % Zn: 3.2-0.4 % Cu:0.54-1.38%	Skarn	Relleno de fracturas.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental.
144	4d07- 46C136		San Francisco (Chilicota)	LN:24°28' LW:106°37'	AgPbZn (AuCu)		Roca ígnea intrusiva de composición intermedia.	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental.
145	4c07- 04C146		Los Tacóns, La Cobriza	LN:24°26' LW:106°40'	AuAg		Calizas y Granodiorita	Bolsons y Clivos.	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental.
146	4d13- 04C116		El Sauce, La Millonaria	LN:24°25' LW:106°46'	AgPbZn (AuCu)	Ag:33-228 g/T Au: 0.7 g/T Pb: 11.26 % Zn: 2.76 % Cu: 2.7 %	Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Vetillas, Troncos.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.

NUMERO	CODIGO	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
147	2a13- 04C036		La Minita	LN:24°25' LW:106°45'	Fe	Fe: 65% Reservas: 50 Tm.	Calizas afectadas por un intrusivo ácido.		Metasomático de contacto.	Paleoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
148	4a13- 04C116		La Candelaria, Santo Domingo Santa Teresita La Escondida	LN:24°24' LW:106°36' 106°37'	AuPbZn (AuCu)	La Escondida: Ag: 2.7 Kg/T Au: 14.5 g/T Pb: 10.75 % Zn: 1.33 % Cu: 4.7 %	Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Troncos, Chimeneas y cuerpos irregulares.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
149	4a13- 04C116		Mina Nueva (El Venado) El Venado (Vado Hondo)	LN:24°23' LW:106°46'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 200 g/T Au: 1.5 g/T Cu: 2 % Pb: 0.5 %	Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Cuerpos irregulares.	Metasomático de contacto.	Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
150	4c07- 04C136		El Promontorio	LN:24°22' LW:106°43'	AuAg(Cu)	Au: 0.3 g/T Ag: 41 g/T Cu: 1.49 %	Granodiorita	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental. (Ambiente hidrotermal)
151	3a13- 04C036		Mina Colono, Los Cortapicon	LN:24°21' LW:106°41'	CuAuAg	Cu: 1.01 % Ag: 31.2 g/T Au: 0.4 g/T	Calizas afectadas por un intrusivo ácido.	Cuerpos irregulares.	Metasomático de contacto.	Paleoceno Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
152	4a13- 04B116		Nuestra Señora	LN:24°22' LW:106°37'	CuAgPb Zn	Cu: 16 % Ag: 7 Kg/T Pb: 13 % Zn: 7 %	Calizas afectadas por una granodiorita.	Troncos, Vetas y Chimeneas.	Metasomático de contacto.	Paleoceno Eoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
153	4c07- 04B146		Las Tatomas, El Cerro, El Zapote "A" y "B", San Pedro, Roche Bueno La Chiripa, Las Jarillas, La Bufa Las Primas, La Banderera, Los Catanaos El Guiendo, Altamira.	LN:24°16' 24°17' LW:106°30' 106°31'	AuAg	Au:0.0-94.2 g/T Ag:0.0-2.3 Kg/T	Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental. (Ambiente hidrotermal)
154	4c07- 04C146		Graciano a Dios	LN:24°15' LW:106°35'	AuAg		Andesitas	Veta	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental. (Ambiente hidrotermal)

NÚMERO	C O D I G O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ELEMENTO METÁLICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	ÉPOCA METALOGÉNICA	AMBIENTE METALOGÉNICO
155	4c07- 04C146		El Capuli	LN:24°16' LW:106°21'	AuAg	Au: 0.6 g/T Ag: 3.2 g/T	Brecha de falla en - andesitas.	Vetas, troncos y cuerpos irregu- lares.	Hidrotermal de baja temperatu- ra.	Eoceno	Arco magmático continen- tal. (Ambiente hidroter- mal)
156	4d07- 04C136		Min Don Miguel	LN:24°16' LW:106°22'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 33-65 g/T Au: 1.2-11.6 g/T Pb: 0.6-5.5 % Zn: 1.7 % Cu: 0.11 %	Andesitas	Troncos, Chir- neas.	Hidrotermal de mediana tempera- tura.	Eoceno	Arco magmático continen- tal (ambiente hidroter- mal)
157	4d07- 04C136		Joculxtila ó Joculxtila	LN:24°13' LW:106°17'	AgPbZn (AuCu)		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de mediana tempera- tura.	Eoceno	Arco magmático continen- tal (ambiente hidroter- mal)
158	4c07- 04C14		La Gaby	LN:26°16' LW:107°00'	AuAg	Au: 5.4 g/T Ag: 94.3 g/T	Tobas riolíticas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatu- ra.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continen- tal (ambiente hidroter- mal)
155	4c07- 04B14		Veta "B", El Oban- tel, El Pochote, - Los Oloten, El In- dio, El Perihuete Veta "C", El Pirí- huete, Romá Harín Las Agunmitas.	LN:24°12' LW:106°51' 106°52'	AuAg	Au: 0.43-0.4 g/T Ag: 39.6-697 g/T	¿Andesitas?	Vetas	Hidrotermal de baja temperatu- ra.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continen- tal (ambiente hidroter- mal)
160	4c07- 04C14		Mineral de Zamora Las Juntas.	LN:24°11' LW:106°51'	AuAg	Mineral de Zamora: Au: 3.5 g/T Ag: 697 g/T Reserva probable: 24353 Ton.	Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatu- ra.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continen- tal (ambiente hidroter- mal)
161	4c07- 04C14		Carpanillas, La Franca, El Triun- fo, El Nazareno.	LN:24°14' LW:106°49'	AuAg	Au: 0.2-1.4 g/T Ag: 62.7-231 g/T	¿Andesitas?	Vetas	Hidrotermal de baja temperatu- ra.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continen- tal (ambiente hidroter- mal)
162	4a00- 00C04B		El Tambor	LN:24°08' LW:106°33'	Au		Arenas y Gravns	Diseminado	De placer		
163	4d07- 04C13		Candelero	LN:24°09' LW:106°17'	AgPbZn (AuCu)		Rocas volcánicas ácidas.	Vetas	Hidrotermal de mediana tempera- tura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continen- tal (ambiente hidroter- mal)

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	HOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LRY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
164	4c07- 04C146		San Diana	LN:24°07' LW:106°01'	AuAg		Andesitas y riolitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
165	4c07- 04C146		Socavón	LN:24°05' LW:105°59'	AuAg		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
166	4c07- 04C146		San Jerónimo	LN:24°05' LW:106°26'	AuAg		¿Andesitas?	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
167	4c07- 04C146		Ajoya	LN:24°05' LW:106°23'	AuAg		¿Andesitas?	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
168	4d07- 04C136		a).- Lon Tajon b).- La India	a:LN:24°04' LW:106°44' b:LN:24°03' LW:106°43'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 0.2-269 g/T Au:0.2-2.4 g/T Pb:0.013-10.8 % Zn:0.04-0.7 % Cu:0.02-2.4 %	Cuarsozononita	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
169	4c07- 04C14		El Huijache	LN:24°03' LW:106°25'	AuAg		Riolitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
170	4d07- 04C13		Panaltita	LN:24°03' LW:106°23'	AgPbZn (AuCu)		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
171	4c07- 04C14		San Agustín	LN:23°58' LW:106°32'	AuAg		Cuarsoclorita	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
172	4c07- 04C14		La Chiripa, Guerra, Quila.	LN:23°56' LW:105°23'	AuAg		Cuarsozononita	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
173	4d07- 04C12		Ixpulino	LN:23°56' LW:106°30'	Au		Intrusivo ácido	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

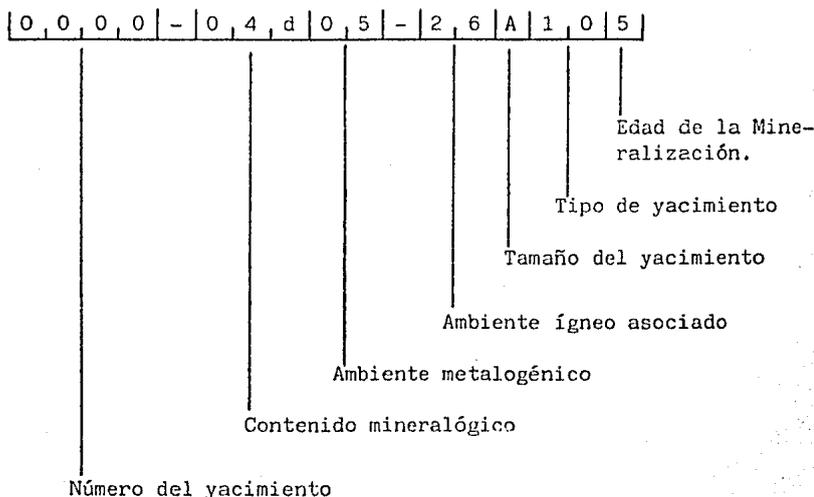
NUMERO	C O D I C O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
174	4a07- 04C12		Verónica	LN:23°43' LW:106°39'	Au	No calculadas	Andesitas	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
175	4c07- 04C14		La Cruz y otras	LN:23°50' LW:106°20'	AuAg	Au: 7,5 g/T Ag: 41,5 g/T	Granodiorita	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
175 (b)	2a13- 04H076		Los Vnaitas	LN:24°38' LW:107°09'	Fe(Cu)		Skarn producto de la intrusión de una granodiorita en remanentes de calizas.	Vetillas y cuerpos irregulares	Metanómático de contacto.	Oligoceno	Arco magmático continental, emplazado en rocas calcáreas.
176	4c07- 04B147		El Oro, El Favor, San Jorge, Todos Santos, Alíen, Desaparecidos.	LN:23°48' LW:106°00'	AuAg	Au:0.003-600 g/T Ag: 3,9-4000 g/T	Tobas riolíticas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
177	4c07- 04C14		San José del Favor.	LN:23°45' LW:105°56'	AuAg		Granodiorita	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
178	3c07- 04C166		La Azulita	LN:23°40' LW:106°10'	CuMo		Granodiorita.	Diseminado Chimeneas	Pórfido de Cobre y Molibdeno	Paleoceno	Arco magmático continental (ambiente subvolcánico)
179	3c07- 04C166		El Placer	LN:23°39' LW:106°10'	CuMo		Granodiorita	Diseminado Chimeneas.	Pórfido de Cobre y Molibdeno	Paleoceno	Arco magmático continental (ambiente subvolcánico)
180	4c07- 04C14		Zaragoza	LN:23°29' LW:106°00'	AuAg		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
181	4c07- 04C14		El Arco	LN:23°24' LW:106°00'	AuAg		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
182	4c07- 04C14		Distrito Pánuco	LN:23°25' LW:105°56'	AuAg	Au: 1,5 g/T Ag: 275 g/T Reservas posibles 219240 Ton.	Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

NUMERO	C O D I G O	SIEMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LBY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA META LOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
183	4c07- 46C146		Copaln	LN:23°23' LW:106°55'	AuAg		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
184	4c07- 04C14		Rio Florida	LN:23°24' LW:105°51'	AnAg		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
185	3c07- 04C16		Concordia	LN:23°17' LW:106°06'	CuAuAg		Granodiorita	Diseminado Chimeneas	¿Pórfido de Cobre?	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
186	3c07- 04C126		Hualpén	LN:23°15' LW:106°09'	Cu(Ho)	Cu: 0.8 % Reservas: 14,000,000 Ton.	Granodiorita	Brecha Hidrotermal.	Hidrotermal de alta temperatura (Relacionado a Pórfidos de - Cu)	Eoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
187	4c07- 09C14		Rosario	LN:22°29' LW:105°54'	AuAg			Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
188	10a7- 09C13		Clyde Smith	LN:23°00' LW:105°48'	Hn		¿Rocas volcánicas básicas?	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.		Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
189	4d07- 04C13		Picnecas	LN:23°06' LW:105°31'	AgPbZn (AuCu)		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
190	4d07- 04C13		Piomosas	LN:23°05' LW:105°30'	AgPbZn (AuCu)	Reservas: 750,000 Ton.	Andesitas	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
191	4a07- 04C12		La Mantra	LN:23°04' LW:105°29'	Au		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
192	7d07- 04C13		Santa Rita.	LN:23°02' LW:105°29'	PbZnAg (Cu)		Andesitas	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
193	1a07- 04B12		El Guaynba	LN:22°57' LW:105°34'	W(Ho)	W: 40 %	Granodiorita	Chimeneas	Relacionado a - Pórfidos de Cu.		Arco magmático continental (ambiente subvolcánico)

NUMERO	C O D I G O	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA METALOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO
194	4407- 04C12		Cordón de los Hilinitos.	LN:22°54' LW:105°34'	Au	Au:2-40 g/T	¿Andesitas?	Vetas	Hidrotermal de alta temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
195	4407- 04C13		El Arrayancito	LN:22°53' LW:105°34'	AgPbAu	Ag: 660 g/T Au: 6 g/T Pb: 15.8 %	¿Andesitas?	Vetas	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
196	4407- 04C13		El Tamarindo	LN:22°53' LW:105°32'	AgPbZn (AuCu)	Ag: 49 g/T Au: 0.01 g/T Pb: 0.37 % Zn: 0.04 % Cu: 0.12 %	¿Andesitas?	Veta	Hidrotermal de mediana temperatura.	Eoceno Oligoceno	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)
197	4407- 04A147		Tayoltita, Estado de Durango.	LN:24°05' LW:105°56'	AuAg	Leyes Mínimas Au: 5 g/T Ag:350 g/T	Andesitas	Vetas	Hidrotermal de baja temperatura.	Eoceno Tardío	Arco magmático continental (ambiente hidrotermal)

IV.- Simbología y leyenda metalogenética.

CLAVE GENERAL:



El símbolo del ejemplo representa:

-Yacimiento No. 0000

-Contenido mineralógico: Ag, Pb, Zn, (Au,Cu)

-Ambiente metalogénico: Dominio arco insular-mar marginal

-Ambiente ígneo asociado: Volcánico marino intermedio a ácido

-Tamaño: Mayor a 1,000,000 de toneladas de mineral de Pb, Zn

-Tipo de yacimiento: Volcánico- sedimentario

-Edad de la mineralización: Jurásico - Cretácico inferior

## I.- CONTENIDO MINERALOGICO: Símbolo interior coloreado.

C O L O R	a = ○	b = □	c = ◇	d = ◊	e = ◈
1.- Bermellón	W	Sn	Be	Nb, Ta	Li
2.- Rojo ladrillo.	Fe	Ti	FeTi(V)	Fe(Mgn)Cu	P
3.- Naranja	Cu	Mo	CuMo	CuZn(Ag)	CuAu Ag
4.- Amarillo	Au	AuCu	AuAg	AgPbZn (AuCu)	AgCo
5.- Verde	Cr	Ni	Co	CuNi(Co)	Asbesto
6.- Azul verde.	Ca	Na	K	Mg	B
7.- Azul	Pb	Zn	PbZn	PbZnAg (AuCu)	-
8.- Púrpura	Hg	Sb	F	Ba	Sr
9.- Café claro.	U	V	UV	Th	Uth
10.- Café oscuro.	Mn	Al	Gpo.Cianita.	Pirofilita.	Talco
11.- Negro	s	FeS	Tierras raras	Diamante	Grafito

## - NOMENCLATURA MINERALOGICA DE LOS YACIMIENTOS MAPEADOS.

Letras verticales: elementos nativos y óxidos. Au, Mn, Fe

Letras verticales subrayadas: sulfuros. Pb, Zn, Ag

Letras verticales subrayadas con puntos: silicatos. Mn.

Letras cursivas: sulfatos *YESO*

Letras cursivas subrayadas: carbonatos y fosfatos *Pb*

Letras cursivas subrayadas con guiones: Haluros y fluoruros. *Na, F*

II.- AMBIENTE METALOGENICO: Barras alrededor del núcleo.

<u>NOMENCLATURA MODIFICADA (1984)</u>		<u>EQUIVALENTE CARTA 1975</u>	
01	○ Plataforma carbonatada. Sedimentos de gran espesor no volcánicos.	01	○ Secuencia miogeosinclinal. Sedimentos de gran espesor no volcánicos.
03	○ No hay equivalente.	03	○ Rocas de recubrimiento de cuencas subsecuentes.
05	○ Dominio arco insular- mar marginal.	05	○ Secuencia eugeosinclinal. Sedimentos de gran espesor y rocas volcánicas intercaladas.
07	○ Arco magmático continental (ambiente sub-volcánico y/o Hidrotermal).	07	○ Rocas volcánicas de origen continental y esencialmente no deformadas.
13	○ Arco magmático continental emplazado en rocas calcáreas.	13	○ No hay equivalente.
15	○ No hay equivalente.	15	○ Secuencia metamórfica de gran espesor, carácter original oscuro.
17	○ No hay equivalente.	17	○ Secuencia de rocas felsíticas volcánicas intercaladas con rocas sedimentarías terrestres y marinas.
35	○ Arco magmático continental emplazado en secuencias volcano-sedimentarias en ocasiones metamorfizadas.	35	○ Secuencia volcano-sedimentaria de edad Arcaico y ambiente tectónico incierto.
37	○ Rocas de recubrimiento de plataforma incluyen o planicies costeras.	37	○ Rocas de recubrimiento de plataforma incluyen planicies conteras.
57	○ Zona de expansión oceánica.	57	○ No hay equivalente.
71	○ Arco magmático continental emplazado en rocas sedimentarias tipo - - " flysch ".	71	○ No hay equivalente.

III.- AMBIENTE IGNEO EN/O ASOCIADO CON: Barras alrededor del núcleo.

<u>NOMENCLATURA MODIFICADA (1984)</u>		<u>EQUIVALENTE CARTA 1975</u>	
02	○ Rocas alcalinas	02	○ Rocas alcalinas
04	○ Igneo intrusivo ácido (granito, granodiorita, cuarzomonzonita, tonalita, etc).	04	○ Rocas felsíticas, - granito a diorita - cuarcífera.
06	○ Igneo intrusivo básico (gabro, - diabasa, etc.)	06	○ Rocas gabroicas, -- inclusive diabasa.
08	○ Rocas ultrabásicas y secuencias ofiolíticas (peridotitas, noritas, harzburgitas, etc.)	08	○ Rocas ultramáficas.
24	○ Volcánico continental ácido - - (riolitas).	24	○ No hay equivalente.
26	○ Volcánico marino intermedio a - ácido.	26	○ No hay equivalente.
28	○ No hay equivalente.	28	○ Rocas alcalino-má-- ficas.
46	○ Igneo intrusivo intermedio ---- (diorita, monzonita, anortosita).	46	○ Diorita.
48	○ Volcánico continental interme-- dio (andesitas, etc.)	48	○ No hay equivalente.
50	○ No hay equivalente.	68	○ Anortosita.

## IV.- TAMAÑO RELATIVO DEL YACIMIENTO:

## CATEGORIAS DE TAMAÑO DE LOS DEPOSITOS MINERALES.

(Toneladas métricas de metal o mineral contenido a menos que se - especifique otra cosa).

	Grande = A	Mediano = B	Pequeño = C
Aluminio (bauxita)	1,000,000,000	1,000,000	
Antimonio	50,000	5,000	
Asbesto	10,000,000	100,000	
Azufre	10,000,000	100,000	
Barita (BaSO <sub>4</sub> )	5,000,000	50,000	
Berilio (BeO)	1,000	10	
Boro (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10,000,000	100,000	
Cobalto	20,000	1,000	
Cobre	1,000,000	50,000	
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,000,000	10,000	
Estaño	100,000	5,000	
Estroncio (sales)	1,000,000	10,000	
Hierro (mena)	100,000,000	5,000,000	
Fluorita (CaF <sub>2</sub> )	5,000,000	50,000	
Fosfatos (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	200,000,000	200,000	
Grafito	1,000,000	10,000	
Grupo del Platino	500	25	
Litio (LiO <sub>2</sub> )	100,000	10,000	
Magnesio (MgCO <sub>3</sub> )	10,000,000	100,000	
Manganeso (Tons. de 40% de Mn)	10,000,000	100,000	
Mercurio (frascos)	500,000	10,000	
Molibdeno	200,000	5,000	
Níquel	500,000	25,000	
Nobio-Tántalo (R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	100,000	1,000	
Oro	500	25	
Pirita (FeS <sub>2</sub> )	20,000,000	200,000	
Plata	10,000	500	
Plomo	1,000,000	50,000	
Potasio (K <sub>2</sub> O)	10,000,000	1,000,000	
Sodio (sales)	10,000,000	1,000,000	
Sulfuros	10,000,000	100,000	
Talco	10,000,000	1,000,000	
Thorio	10,000	1,000	
Tierras raras (RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,000,000	1,000	
Titanio (TiO <sub>2</sub> )	10,000,000	1,000,000	
Tungsteno	10,000	500	
Uranio	10,000	100	
Vanadio	10,000	500	
Yeso-anhidrita	100,000,000	5,000,000	
Zinc	1,000,000	50,000	

V.- TIPO DE YACIMIENTO: Sectores octogonales sombreados en el anillo exterior.

NOMENCLATURA MODIFICADA (1984)

EQUIVALENTE CARTA 1975.

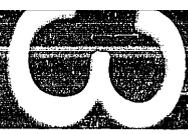
01		Yacimientos pegmatíticos y de concentración magmática.	01		Depósitos pegmatíticos (Bermellón)
02		Yacimientos sedimentarios químicos.	02		Sedimentos químicos que no sean evaporíticos. (Rojo ladrillo).
03		Yacimientos metasomáticos de - contacto ferrífero-(cupríferos)	03		Depósitos en "skarn" o greisen (de contacto). (Anaranjado).
04		Depósitos de placeres	04		Depósitos de placeres. (Amarillo).
05		No existe este "tipo" de yacimiento.	05		Macizos mineralizados, - troncos, chimeneas y -- otras formas irregulares. (Verde).
06		Evaporitas	06		Evaporitas (Azul verde)
07		No existe este "tipo" de yacimiento.	07		Vetas y zonas de cizallamiento.
08		Depósitos más o menos concordantes en rocas ígneas.	08		Depósitos más o menos concordantes en rocas ígneas. (Púrpura).
09		Lateritas	09		Lateritas. (Café oscuro)
10		Yacimientos volcano-sedimentarios.	10		Depósitos diseminados - más o menos estratificados pero diferentes de placeres. (Café oscuro).
11		Yacimientos metasomáticos de - contacto, polimetálicos	11		Depósitos de reemplazamiento. (Negro).
12		Yacimientos hidrotermales de - alta temperatura.	12		No hay equivalente.
13		Yacimientos hidrotermales de - mediana temperatura.	13		No hay equivalente.
14		Yacimientos hidrotermales de - baja temperatura.	14		No hay equivalente.
15		Yacimientos paleo-kársticos	15		No hay equivalente.
16		Pórfidos de cobre, molibdeno - y oro.	16		No hay equivalente.

VI.- EDAD DE LA MINERALIZACION: Barras alrededor del anillo exterior

<u>NOMENCLATURA MODIFICADA (1984)</u>		<u>EQUIVALENTE CARTA 1975</u>	
1	 Precámbrico	1	 Precámbrico
2	 Cámbrico-Devónico medio	2	 Cámbrico-Devónico medio.
3	 Devónico superior - Triásico inferior.	3	 Devónico superior - Triásico inferior.
4	 Triásico medio - Triásico sup.	4	 Triásico medio - Ju <sub>r</sub> ásico.
5	 Jurásico - Cretácico infe <sub>r</sub> ior.	5	 Cretácico (excepto el superior)
6	 Cretácico superior - Eoceno	6	 Cretácico superior-Eoceno.
7	 Oligoceno - Mioceno	7	 Oligoceno - Plioceno.
8	 Plioceno - Reciente	8	 Post- Terciario.







106°30'

106°00'

105°30'

27°

# LEYENDA GEOLOGICA

ROCAS I G N E A S		ROCAS SEDIMENTARIAS VULCANOSSEDIMENTARIAS Y SUELOS	ROCAS METAMORFICAS
INTRUSIVAS	EXTRUSIVAS		
		<p><b>Qal</b> Cuaternario. aluvión y suelos residuales.</p> <p><b>Qplld</b> Pleistoceno. Llanura detráica.</p> <p><b>Qpc</b> Pleistoceno clástico. sedimentos de talud y abanicos aluviales</p> <p><b>Qpd</b> Plioceno paleodelta</p> <p><b>Tmvc</b> Oligoceno/Mioceno volcanoclástico. areniscas, limolitos, conglomerados, tobos y lavas ácidas</p> <p><b>Tc</b> Terciario clástica continental No diferenciada areniscas, limolitos, conglomerados con delgados horizontes de piroclásticos</p> <p><b>Kc</b> Cretácico superior clástico.</p> <p><b>Ks</b> Cretácico inferior marino. calizas microcristalinas intercalada con lutitas y mergas.</p> <p><b>Jvs</b> Jurásico Vulcanosedimentario rocas volcánicas andesíticas intercaladas con areniscas, limolitos y material piroclástico.</p>	
	<p><b>Tsb</b> Terciario superior básico. basaltos, brechas basálticas y andesitas plio-cuaternarias.</p> <p><b>Tomo</b> Oligoceno-Mioceno volcánico ácido. Grupo Volcánica Superior de la Sierra Madre Occidental: ricitlos e ignimbritas.</p> <p><b>Tii</b> Terciario inferior andesítico andesitos con algunas inter- calaciones de ignimbritas y brechas volcánicas.</p> <p><b>Tiv</b> Terciario inferior volcánico no diferenciado.</p> <p><b>Kvi</b> Cretácico volcánico intermedio derrames y unidades piroclás- ticas andesíticas y traqui- ticas deformadas y liger- mente metamorizadas.</p>	<p><b>Tia</b> Terciario intrusivo ácido.</p> <p><b>ia</b> Intrusivo ácido No diferenciado.</p> <p><b>Kia</b> Cretácico intrusivo ácido.</p>	
	<p>BATOLITO DE SINALOA</p> <p>COMPLEJO VOLCANICO INFERIOR DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL</p>		
			<p><b>Jmv</b> Arco Volcánico de Sinaloa. material piroclástico y lavas de composición intermedia o básica afectadas por meta- morfismo de bajo grado.</p>

30'

26°



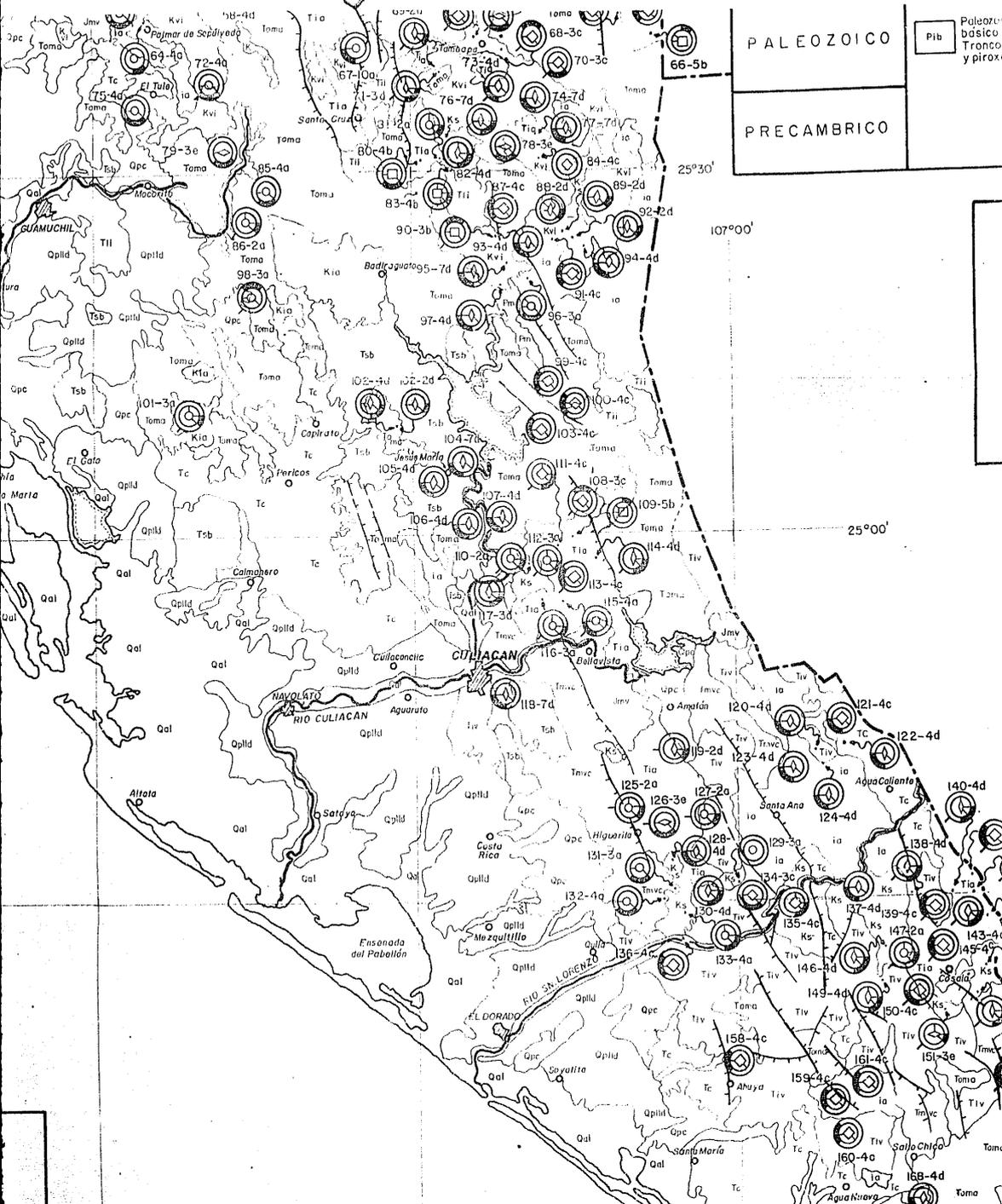
# LEYENDA METALOGENETICA

CONTINUA

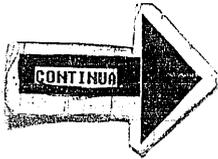
PALEOZOICO

Pib Paleozoico básico Tronco y piroxeno

PRECAMBRICO







I MINERAL CONTENIDO : Núcleo coloreado

COLOR	a =	b = □	c = ◇	d = ◊	e = ◊
1.- Bermellón	W	Sn	Be	Nb, Ta	Li
2.- Rojo ladrillo	Fe	Ti	Fe Ti (V)	Fe(mgn)Cu	P
3.- Naranja	Cu	Mo	CuMo	Cu Zn (Ag)	CuAu (Ag)
4.- Amarillo	Au	AuCu	AuAg	AgPbZn (AuCu)	AgCo
5.- Verde	Cr	Ni	Co	CuNi (Co)	Asbesto
6.- Azul verde	Ca	Na	K	Mg	B
7.- Azul	Pb	Zn	Pb Zn	Pb ZnAg (AuCu)	—
8.- Púrpura	Hg	Sb	F	Ba	Sr
9.- Café claro	U	V	UV	Th	UTh
10.- Café oscuro	Mn	Al	Gpo. Cianita	Pirofilita	Talco
11.- Negro	S	FeS	Tierras raras	Diamante	Grafito

24°00'  
23°30'  
108°00'

II AMBIENTE METALOGENICO Barras rectas alrededor del núcleo.

- 01 ○ Plataforma carbonatada. Sedimentos de gran espesor no volcánicos
- 03 ○ Rocas de recubrimiento de cuencas subsecuentes.
- 05 ○ Dominio arco insular mar-marginal.
- 07 ○ Arco magmático continental (ambientes subvolcánico e hidrotermal).
- 13 ○ Arco magmático continental emplazado en rocas calcáreas
- 15 ○ Secuencia metamórfica de gran espesor, caracter original oscuro.
- 17 ○ Secuencia de rocas felsíticas volcánicas intercaladas con rocas sedimentarias terrestres y marinas.
- 35 ○ Arco magmático continental emplazado en secuencias vulcanosedimentarias en ocasiones metamorfozadas
- 37 ○ Rocas de recubrimiento de plataforma incluyendo planicies costeras
- 57 ○ Zona de expansión oceánica
- 71 ○ Secuencias tipo Flysch de plataforma afectada por plutones

IV TAMAÑO DEL YACIMIENTO

- A: Grande
- B: Mediano
- C: Pequeño

V TIPO DE YACIMIENTO Sectores octogonales sombreados en el anillo exterior.

- 01 Yacimientos pegmatíticos y de concentración magmática.
- 02 Yacimientos sedimentarios químicos
- 03 Yacimientos metasomáticos de contacto Skarn ferrífero-cuprífero.
- 04 Depósitos de placeres
- 05 Macizos mineralizados, troncos, chimeneas y otras formas irregulares
- 06 Evaporitas
- 07 Vetas y zonas de cizallamiento
- 08 Depósitos más o menos concordantes en rocas igneas.
- 09 Lateritas

VI EPOCA METALOGENICA Barras alrededor del núcleo.

- 1 ○ Precámbrico
- 2 ○ Cámbrico—Devónico
- 3 ○ Devónico superior
- 4 ○ Triásico medio
- 5 ○ Jurásico—Cretácico
- 6 ○ Cretácico superior
- 7 ○ Oligoceno—Plioceno
- 8 ○ Posterciario

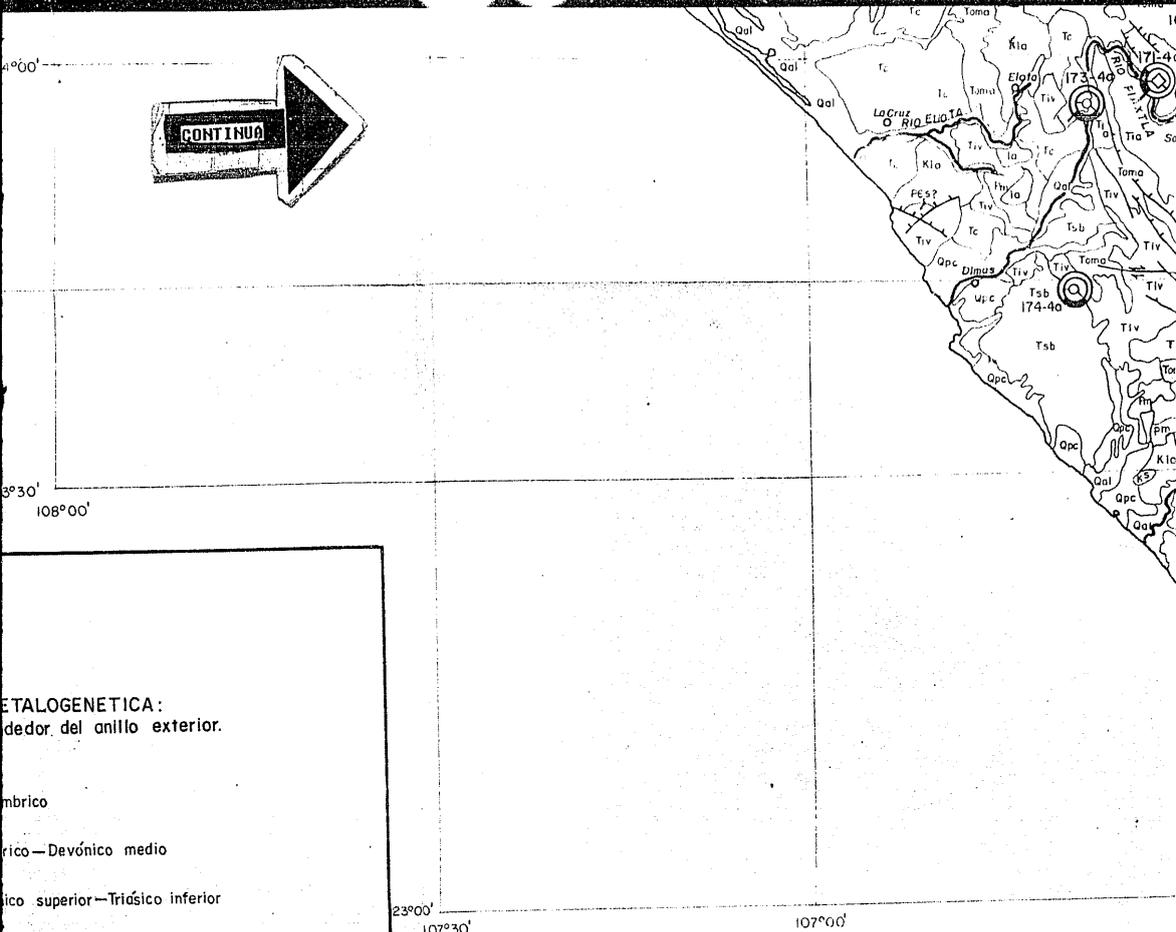
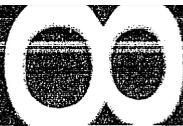
EJEMPLO:

CODIGO GENERAL

No. Yac. I  
0 0 1 0 4

SIMBOLO METALOGENICO

III AMBIENTE IGNEO EN/O ASOCIADO CON: Barras diagonales alrededor de núcleo



**METALOGENETICA:**  
 alrededor del anillo exterior.

- Permiano
- Carbonífero — Devónico medio
- Triásico superior — Triásico inferior
- Triásico medio — Triásico superior
- Jurásico — Cretácico inferior
- Cretácico superior — Eoceno

Eoceno — Plioceno

Quaternario

**INDICE GENERAL**

Sección	I	II	III	IV	V	VI
Nº del yacimiento	1	0	4	d	0	5
	-	2	6	A	1	0
						5

**INDICE METALOGENETICO:**

Nº del yacimiento

23°00' 107°30' 107°00'

### LOCALIZACION GRAFICA DE TRABAJOS CONSULTADOS



22°30'



02  Rocas arcuadas

04  Igneo intrusivo ácido (granito, granodiorita, cuarzomonzonita, tonalita, etc.)

06  Igneo intrusivo básico (gabro, diabasa, etc.)

08  Rocas ultrabásicas y secuencias ofiolíticas (peridotitas, noritas, harzburgitas, etc.)

24  Volcánico continental ácido (riolitas).

26  Volcánico marino intermedio a ácido

28  Rocas alcalino-máficas.

46  Igneo intrusivo intermedio (diorita, monzonita, anortosita).

48  Volcanico continental intermedio (andesitas, etc.)

68  Anortosita

10  Yacimientos volcanosedimentarios.

11  Yacimientos metasomáticos de contacto, 'skarn' polimetálicos.

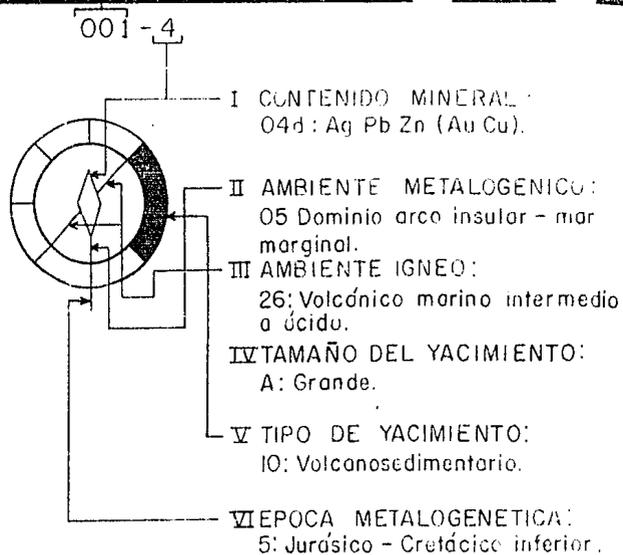
12  Yacimientos hidrotermales de alta temperatura, pneumatolíticos, y/o de separación ácido.

13  Yacimientos hidrotermales de media temperatura.

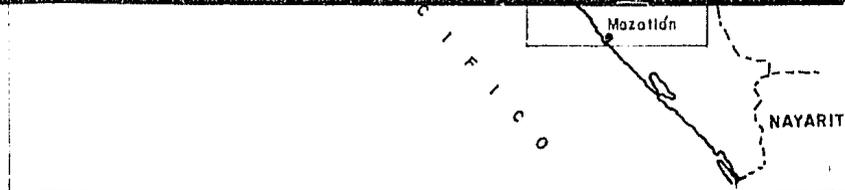
14  Yacimientos hidrotermales de baja temperatura.

15  Yacimientos paleo-kársticos

16  Pórtidos de cobre, molibdeno y oro



\* Extraída de Núñez M.A. y Torres R.V. (1984).



- 1.- Instituto de Geología UNAM (1980). Carta Geológica del Estado de Sinaloa, Esc. 1:500,000
- 2.- S.P.P., DETENAL. Carta Geológica, Hoja Huatabampo, Esc. 1:250,000 (en preparación).
- 3.- S.P.P., DETENAL. Carta Geológica, Hoja Los Mochis, Esc. 1:250,000 (en preparación).
- 4.- S.P.P., DETENAL. Carta Geológica, Hoja Pericos, Esc. 1:250,000 (en preparación)
- 5.- S.P.P., DETENAL. Carta Geológica, Hoja Culiacán, Esc. 1:250,000 (en preparación)
- 6.- Henry, C.D. (1975). Geology and Geochronology of the Granitic Batholithic Complex, Sinaloa, Mexico. D. Ph. Thesis, Univ. of Texas at Austin.

12



CARTA  
METALOGENETICA  
DEL

ESTADO DE SINALOA, MEXICO

ISMAEL GUTIERREZ MORENO

JULIO-1986.

106°30'