

20/1

Universidad Nacional Autónoma de México
FACULTAD DE INGENIERIA



ESTUDIO METALOTECTONICO DE NAYARIT
UTILIZANDO IMAGENES DE SATELITE

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

LUIS ALBERTO DELGADO ARGOTE

México, D. F.

1979



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 esta 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.

INDICE

	<u>Pág.</u>
RESUMEN.....	1
I INTRODUCCION.....	2
I.1. - Objetivos.....	2
I.2. - Material y Método de trabajo.....	4
II GENERALIDADES.....	7
II.1. - Características y Usos del Satélite Landsat-1	7
II.1.1. Metodología en la Interpretación de Imágenes	10
II.2. - Antecedentes e Implicaciones de la Tectónica	13
II.3. - Marco Histórico Geológico del NW de México	18
III GEOLOGIA DEL SITIO DE PRUEBA.....	26
III.1.- Localización Geográfica y Vías de Acceso....	26
III.2.- Historia Minera.....	27
III.3.- Trabajos Previos.....	27
III.4.- Fisiografía.....	28
III.4.1.- Hidrografía.....	28
III.4.2.- Geomorfología.....	29
III.5.- Litología.....	32
III.5.1.- Rocas Metamórficas.....	32
III.5.2.- Calizas.....	33
III.5.3.- Andesitas.....	34

INDICE

	<u>Pág.</u>
III.5.4.- Conglomerados.....	36
III.5.5.- Rocas Igneas Intrusivas.....	37
III.5.6.- Serie Extrusiva Acida.....	41
III.5.7.- Tobas Indiferenciadas.....	43
III.5.8.- Brecha Volcánica.....	43
III.5.9.- Serie Extrusiva Básica.....	44
III.5.10.- Terciario Continental.....	46
III.5.11.- Aluvión.....	46
III.6.- Lineamientos.....	48
,	
IV YACIMIENTOS MINERALES.....	50
IV.1.- Zona de Santa Cruz Comotlán.....	53
IV.1.1.- Generalidades.....	53
IV.1.2.- Geología Estructural.....	54
IV.2.- Yacimientos Minerales.....	55
IV.2.1.- Características Generales.....	55
IV.2.2.- Descripción de Obras Mineras y Estructuras Mineralizadas.....	56
IV.2.2.1.- Zona I Barranca del Oro.....	56
IV.2.2.2.- Zona II San Felipe de Híjar, Jalisco...	61
IV.2.2.3.- Zona III Santa Cruz Comotlán.....	62
IV.2.2.4.- Zona IV Ametanejo-Pijinto.....	66
IV.3.- Clasificación y Características Generales de los Yacimientos.....	71

INDICE

	<u>Pág.</u>
IV.4.- Edad y Génesis de los Yacimientos.....	73
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
V.1.- Conclusiones.....	76
V.2.- Recomendaciones.....	78
TABLAS.....	80
Tabla 1.....	80
Tabla 2.....	81
Tabla 3.....	82
DIBLIOGRAFIA.....	89
FIGURAS.	
PLANOS.	
PLANO ADICIONAL DEL SITIO DE PRUEBA.	

RESUMEN

Por medio de las imágenes del satélite Landsat-1, se hace un estudio metalotectónico de Nayarit, para lo que se presentan las características y usos del satélite, las implicaciones económicas de la Teoría de la Tectónica de Placas y la evolución tectónico-magmática del noroeste de México, relacionada con algunos yacimientos minerales. Se sigue el criterio de Sawkins - (1972) para clasificar a estos yacimientos como de tipo "cordillerano" y así, utilizar un modelo de zonamiento lateral de -- Fe, Au-Cu y de metales básicos en México, obtenido de la extrapolación del ejemplo de zonamiento de Los Andes en Sudamérica.

Durante el desarrollo del trabajo, se localizaron nueve zonas favorables para la presencia de depósitos minerales las -- cuales satisfacen el modelo, por estar incluidas dentro de las zonas de Au-Cu y de metales básicos. A fin de comprobar la validez de dicho modelo, se eligió el área de Santa Cruz Como---tlán-Barranca del Oro como sitio de prueba. En ésta, se localizaron yacimientos euroargentíferos y de metales básicos, lo que comprueba, para esta región, la validez del modelo adoptado.

Se concluye en la importancia de efectuar trabajos geológicos de detalle (paragenéticos y tectónico-estructurales) que -- permiten estimar la validez del modelo para guiar prospecciones regionales futuras y conocer los procesos involucrados en la -- distribución metálica.

I. INTRODUCCION.

I.1 Objetivos

Se han desarrollado una serie de observaciones e hipótesis, utilizando esquemas globales y regionales de los accidentes terrestres con el fin de explicar los eventos metalogénicos en el tiempo y en el espacio. Aprovechando tales esquemas, en especial el de la Teoría de la Tectónica de Placas, este trabajo pretende estructurar una explicación respecto al origen y distribución de los yacimientos minerales de la región del Pacífico de México. Para esto, se ha empleado un modelo de zóneamiento lateral de carácter regional donde Nayarit y la Sierra Gasmúchil, en particular, sirven de corolario. Se ha procurado obtener nitidez y método, por lo cual se presentan algunos antecedentes e implicaciones de la Tectónica de Placas, así como su aplicación en el estudio de la región Pacífica de México.

Para cumplir con el objetivo de prospección económica se utilizaron imágenes del satélite Landsat-1, de acuerdo con los programas de prospección minera del Consejo de Recursos Minerales.

Se consideraron tres motivos básicos para el estudio de la región por medio del uso de las imágenes del satélite.

El primero fué considerar a la región como favorable - para contener yacimientos minerales económicos, dadas las características geológicas que presenta. El segundo fué la inaccesibilidad del área para llevar a cabo prospecciones terrestres regionales, de manera que con la ayuda de la percepción remota pueden ser discriminadas algunas áreas de interés. El tercero fué el estudio de cuatro zonas fisiográficamente diferentes y que presentan relaciones estructurales de interés, a saber: Sierra Madre Occidental, Faja Neovolcánica, Región Igneo-metamórfica de la Altiplanicie Septentrional de la Sierra Madre del Sur, y el conjunto de rasgos tectónicos del Océano - Pacífico que se relacionan con los accidentes geológico-estructurales en el Continente.

Según el objetivo y motivos anteriores, se seleccionó como sitio de prueba la Sierra Guamúchil, Nayarit y Pijinto, - Jalisco.

1.2 MATERIAL Y METODO DE TRABAJO.

Para el estudio del Estado de Nayarit se utilizaron como -- apoyo básico. y como método de prospección, las imágenes del Satélite Landsat-1 de tamaño 18.5 por 18.5 cm., transparencias positivas y negativas a escala 1:1 000 000. De las negativas, se obtuvieron copias de contacto y ampliificaciones a las escalas 1: 500 000 y - - 1: 250 000 en las bandas 5 y 7, en papel acabado mate y brillante.- Se utilizaron como auxiliares las dispositivos en las bandas 4 y 6.

Para el cubrimiento total del Estado de Nayarit se utilizaron cuatro imágenes, que se consideran de buena calidad en vista de que presentan gran claridad y carecen totalmente de nubes.

La identificación de éstas se obtiene de los datos siguientes:

CLASIFICACION INTERNA C.R.M.	F E C H A	COORDENADAS AL -- CENTRO DE LA IMA- GEN.
K-6	25- IV-73	N 23-15/W 104-39
K-7	7- IV-73	N 21-45/W 104-59
K-8	7- IV-73	N 20-19/W 105-16
L-7	14-XII-73	N 21-37/W 103-28

CLASIFICACION - INTERNA C.R.M.	F E C H A	NUMERO DE CLASI- FICACION (NASA)
K-6	25- IV-73	E-1276-16563
K-7	7- IV-73	E-1258-16570
K-8	7- IV-73	E-1258-16573
L-7	14-XII-73	E-1509-16475

Para la observación monoscópica y pseudoestereoscópica de -- las imágenes se utilizaron lupas de 6 y 10 dioptrías y estereosco-- pios de espejo, respectivamente. Se emplearon para fines comparati vos y como auxiliares en la interpretación, cartas geológicas Escala 1: 500 000 del C. R. M. y del Instituto de Geología, UNAM y car tas geológicas y topográficas de la DETENAL a escalas 1: 50 000 y - 1: 250 000, respectivamente.

El trabajo tuvo una duración de seis meses, se inició en -- enero de 1978 y concluyó en julio del mismo año. En su primera eta pa se interpretaron lineamientos de diversos rasgos geológicos y -- geomorfológicos y posteriormente, se hicieron verificaciones de cam po para diferenciar las unidades litológicas e interpretar sus rela ciones estructurales. En la segunda etapa se hizo trabajo de campo a semidetalle en la región seleccionada como sitio de prueba.

Las tres escalas de las imágenes se utilizaron distintamen-- te de acuerdo a las características y dimensiones de los rasgos geo lógicos y, para fines comparativos, se hicieron interpretaciones --

con éstas indistintamente. Según esta experiencia, se vió la conveniencia de trabajar a las escalas 1: 500 000 y 1: 250 000 para zonas específicas y a 1:1 000 000 para algunos rasgos de grandes dimensiones que requieren de mayor visión sinóptica.

La interpretación pseudoestereoscópica se llevó a cabo con el auxilio de un estereoscopio de espejos y la combinación de las bandas 5 y 7 o bien, 5 y 5 en acabados mate y brillante, que para el caso específico de Nayarit proporciona mayor información.

La secuencia seguida en la identificación de los rasgos geológicos fué la de interpretación, verificación y contrastación, de manera que esta última permitió un ahorro considerable de trabajo de campo. Este fué posterior y contemporáneo a las interpretaciones a fin de verificar rápidamente estas últimas, sobre todo en lo que concierne a la diferenciación de unidades litológicas y posibles zonas favorables de contener mineralización. Este trabajo se efectuó por las vías aéreas y terrestre, la primera utilizando helicóptero tipo Loma en vista de que más de la mitad del Estado es inaccesible por la vía terrestre. La zona entre Barranca del Oro, Nayarit y Pijinto, Jalisco (Fig. 1), se cubrió en automóvil y en bestias mulares para muestrear a semidetalle algunas zonas favorables y ciertas unidades litológicas. Asimismo, se muestrearon a semidetalle estructuras mineralizadas y obras mineras.

II. GENERALIDADES.

II.1 CARACTERISTICAS Y USOS DEL SATELITE LANDSAT-1

El satélite Landsat-1 fué lanzado por la NASA (U. S. National Aeronautics and Space Administration) el 23 de Julio de 1972, - en una órbita circumpolar, sincronizada con el sol, aproximadamente a 907 Km. sobre la superficie terrestre. El satélite Landsat-2 fué lanzado el 22 de Enero de 1976. El primero fué diseñado para operar un año, y no fué hasta agosto de 1975 cuando se le declaró no - operacional al no poder controlar su órbita.

El Landsat rodea a la tierra cada 103.267 minutos, completando 14 órbitas por día, cubre la misma área cada 18 días a la misma hora local (9:42 hrs. en el Ecuador). La distancia en la tierra entre cada órbita es de 159.38 Kms. (Fig. 2).

El satélite está provisto de dos sistemas de sensores:

1) Un sistema de Barredor Multiespectral (MSS, multispectral scanner) de cuatro canales. (Fig. 3).

2) Un sistema de tres cámaras de televisión RBV (Return Beam Vidicon).

Además, tiene un sistema de colección de datos y subsistemas de telemetría, rastreo y comando que son compatibles con las estaciones rastreadoras receptoras de la NASA instalados en Fairbanks, --

Alaska; Goldstone, California; y en el Centro Especial de Goddard - en Green Belt, Maryland. La Estación de Goldstone, Calif., recibe los datos del Landsat correspondientes a México hasta el paralelo - al que pertenece la ciudad de Iguala, Guerrero, aproximadamente. Por lo tanto, en transmisión directa no pueden recibir imágenes del Sureste de México, sino por grabadoras de video tape instaladas e bordo.

El MSS obtiene simultáneamente varias imágenes utilizando - un sistema óptico-electrónico-mecánico. Trabaja dentro del espectro electromagnético visible en cuatro bandas:

1) Banda 4, color amarillo-verdoso, longitud de onda 0.5 a - 0.6 micrómetros; acentúa la presencia de sedimentos en el agua y delinea áreas de aguas superficiales (bajíos, arrecifes, vegetación, - etc.).

2) Banda 5, rojo inferior, 0.6 a 0.7 micrómetros; resalta - los rasgos culturales y la vegetación.

3) Banda 6, rojo superior-infrarrojo inferior, 0.7 a 0.8 micrómetros; útil en la diferenciación de suelos.

4) Banda 7, infrarrojo cercano, 0.8 a 1.1 micrómetros; penetra mejor en la bruma atmosférica, es útil en la diferenciación litológica.

Cada una de las bandas anteriores consta de 6 detectores, y el espejo barredor (figura anterior) se desplaza de E a W oscilando 2.89° aproximadamente, siendo su campo visual de 11.56° . El resultado del barrido es una imagen, cuya escala original es 1:3,369,000, donde la energía reflejada es registrada analógicamente, transmitida a las estaciones terrestres, digitalizada, corregida geoméricamente y puesta en emulsión fotográfica, cubriendo un área aproximada de 185 x 185 Km. en el terreno. La información es planimétrica, -- con un sobrecubrimiento del 10% aproximadamente en los márgenes de cada imagen, aún cuando originalmente, este es de 14% en el Ecuador y 50% a una latitud de 54° norte o sur.

Las imágenes se obtienen sólo de día, sujetándose la visibilidad de éstas a las condiciones atmosféricas (nubes principalmente), superándose el problema por la toma de imágenes en otras fechas.

En la tabla 1 se sintetizan los usos de las imágenes en las distintas disciplinas, así como la selección de bandas de acuerdo al uso.

Para Geología, las bandas 5 y 7 en blanco y negro han demostrado ser las de mayor utilidad para la identificación de los rasgos litológicos, geomorfológicos y estructurales. De esta manera, el método se basa en la identificación de los rasgos geoméricos -- (geomorfológicos) y tonales según la reflectancia (energía reflejada) de los diversos materiales en el espectro visible. Una observa

ción inmediata es la fuerte absorción que experimenta el agua en el infrarrojo cercano, mientras que en la banda 5 (roja) es la clorofila la que se absorbe fuertemente.

II 1.1 METODOLOGIA EN LA INTERPRETACION DE IMAGENES.

Uno de los usos inmediatos que se desprenden del uso de este material es el mapeo estructural y litológico (en menor medida) a las escalas de 1:1,000,000, 1:500,000 y 1:250,000. Esta última es la mayor escala obtenida sin pérdida de resolución.

En el presente trabajo el método utilizado a fin de localizar zonas con interés económico fué el de reconocimiento de unidades litológicas y estructurales, atendiendo a la expresión geomorfológica y tonal, por medio de visión pseudoestereoscópica con el uso combinado de las bandas 5 y 7.

De los distintos mapas que se logran en la secuencia normal, ésto es, hidrográficos, geomorfológicos, litológicos y de lineamientos, los dos últimos son los que se utilizan para la obtención de otro para zonas de interés económico.

En la identificación de unidades litológicas ordinariamente se requiere de trabajos de campo como base para posterior contrastación en las imágenes, en vista de la dificultad en la identificación de los tipos de roca si no ofrecer éstas claras diferencias en el espectro, como sucede con la vegetación. De los tipos de roca,

los más importantes son los ígneos, toda vez que en ocasiones determinan la presencia de procesos hidrotermales, neumatolíticos, etc.

La elaboración de los mapas de lineamientos posiblemente sea de mayor utilidad, si éstos se utilizan desde un punto de vista metalotectónico, suponiendo primeramente que éstos han sido originados por procesos geológicos y después, que obedecen a un cierto tipo de control estructural. En base a estas consideraciones, Brockmann, et al (1975), atendiendo a las relaciones espaciales, frecuencia, magnitud, continuidad y relaciones con otros rasgos geológicos de las zonas en cuestión, reúne los lineamientos dentro de 5 categorías, a saber:

1.- Lineamientos en contactos litoestructurales. Identificados por cambios en el drenaje a cada lado del lineamiento.

2.- Lineamientos topográficos. Se presentan como alineamientos de lagos, conos volcánicos, cuerpos intrusivos, etc., la mayoría de ellos relacionados a fallas o zonas de debilidad.

3.- Lineamientos en zonas de fracturas. Relacionados a zonas de debilidad y/o fracturas, generados principalmente por diclases. Su distinción de aquellas relacionados con fallas es difícil, sin embargo se utilizan criterios tales como: menor magnitud, mayor discontinuidad, mayor densidad y arreglo variado en la orientación.

4.- Lineamientos a lo largo de trazas de falla. Los criterios para su identificación son varios: cambios abruptos en la orientación de pliegues, coincidencia con zonas de desplazamiento de bloques, estructuras truncadas, etc.

5.- Lineamientos relacionados con "megashera". Estas presentan características similares a los anteriores, pero son de gran extensión geográfica.

Existe una sexta categoría de lineamientos, caracterizado por una configuración circular a las que se les ha llamado curvilineamientos. Estos son la expresión superficial de cuerpos intrusivos, domos salinos, etc. En ocasiones se les llega a asociar con impactos de cuerpos del espacio exterior.

La interpretación y correlación de los rasgos mencionados, como guías de mineralización, permite conocer los parámetros que controlan a ésta. Haciendo extensivo lo anterior, diversos autores han logrado buenas interpretaciones utilizando modelos tectónicos, lo que permite elaborar programas de prospección regional.

II.2 ANTECEDENTES E IMPLICACIONES DE LA TECTONICA DE PLACAS.

El concepto de metalogénesis a nivel regional ha sido objeto de estudio a partir de los trabajos realizados por De Launay - - (1900), quién elaboró los primeros mapas de índole metalogenética - para ciertas zonas de Europa (Walker, 1976). De Launay introdujo - los conceptos de "Epoca y Provincia Metalogenéticas", utilizados -- posteriormente por Spurr (1923), Lindgren (Perk, 1976) y otros auto res.

Actualmente, de acuerdo con las observaciones hechas en materia de la nueva Tectónica Global, que involucra a la Tectónica de Placas y la expansión del fondo oceánico, el concepto ha sido am--- pliado y parcialmente explicado, entre otros por Billibin (1968), -- Stoll (1965), Guild (1968), etc..

Estos hacen mención a la concordancia que existe entre la - formación de los cinturones orogénicos, actividad magmática y la -- concentración de depósitos minerales, utilizando un modelo de tie-- rra dinámica cuyas partes se encuentran en continuo movimiento rela-- tivo y relacionadas entre sí. Tal modelo, de acuerdo con Cox (1973) establece un nuevo paradigma en las ciencias de la tierra según el estudio de Kuhn (1962) acerca de la "Estructura de las Revoluciones Científicas". En términos generales, el modelo supone a la tierra cubierta por una capa exterior rígida llamada litósfera, formada -- por "placas" de corteza oceánica y/o continental que guarden una re-

lación geométrica definida, delimitada por zonas de alta actividad sísmica. Las placas se consideran rígidas y sujetas a deformación en sus bordes, observándose una deformación mínima o nula en las zonas interiores.

La relación que existe entre los cinturones orogénicos, las concentraciones metálicas y distribución en el tiempo y el espacio, fué observada desde el siglo pasado. Actualmente, Guild (1968), Rone (1970), Saukins (1972) y otros, generalizan tal observación y la hacen extensiva a las márgenes de placas utilizando el modelo de tierra dinámica mencionado.

Las investigaciones efectuadas en los límites convergentes y divergentes han demostrado la validez de tal generalización, por lo que se han elaborado modelos metalotectónicos, que para el caso que aquí se trata, se adopta el modelo Cordillerano propuesto por Saukins (1972). Este modelo explica la presencia de los depósitos hidrotermales de sulfuros metálicos (principalmente) formados en márgenes convergentes, según estudios efectuados en la porción Pacifica de América, donde son más típicos, aunque se observan en todo el cinturón del Pacífico.

El modelo antes mencionado reúne los depósitos cordillera--nos de Norte América, Centro América, Arco del Caribe y Sudamérica los cuales presentan las siguientes características generales: 1) - una estrecha relación en tiempo y espacio con el emplazamiento de -

intrusivos ácidos y volcanismo calcoalcalino; 2) los depósitos son epigenéticos e hidrotermales; 3) se presentan diseminados rellenando fisuras en rocas silíceas o reemplazando rocas carbonatadas de origen marino; 4) tienden a presentar buen zoneamiento metálico.

Por otra parte, se consideran dos zonas magmático-estructurales que influyen en el zoneamiento metálico de los depósitos cordilleranos, las cuales están separadas burdamente por un frente volcánico (Dewey y Bird, 1970) o frente granítico (Zonenshein, et al, 1974). La primera es una zona limítrofe a la trinchera caracterizada por tener volcanismo basáltico, intrusiones de cuerpos ultramáficos y de gabbro-granodiorita. A estas rocas se asocian yacimientos de Au, sulfuros de Ni-Cu y Cr-Ni. La segunda zona es más extensa, se caracteriza por tener una intensa actividad ígnea extrusiva e intrusiva, de carácter ácido e intermedio, localizada sobre el plano de Benioff. En esta última zona se localizan los yacimientos de sulfuros polimetálicos típicamente cordilleranos.

El origen de los metales que forman estos yacimientos es controvertido, sin embargo, en este trabajo se acepta (en principio) - proveniente del manto o de la corteza oceánica, sin desdeñar un posible origen por contaminación del magma, al emplearse a través -- del basamento antiguo. Las evidencias por las que se acepta el origen no continental de los metales, está soportada por los altos valores de Cu registrados en la capa 1 de la corteza oceánica, los --

cuales son del orden de los 323 ppm (Cronan, 1969) hasta 990 ppm -- (Bostrom y Peterson, 1966), en la Dorsal del Pacífico Este; mien--- tras que Sillitoe (1972) reporta valores de 100 ppm de Cu en la ca--- pe 2. Otras muestras de sedimentos cercanos a dorsales activas --- arrojan valores de Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Cr, Co, U y Hg, con cantida--- des menores de V, Cd, Bi, Au, Ag, etc. (Rona, 1973). Los proce--- sos mediante los cuales tales concentraciones ocurren, han sido am--- pliamente estudiados por Carliss (1971), Degens y Rose (1970) y --- otros.

Por otro lado, la mecánica de la incorporación de la corteza oceánica consumida, es explicada según los modelos de Hatherton y Dickinson (1969) y de Matsuda y Uyeda (1971), quienes relacionan el incremento de K_2O/SiO_2 en rocas ígneas, al incrementarse la profundidad de la zona de Benioff, y según el modelo de Sillitoe (1972) sobre la génesis de los pórfidos cupríferos (Fig. No 4).

Para México esta observación es válida según lo demuestran los trabajos de Demant y Robin (1975) y de Gastil, et al (1976).

La información anterior permite hacer extensivo el origen de los yacimientos de sulfuros para México y así, utilizar el esquema de Rona (1973) en el cual propone un zoneamiento lateral de Fe, Au-Cu y de metales básicos, desde la trinchera hacia el interior -- del continente en Los Andes. Aunque sin tratar la génesis de los yacimientos, concuerda geográficamente con las provincias metalogé-

nicas establecidas por Stoll (1963) para la misma región.

Haciendo un análisis tectónico-magnético, se presenta un marco histórico evolutivo del NW de México con los yacimientos minerales asociados, a fin de relacionarlos en el tiempo y en el espacio. Se debe aclarar que la plata, a pesar de ser un metal precioso, se incluye dentro del grupo de los metales básicos por estar íntimamente relacionado con este y para respetar el modelo que se adopta, dejando para trabajos posteriores un estudio más adecuado de los yacimientos argentíferos.

II.3 MARCO HISTORICO GEOLOGICO DEL NW DE MEXICO.

A lo largo del cinturón orogénico circumpacífico las placas son consumidas en trincheras marginales; en el Oeste las placas son consumidas en sistemas trinchera-falla transformante asociadas con arcos de islas, mientras que en el Este del Océano Pacífico el cinturón orogénico cordillerano está asociado con un sistema trinchera dorsal y fallas transformantes (Fig. NO 5). En el Sistema Cordillerano, una placa oceánica desciende bajo una continental a una profundidad superior a los 100 Kms., asociado con un volcanismo de carácter intermedio en el continente y un volcanismo submarino básico en la parte externa del frente volcánico (Dewey y Bird, 1970).

Estudios efectuados por diversos investigadores sobre paragénesis mineral apoyan el hecho de que grandes volúmenes de basalto y sedimentos son arrastrados en la zona de subducción, hasta profundidades entre los 80 y 90 Kms. (zona de generación de andesitas), donde los magmas pueden generar parte de su contenido volátil, líquido y metálico. La ascensión de los magmas puede ocurrir en forma de diapiros de acuerdo a diferencias de presión, mientras que los niveles de generación de magma están controlados por el potencial de calor en ellos (Hatherton y Dickinson, 1969). De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el carácter químico de los cuerpos ígneos está determinado por el tipo de material introducido en la zona de subducción más que por diferenciación magmática.

Para la parte Occidental de Norteamérica (incluyendo Méxi--
co), la evolución de las placas y el magnetismo asociado, parecen -
ser claras según el modelo paleomagnetico de Atwater (1970), y los
magnéticos de Lipman, et al (1972) y Christiansen, et al (1972). Am-
bos modelos coinciden en el hecho de que una porción de la Dorsal -
Pacífica Este fué sustraída bajo la trinchera del Pacífico a partir
del Oligoceno, desde la región comprendida entre las zonas de frac-
turas de Mendocino y Pioneer, lo que origina un cambio en el patrón
tectónico del continente. En esta zona, se presenta una incorpora-
ción de una parte de la dorsal bajo el continente hasta la boca del
Golfo de California (Fig. NG 5). El nuevo ajuste provoca la forma-
ción de una junta triple, formada por la Dorsal Pacífico Este, el -
Sistema de Fallas de San Andrés y la trinchera Mesoamericana (Atwa-
ter, 1970) y un cambio en la orientación de la dorsal de 4° aproxi-
madamente hacia el Este, a partir de su posición N-NW (Herron, (1972).

El cambio en el patrón tectónico postulado por Atwater ----
(op. cit.) es congruente con el modelo tectónico magnético de Lip-
man, et al (op. cit.) y de Christiansen, et al (op. cit), ya que am-
bos presentan: a) un volcanismo calco-alcálico derivado de magmas -
primerios de la misma composición, formado por fusión parcial en --
una zona de subducción activa y b) un volcanismo bimodal riolita-ba-
salto y tectonismo extensional asociado con la interacción de las --
placas a través de una falla de transformación.

Este fenómeno se hace extensivo para el W de México, donde una secuencia calco-alcalina está asociada con plutones ácidos e intermedios del Mesozoico y Terciario Inferior (Fig. NO 6). (Demant y Robin, 1975; Echávarri, et al, 1977); mientras que el volcanismo riolita-basalto se correlaciona con el de la parte central de México de Chihuahua y Durango (López Ramos, 1976) y gran parte de la Sierra Madre Occidental, durante una fase tectónica en extensión como se observa en el mapa litológico y de lineamientos del Edo. de Nayarit, para la porción sur de la Sierra Madre Occidental. (Fig. NO 7, planos Nos. 3 y 4).

En el N de México las evidencias más antiguas sobre emplazamiento de cuerpos intrusivos corresponden al Cretácico Superior - (80 m. A.) que se encuentran en Baja California Norte y Sonora, localidades que representan la terminación meridional de los batolitos californianos. El movimiento de la placa Americana hacia el W está completamente establecido para el Mesozoico. Para zonas del NW de Estados Unidos se correlacionan los batolitos del Triásico al Cretácico Superior con dicho movimiento con subducción asociada - (Coney, 1971; Guild, 1978). En México, los cuerpos graníticos están bordeados por rocas metamórficas cretácicas (esquistos y gneises), donde se desarrollan depósitos mesotermales de Fe y sulfuros de Cu con Au subordinado (Salas, 1975), posiblemente formados por cuerpos intrusivos posteriores. Dawson y Mauger (1966) reportan por determinación radio isotópica de rocas plutónicas ácidas e interme-

dias de Arizona y Sonora, una actividad ígnea del Campaniano Superior-Eoceno Inferior y una etapa de quietud durante el Eoceno Medio Oligoceno (Salas, 1975); posiblemente durante estas épocas se formaron algunos pórfidos cupríferos, enriquecidos con metales del manto superior. Al igual que en estas regiones, en las de Baja California Sur, Nayarit y Jalisco se presenta el mismo fenómeno a partir del Cretácico Superior según las fechas radiométricas presentadas por Gestil, et al (1976) en rocas intrusivas ácidas e intermedias, ya que se encuentran con mineralizaciones de Au y Cu (De Cserna, -- 1976; Salas, 1974).

Durante el Oligoceno, comienza a desarrollarse el volcanismo calco-alcalino de tipo "arco insular" el cual representa la base de la serie volcánica ácida de la Sierra Madre Occidental, mientras que en Baja California se presenta en la porción oriental y en las Islas de Angel de la Guarda y Tiburón (Demant, 1975), con depósitos auroargentíferos posiblemente de la misma edad. En Sonora y Sinaloa esta época corresponde a la máxima actividad ígnea calco-alcalina paralela a la trinchera. En la parte Norte de Sonora, por otra parte, se presentan los principales yacimientos de Cu y Mo (Cananea, La Caridad y Nacozari), asociados a rocas ácidas y una notable persistencia de metales básicos como sulfuros emplazados en vetas y zonas de cisallamiento debido a continuos movimientos verticales. Estos rasgos son generales para la Sierra Madre Occidental desde la frontera norte de México hasta Nayarit y parte de Jalisco en el sur;

y hasta la mitad de Chihuahua en el Este. La sucesión de cuerpos intrusivos se observa entonces, de Norte a Sur y de Oeste a Este.

Por su importancia, se debe insistir en que hace aproximadamente 30 mA, la placa Farallón fue sustraída por la trinchera a una velocidad de 5 cm. por año, hasta alcanzar la Dorsal Pacífica Este, lo que provocó la formación de una junta triple al desarrollarse el Sistema de Fallas San Andrés, lo que supone un cambio en el patrón de desplazamiento de las placas (Atwater, 1970). Karig y Jeneky -- (1972) y Demant y Robin (1975) correlacionan a partir de esta época los eventos volcánicos de Baja California con los de Sonora, Sinaloa y otras áreas del Este del Golfo de California, observando contemporaneidad entre ellos.

En las tres figuras siguientes (6,7 y 8) se presenta la evolución del Golfo de California con el volcanismo asociado para ambas márgenes.

Durante el Oligoceno-Mioceno, entre los 22 y 30 mA se presentan, por lo menos para la región comprendida entre Durango y Mazatlán, las mayores manifestaciones ignimbríticas (McDowell y Clebaugh, 1972), a la vez que las andesitas tenían lugar en la misma región y en gran parte de Baja California Sur, formando la Sierra de la Giganta, que actualmente presenta depósitos de Cu y Mn de edad Plioceno. Las primeras son típicas de una tectónica distensiva detrás de un arco andesítico (Christiansen y Lipman, 1972), mien

tres que las segundas corresponden a zonas relacionadas con subducción activa. A esta etapa de fallamiento distensivo se asocia el emplazamiento de stocks de composición intermedia en Nayarit, que dió lugar a mineralizaciones importantes de Au y metales básicos.

La coexistencia de estas emisiones ígneas indica que para ese tiempo, ocurre un cambio importante en el arreglo geométrico y comportamiento de las placas que posteriormente determinará la formación de la Faja Neovolcánica. Estos eventos se correlacionan con la apertura del Golfo de California entre los 10 y 12 mA, y con la presencia de un volcanismo bimodal de riolita-basalto en el Río Santiago al W de Guadalajara, entre los 9.5 y 8.5 m.A. (Watkins, 1971).

Para este tiempo, el volcanismo calco-alkalino típico disminuye para dar lugar al volcanismo alcalino que corona y que se llega a observar interestratificado con la serie ácida de la Sierra Madre Occidental y que en Baja California cubre a la Formación Comondú (Fig. NQ 7).

Tales fenómenos son congruentes con los accidentes estructurales de la boca del Golfo, que aquí se han mapeado según Larson -- (1972) desde 9.5 m.A. hasta el Reciente (Fig NQ 8). En la misma figura se observa que el arreglo estructural N-NE y N-NW en el Estado de Nayarit presenta cierto paralelismo con la paleotrinchera Mioceno-Plioceno y con las fallas transformantes de la boca del Golfo. De tales orientaciones, se ha supuesto que aquellas N-NW obedecen -

a un fenómeno de distensión asociado cronológicamente a la apertura del Golfo de acuerdo al arreglo geométrico de las placas Pacífico y Norteamericana, según se ve en la orientación de las anomalías magnéticas del Plioceno, al W de Baja California (Fig. N° 8).

Los efectos finales de la tectónica y del volcanismo se presentan en la Faja Neovolcánica. Para la interpretación de ésta, el que escribe se inclina a aceptar como cierta la teoría de DeClerne (1971) y Mooser (1972) en el sentido de que existe una zona de debilidad Permo-Triásica donde actualmente se encuentra la Faja Neovolcánica y que fué reactivada en el Mioceno-Plioceno, dando lugar a un volcanismo andesítico-dacítico en forma tectónicas provenientes de un magma andesítico primario, formado por fusión parcial con intervención de materiales del manto superior y Sial inferior (Negendank, 1973). Esta teoría es congruente con los resultados obtenidos por Larson (1970) por medio de mecanismos de sismicidad, al encontrar - en esta faja, una zona no rígida de la Placa Norteamericana. Por otro lado, la disposición oblicua de la Faja Neovolcánica con respecto a la trinchera mesoamericana, se explica según Urrutia (1975), atendiendo a los hechos siguientes: la Placa Cocos no entra en sentido perpendicular a la trinchera, dicha placa, en su porción NW, es más delgada, más caliente, tiene menor espesor de sedimentos, menor velocidad y su ángulo de entrada es mayor que en el sureste - - (Fig. N° 9). La entrada no perpendicular a la trinchera está apoyada en datos de las velocidades de esparcimiento interpretadas por -

Herron (1972), de 4.5 cm/año para la Dorsal Pacífico Este. y de - - 2.2 cm/año para la de Galápagos (Urrutia, 1975).

Observamos de todo lo anterior, el estrecho paralelismo que existe entre los eventos magmáticos y la evolución geométrica de -- las placas del Pacífico y Norteamérica. Así, la metalogénesis de - México puede ser entendida en sentido evolucionista según el marco de referencia presentado y especialmente según el modelo propuesto por Ross (1973) para la distribución metálica lateral. Por otro lado, se utiliza el ensayo sobre un modelo metalogénico de México - (Delgado, 1977) valiéndose del ejemplo de zonedamiento lateral de -- Sudamérica y Los Andes. En dicho ensayo se muestra por medio de la comparación entre el modelo de Los Andes y el ejemplo mexicano, que el primero es aplicable para México. (Fig. Nº 10, Tabla Nº 2). Es ta afirmación obedece al hecho de que existe una notable semejanza en la evolución tectónica, así como en la distribución zonedada de - Fe, Au-Cu y de metales básicos.

Con tal criterio, se aplica el modelo de zonedamiento como - guía de prospección para la región de Nayarit y como prueba de la va lidez del modelo, un sitio de prueba elegido en los límites Nayarit Jalisco, cuyas características se presentan en el apartado siguiente.

III GEOLOGIA DEL SITIO DE PRUEBA.

III.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y VIAS DE ACCESO.

El Estado de Nayarit cubre un área aproximada de 27,621 Km² y está ubicado en la parte Centro-Occidental de México, entre los paralelos 20°41' y 23°21' latitud norte y entre los meridianos --- 103°58' y 105°46' de longitud oeste. Hacia el NW y NE el Estado co linde con Sinaloa, Durango y Zacatecas respectivamente y hacia el - E y S con Jalisco. Su límite W es el Océano Pacífico (Fig. Nº1).

El Estado se encuentra bien comunicado excepto para la re- gión montañosa. Las vías principales son: Carretera Federal Nº 15 (México-Nogales y la vía de ferrocarril México-Nogales). Otras - - vías de importancia son las carreteras: Tepic-Compostela-Las Varas- Pto. Vallarta; Chapalilla-Compostela; Tepic-Santa Cruz; Tepic-Fran- cisco I. Madero y otras que comunican con la costa desde la Carrete- ra Federal Nº 15. Además, existen numerosos caminos revestidos y - de terracería entre los que destaca, por comunicar a la zona objeto de estudio a semidetalle, la terracería Ahuacatlán-Barranca del Oro Amatlán de Cañas, transitable en todo tiempo. Cerca de Barranca -- del Oro existe un entronque con otra terracería de reciente cons--- trucción, que comunica con Santa Cruz Camotlán en Nayarit y con San Felipe de Híjar y Amatanejo, en Jalisco.

Hacia la Sierra Madre Occidental la única vía de comunica--

ción es la aérea, aunque se tiene en proyecto un camino que comunicará con Milpillás, además del trazo de la carretera de San José de Mojarras-Huajimic. Existen pistas de aterrizaje para avionetas en varias poblaciones de la Sierra de las cuales, las más importantes son las de: Huajimic, Huaynamota, Puente de Camotlán, Santa Teresa, Jesús María, Mesa del Nayar, La Yesca y otras (Plano No 2).

III. 2 HISTORIA MINERA.

La historia minera de Nayarit y Norte de Jalisco se remonta a los trabajos desarrollados durante la época de la Colonia, de los que sólo quedan algunas obras como testigos. En esta región, la minería no se ha desarrollado en forma continua debido a la inestabilidad político-social del país en los periodos comprendidos entre las luchas de Independencia y las posteriores a la Revolución de -- 1910. Aunado a lo anterior, se cuentan los problemas de tipo económico inherentes a la explotación minera, además del abastimiento de las leyes medias de algunas minas, principalmente auríferas.

Una extensa revisión histórica de las actividades mineras del Estado la presentan Pineda y Aguilar (1975) en su "Estudio Geológico y posibilidades mineras en el Estado de Nayarit", del C.R.M.

III.3 TRABAJOS PREVIOS.

En Nayarit, los trabajos anteriores a éste han sido varios - y de distinta índole y es posiblemente el Consejo de Recursos Mine-

rales quien mayor cantidad de trabajos ha efectuado.

De los trabajos de tipo minero se debe mencionar el de Tomás Barrera (1931) acerca de las "Zonas mineras de Jalisco y Nayarit" y el ya citado de Pineda y Aguilar (1975). De carácter geohidrológico, son importantes los de De la Peña (1963) y Gómez Sosa (1975). Por otro lado, existen otros trabajos de investigación de tipo geológico y tectónico de Gastil (1976 y 1979) y otros cuyas referencias aparecen en el apartado bibliográfico.

III.4 FISIOGRAFIA.

El Estado de Nayarit se encuentra dentro de las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Occidental, Faja Neovolcánica, Altiplanicie Septentrional de la Sierra Madre del Sur y la Planicie Costera del Pacífico, según la clasificación de Raisz (1959). Estas fueron claramente identificadas en las imágenes del Satélite, según a la escala 1:1 000 000, como se observa en el plano No. 2. La hidrografía juega un papel importante en la definición de provincias y morfología de la región, lo que justifica la elaboración del plano No. 1 que se describe enseguida.

III.4.1 HIDROGRAFIA.

Se observa del plano que ésta se encuentra supeditada principalmente a los ríos Grande de Santiago, San Pedro, Acaponeta y Ameca, los cuales drenan hacia el Océano Pacífico. Los cauces de -

estos ríos están controlados estructuralmente por fallas, fracturas y contactos litológicos fácilmente identificables. El Río Santiago y sus tributarios (Huaynamota, Jesús María y Atengo), el Río San Pedro y el Acaponeta presentan asociados a ellos un drenaje dendrítico subparalelo y en general controlado estructuralmente por fracturas.

En la Altiplanicie Septentrional el Río Amece determina el control hidrográfico. Se orienta W-NW hasta el río Tetiteco, según la falla normal que delimita el Sur de la Sierra Guamúchil y es en ese lugar donde el río cambia su curso a W-SW a lo largo de un complejo sistema de fallas y fracturas, hasta llegar al graben de Valle de Banderas. Los principales tributarios del Río Amece son: el Atenguillo, proveniente de Jalisco y el Tetiteco, que forma un gran lineamiento-fractura que termine cerca del Volcán Ceboruco.

Rasgos hidrográficos menores son las tres pequeñas lagunas que deben su nombre a los aparatos volcánicos en que se encuentran (San Pedro, Santa María y Tepetitlic). Se cuentan además algunas lagunas marginales en zona de marismes de la Planicie Costera.

III.4.2 GEOMORFOLOGIA.

La morfología observada identifica claramente las provincias fisiográficas mencionadas anteriormente, las cuales a continuación se describen (Plano NO 2):

Sierra Madre Occidental.- Está formada por grandes sierras de fuertes pendientes y barrancas profundas que delimitan mesetas y altiplanos entre los que destaca la Mesa del Nayar. Tal morfología es la expresión de eventos combinados de plegamiento suave y fallamiento en bloques profundos y someros de las rocas volcánicas ácidas que conforman la Sierra Madre Occidental. Hacia la zona del Norte y Sur de Huaynamote los pliegues son suaves y amplios conformando un monoclinal buzante hacia el este con pequeños pliegues sinclinales. Hacia el sur de esta zona los plegamientos son más fuertes, angostos y complejos y aparentemente con ejes buzantes hacia el norte y sur, afectados por fallamiento normal más intenso. Cabe mencionar que en los flancos de estos anticlinales comunmente se localizan los yacimientos minerales. Por ejemplo: La Yesca, El Pinabete, Región de Tlapazco y las Sierras de San Pedro, al este de Santa María del Oro.

Faja Neovolcánica.- Esta provincia está constituida por rocas de composición básica de tipo volcanoclástico y por derrames basáltico-andesíticos, asociados con grandes aparatos volcánicos como el Sanganguey, Ceboruco, Tepetitlic, Las Navajas y otros. En esta misma provincia se localizan los Valles de Tepic, Compostela y Ahuacatlán, dentro de una serie de grabens que conforma a la Faja Neovolcánica. Los aparatos volcánicos presentan relieve poco accidentado y drenaje radial.

Planicie Costera.- Es de gran extensión y se caracteriza por tener amplias zonas de marismas. Constituye la provincia más joven formada por sedimentos continentales recientes y material de playa. Son notables las dunas de playas abandonadas, típicas de costas en etapa de emersión.

Altiplanicie Septentrional de la Sierra Madre del Sur.- Esta provincia es de gran importancia desde el punto de vista geológico y económico, razón por la que se seleccionó como sitio de prueba para efectuar trabajo a semidetalle. Está constituida por rocas metamórficas, ígneas intrusivas y volcánicas de composición que varía de ácida a básica, rocas sedimentarias calcáreas y conglomeráticas. Las sierras principales son las de Vallejo, Zapotán y el Guamúchil. Esta última, y parte de la sierra de Jalisco están separadas por la falla del Río Ameca y por emisiones basáltico-andesíticas asociadas a la misma. Topográficamente la Sierra Guamúchil alcanza alturas hasta de 1 600 m.s.n.m. partiendo de la cota de 400 mts. correspondiente al Río Ameca. Esta diferencia determina una abrupta topografía.

III.5 LITOLOGIA.

En el Estado de Nayarit se mapearon regionalmente nueve unidades litológicas y en el área de Santa Cruz Camotlán once, de los tipos sedimentario, metamórfico e ígneo que en la escala de tiempo (Tabla NQ 3), cubren desde el Paleozoico (?) hasta el Reciente. De éstas, siete fueron identificadas en las imágenes y el resto en los trabajos de campo.

Enseguida se describen las distintas unidades haciendo énfasis en las del área de Santa Cruz Camotlán, las cuales se presentan en orden (cronológico) (Plano NQ 3).

III.5.1 ROCAS METAMORFICAS.

Las rocas metamórficas forman la base de la columna estratigráfica en Nayarit, todas se localizan en la subprovincia de la Altiplanicie Septentrional, conformando la mayor parte de las sierras Vallejo y Guamúchil. Se reconocen tres localidades metamórficas, a saber: Sierra Vallejo, constituida por esquistos y mármoles interesratificados, de edad posiblemente Paleozoica (Pineda, 1975) las --cuales muestran buenos afloramientos en Higuera Blanca, localidad --objeto de estudio económico del C.R.M. La segunda se localiza en --Estancia de los López, formada por los mismos tipos de roca que en la Sierra Vallejo, por lo que se correlacionan con ella. La tercera localidad es la de la Sierra Guamúchil y Zapotán, en ésta se en-

cuentran dos tipos de roca: derivados de rocas pelíticas y de origen volcánico. Las primeras se clasificaron en el Laboratorio de Petrografía del C.R.M. como esquistos de clorita pertenecientes a la facies de esquistos verdes de origen metamórfico regional, razón por la que se correlacionan tentativamente con las localidades anteriores. Sus afloramientos son pequeños y aislados en las áreas de Zapotán y el Pilón. Las rocas de origen volcánico, derivan de andesitas que han sufrido un metamorfismo de contacto y regional.

El primer evento metamórfico es seguramente el regional ya que éste no afecta a las rocas de origen volcánico sino a las de origen sedimentario. Sobre éstas últimas se depositaron calizas de edad Cretácico Superior probable (Pineda, 1975). El segundo evento metamórfico es de contacto; se presenta únicamente en los bordes de los batolitos de las sierras Guamúchil y Pijinto, pudiendo ser de alto y bajo grado. La edad de este último evento se fechó según la edad del stock granítico del Pilón en 40.5 millones de años y en 97.6 m.A., para las zonas cercanas al Zapotán (Gastil et. al. 1976). Estas rocas encajonan vetas auroargentíferas, principalmente en el Pilón y en Barranca del Oro.

III.5.2 CALIZAS

Los afloramientos de éstas son escasos en Nayarit. En todos los casos están marmorizadas y solo afloran en las provincias de la Altiplanicie Septentrional y en la Sierra Madre Occidental al bor

de del Río Santiago (Cerro La Calera). El afloramiento más extenso se localiza en Higuera Blanca allí, las calizas están en contacto - discordante con esquistos y se presentan marmorizadas, tanto por -- efectos de metamorfismo regional, como de contacto. Esto último de bido al intrusivo batolítico del SW del Estado. Pineda (1975) considera a éstas rocas como de edad Paleozoica por presentarse interestratificadas con los esquistos.

Cerca del Zapotón, se encuentran otros cuerpos de calizas - con estructura y textura claramente arrecifal, con abundantes fósiles, los cuales fueron identificados como perineas y turritelas del Cretácico (Pineda, 1975). Descansan en contacto discordante sobre esquistos semejantes a los de Punta Mita y el Pilón.

Con las mismas características texturales se encontraron ca lizas en la región de Amatanejo, Jalisco y Santa Cruz Comotlán. En esta última localidad descansan sobre andesitas, sin presentar alte ración alguna en el contacto, observación que apoya la presencia de un arco de islas durante el Cretácico. Hacia el oeste, en Amatanejo, las calizas están sumamente marmorizadas, pero fué posible dife renciar términos intermedios como calizas espáticas y arenosas.

III.5.3 ANDESITAS.

Este tipo de roca está ampliamente distribuido en el Estado, sin llegar a formar o definir alguna serie continua. Se las encuentra en las partes bajas de los drenajes profundos o aflorando super-

ficialmente en zonas restringidas. Se presentan en forma de derrames y asociados o domos intrusivos, siendo estos últimos inicialmente inferidos por medio de las imágenes de satélite.

En la Sierra Guamúchil son poco frecuentes los afloramientos ya que se encuentran sepultados bajo el paquete volcánico ácido similar al de la Sierra Madre Occidental. Es esencial hacer notar que este tipo de roca es importante como roca encajonante de mineralizaciones auríferas en el Estado en general y en la Sierra Guamúchil en particular. Se encuentran asimismo, términos hipabissales de esta composición con sulfuros diseminados, sobre todo a lo largo del Río Grande de Santiago. Para la misma Sierra Guamúchil, se infiere la presencia de andesitas debajo del paquete volcánico ácido, por extensión de las características de la Sierra Madre Occidental, de tal forma que el rango de edad estimada para estas rocas se encuentra entre el Eoceno y Mioceno, mientras que en algunos lugares posiblemente sean cretácicas o pre-cretácicas por encontrarse infrayaciendo a las calizas, como es el caso de las localizadas en Santa Cruz Comotlán.

Además de la serie volcánica ácido, sobreyacen a estas rocas unos conglomerados que se restringen a la subprovincia de la Altiplanicie Septentrional en localidades cercanas a Compostela, Zapotlán y Barranca del Oro. Esta unidad conglomerática se describe en la sección siguiente.

III.5.4. CONGLOMERADOS.

Dentro de esta unidad se mapearon los conglomerados formados por fragmentos de rocas andesíticas y que afloran al W-SW de -- Compostela y en la Sierra Guamúchil, diferenciándose de las brechas volcánicas que contienen una alta proporción de fragmentos de rocas volcánicas ácidas. La extensión geográfica de estas últimas es reducida y se considera como localidad tipo al Km. 44 de la carretera Tepic-Puerto Vallarta. En las localidades donde aflora, el conglomerado presenta una estructura y textura compacta enriquecida en silice. En la Sierra Guamúchil, los fragmentos son redondeados y sub redondeados con diámetro promedio de un centímetro y horizontes con fragmentos de tamaño de arena, estratificados con espesores mayores a un metro y rumbo promedio N 50 E, con echado 50 NW. Estas rocas sobreyacen a las andesitas y dacitas, pero su posición estratigráfica y estructural es confusa con respecto a las unidades litológicas que le sub y sobreyacen pues los contactos no son claros.

De la misma manera que en las andesitas metamorfoseadas, en esta unidad se presentan minerales metamórficos del tipo de la epidota y clorita, así como turmalina, trazas de galena y hematita especular. En el camino Ahuecatlán-Barranca del Oro es frecuente encontrar diques y dique estratos de pórfidos andesíticos y menos frecuentemente de granodiorita.

Esta unidad no es posible identificarla por medio de las -

imágenes del satélite, en vista de que los afloramientos son pequeños, su tonalidad es la misma que para las andesitas y por presentar una cubierta abundante de vegetación.

III.5.5 ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS.

Los cuerpos intrusivos se presentan en forma de stocks y batolitos. Los primeros se manifiestan diseminados en las provincias de la Sierra Madre Occidental y la Faja Neovolcánica; los segundos se localizan en la porción norte de la provincia de la Altiplanicie Septentrional. Dentro de este último grupo se incluye a un stock - que se encuentra entre los batolitos de la Sierra Guamúchil y Barranca del Oro.

Batolitos.- Los cuerpos intrusivos de dimensiones batolíticas se localizan en la porción austral del Estado de Nayarit y parte del norte del Estado de Jalisco, conformando un conjunto orientado predominantemente E-W, cóncavo hacia el N.

El primero de ellos se encuentra al W, del lado de la costa, formando parte de la Sierra Vallejo. Afecta a rocas cretácicas y precretácicas de tipo sedimentario que han sido alteradas por metamorfismo regional y de contacto resultando mármoles, esquistos y gneises. Morfológicamente se caracteriza por tener una topografía considerablemente más baja que la del resto de la sierra y un drenaje dendrítico más desarrollado. Los rasgos tonales en la imagen de

satélite son los grises claros, que contrastan con los más claros - del aluvión y con los sensiblemente más oscuros de las rocas volcánicas ácidas. Este cuerpo termina abruptamente hacia el sur en el Valle de Bandejas. Las rocas que forman este complejo son básicamente granodioritas con variaciones a tonalita y granito alcalino. Asociados a estos cuerpos no se tiene conocimiento de la existencia de yacimientos metálicos importantes. La edad del batolito se obtuvo a partir de una tonalita de Punta Sayulita, la que arrojó una fecha de 71.1 mA (Cretácico Superior) (Gastil et al. 1976). Esta edad limita a las calizas marmorizadas de la región de Higuera Blanca al período pre-cretácico.

En el área comprendida entre Barranca del Oro, Nayarit y Pijúto, Jalisco se encuentran dos intrusivos batolíticos y un stock relacionados estrechamente en el espacio, aunque no cronológicamente.

El stock se localiza en el área de El Pílon y tiene un diámetro aproximado de 2 Km. Su composición es principalmente granítica con variaciones a granodiorita y es encajonante de mineralización auroargentífera en vetas de cuarzo. Hacia el sur, se interrumpe bruscamente por una falla normal de grandes dimensiones que limita a su vez al graben del Río Ameca. Gastil et al (1976) fecharon este stock en 40.8 m.A. (Eoceno Superior), lo que indica que el emplazamiento de este cuerpo corresponde a una de las últimas manifes

taciones intrusivas en la región. Por otro lado, se ha supuesto -- que este intrusivo, así como el batolito de Barranca del Oro-Sierra Guamúchil, son los responsables del metamorfismo de las andesitas - que se observan en el camino Ahuacatlán-Barranca del Oro.

El batolito de la Sierra Guamúchil es un intrusivo que se - extiende casi desde El Pilón hasta Santa Cruz Camotlán. A diferencia del intrusivo anterior, éste no encajona mineralizaciones impor-tantes, pero afecta a una parte de las tobas riolíticas y andesitas dando lugar a interesantes mineralizaciones. La composición de este cuerpo presenta variaciones de granodiorita a monzonita. Su límite sur lo constituye el graben del Río Ameca, donde se forman --- grandes espesores de depósitos continentales derivados del batolito y otras rocas volcánicas. Dentro de este cuerpo, en zonas de fractura, se llegan a formar filones de cuarzo con potencias de varios metros que en algunas ocasiones presentan mineralizaciones de Ag, - Au y Cu con buenas leyes, como en la Zopilota y en el Arroyo Los Ajtos.

Este batolito no ha sido fechado, pero por extrapolación -- con las fechas tomadas en El Pilón de 40.8 mA y de Barranca del Oro de 61.8 mA (Gastil et al, 1976), se le asigna a este cuerpo una --- edad correspondiente entre el Paleoceno y Eoceno, con manifestaciones en el Mioceno que dieron lugar a las mineralizaciones dentro de la secuencia volcánica ácida.

El segundo batolito en cuestión es aquel que se encuentra - en el área de Amatanejo-Pijinto, Jalisco y que se extiende hacia Nayarit en la Sierra de Zapotán. Su composición es principalmente -- granodiorítica con variaciones a tonalite y cuarzomonzonite. Está cubierto por rocas volcánicas ácidas, basaltos y remanentes de calizas en Amatanejo. En este cuerpo se localizan algunas de las mineralizaciones auroargentíferas más atractivas, en filones de cuarzo, sobretodo en la región de Pijinto. Su edad se desconoce, pero por su cercanía con la Sierra de Zapotán se correlaciona con la edad de una pegmatita gebróica de 97.5 mA fechada por Gastil et al (1976), lo que sitúa a estas rocas en edades cercanas al Cretácico Medio.

Stocks.- En Nayarit, el conjunto de stocks se orienta NW-SE de acuerdo con el patrón estructural regional y su composición es - variable de ácida a intermedia. Afectan a las rocas volcánicas ácidas de la Sierra Madre Occidental e lo largo del Río Grande de Santiago, Oeste del Río San Pedro, flancos del Río Acaponeta y región del Pinabete-La Yesca. Asimismo, hacia el Este de Santa María del Oro se observan fuertes alteraciones hidrotermales en tobas riolíticas y andesíticas producidas por intrusivos intermedios. En la porción centro-meridional del Estado, los stocks afectan al mismo tipo de rocas y a la unidad conglomerática del sur de la Sierra San Juan.

Morfológicamente los stocks se identifican por producir domos limitados por curvilineamientos, aunque este rasgo no es en to-

dos los casos fácilmente identificable; esimismo, las características tonales quedan oscurecidas por la roca que los cubre.

En términos generales, la composición química de los stocks (identificación megascópica) es intermedia a lo largo de los ríos Santiago y Huaynamota, mientras que los del norte y sur del Estado son de carácter ácido. Su importancia económica es grande por estar relacionados con mineralizaciones, principalmente aurorargentíferas en cuerpos de vetas. Los cuerpos más importantes son los de -- las zonas de El Tigre, Cucharas, Aguamilpa, San Juan Bautista, Huaynamota y Cerro Tezinte. Al sur destacan los de Huicicila y Cañadas, relacionados también con mineralizaciones auríferas.

Las edades de los stocks son posteriores a los de la serie volcánica ácida (Oligoceno-Mioceno) a la que afectan, y al emplazamiento de los batolitos, por lo menos para el intrusivo de Huicicila al que por el método radiométrico de K-Ar se le fechó en 20.4 mA (Mioceno Inferior) (Gastil et al, 1976), en contraste con las edades mayores a 40.8 m.A obtenidas en los cuerpos batolíticos (Eoceno Superior).

III.5.6 SERIE EXTRUSIVA ACIDA.

Esta es la serie volcánica más ampliamente distribuida en el Estado, principalmente en la Sierra Madre Occidental, donde se registran espesores superiores a los mil metros. Sus principales constituyentes son las ignimbritas y tobas riolíticas, siendo comunes las

brechas riolíticas. Sobreyacen a las andesitas y en algunos lugares están cubiertos por derrames andesítico-basálticos de edad -- Plioceno. Es común encontrarse a estas últimas interestratificadas con las tobas y las ignimbritas. Lo más atractivo de estas rocas es el hecho de encontrarse plegadas en formas anticlinales y -- sinclinales, a diferencia de las que se localizan en otras regiones de la Sierra Madre Occidental. Los pliegues, mapeados recientemente por Damon, Nieto y el autor, evidencian una fase de plegamiento de edad Mioceno en la porción sur de la Sierra Madre Occidental, suponiendo que en esta región las edades de las rocas volcánicas ácidas se extienden hasta el Mioceno-Plioceno. Esta edad tentativa se infiere por interpolación con las edades presentadas por Mc Dowell y Cabaugh (1972) de 22 y 30 mA (Oligoceno) para rocas de la Sierra Madre Occidental ubicadas entre Mazatlán y Durango, así como los obtenidos por Watkins et al (1971) de 4 y 5 mA -- (Plioceno) en el Río Grande de Santiago, al norte de Guadalajara.

En la Sierra Guzmán, la serie volcánica ácida se presenta sin plegamiento y está solo alterada en algunas localidades por efecto de cuerpos intrusivos. En esta sierra las rocas ácidas se exponen en una estructura de horst, limitada hacia el norte por el graben de Ahuacatlán-Ixtlán del Río y hacia el sur, por el del Río Ameca; en esta área le sobreyacen tobas indiferenciadas y brechas volcánicas y le subyacen andesitas y posiblemente conglomerados andesíticos.

III.5.7 TOBAS INDIFERENCIADAS.

Con este nombre se mapearon unidades tobáceas de irregular distribución en sentido horizontal y vertical, localizadas casi exclusivamente al sur del Río Ameca. Su composición varía de riolítica a intermedia, con fragmentos líticos abundantes de tamaño variable entre arenas y conglomerados. Su contacto inferior no se observa y el superior marca una discordancia erosional con brechas y conglomerados del Terciario Continental derivados de las rocas volcánicas. La falta de cualquier cuerpo intrusivo puede indicar que son posteriores a dicha roca y anteriores a los basaltos puesto que éstos no se observan cubiertos por las tobas.

III.5.8 BRECHA VOLCANICA.

Esta unidad comprende a las rocas formadas por fragmentos de andesitas, tobas riolíticas y algunas veces derrames autobrechados de composición ácida e intermedia. Aflora ampliamente en la porción norte de la Sierra Guamúchil en contacto discordante con la serie volcánica ácida y en ocasiones con el batolito de Berranca del Oro-Santa Cruz Comotlán.

Económicamente no ofrece interés alguno pues en todos los afloramientos aparece totalmente estéril. La edad de esta unidad es posiblemente Plioceno o más antigua, por estar cubierta por rocas extrusivas básicas del Plioceno-Pleistoceno.

III.5.9 SERIE EXTRUSIVA BASICA.

Bajo este término se agrupan aquellas rocas clasificadas en trabajos anteriores como basaltos (Pineda, 1975) y andesitas (Thorpe y Francis, 1976). La razón de tales clasificaciones, y por ende del agrupamiento, se debe a que las rocas clasificadas en el campo como basaltos, por medio de análisis químico se encuentran dentro del rango de las andesitas o andesitas basálticas. De la misma manera, se agrupan dentro de la misma unidad a los derrames y productos piroclásticos de la misma composición.

Este grupo de composición básica forma la unidad litológica más ampliamente distribuida en el Estado, después de las rocas extrusivas ácidas de la Sierra Madre Occidental. Se les encuentra principalmente en la Faja Neovolcánica y en menor proporción coronando las series ácidas. Los aparatos volcánicos más jóvenes y de mayores proporciones son de esta composición, entre los que se pueden mencionar: Sanganguey, Tepetitlic, San Juan, Navajas y Ceboruco, este último activo históricamente. Los límites de estas manifestaciones son fáciles de identificar por medio de las imágenes de satélite pues casi todos ellos son de tipo estructural, salvo aquellos que se localizan hacia el sur de la Sierra de San Juan, debido a que corresponden a la etapa más antigua de extrusión y las relaciones morfológicas están oscurecidas por la erosión.

Cronológicamente se reconocen dos eventos extrusivos básic--

cos que en general se pueden diferenciar atendiendo al grado de erosión de los aparatos volcánicos asociados y al grado de intemperismo de las rocas. El más antiguo se supone que es aquel que cubre a las rocas ácidas de la Altiplanicie Septentrional, principalmente en la porción W-SW de Tepic casi hasta Punta Sayulita. Este se caracteriza por presentar derrames poco extensos, por estar relacionado con aparatos volcánicos pequeños o ausentes y por presentar una coloración en la roca que varía de parda a rojiza por los efectos de intemperismo. El evento más joven lo forman aquellas rocas piroclásticas y derrames basáltico-andesíticos de la parte central del Estado. En contraste con las más antiguas, estas rocas están relacionadas con aparatos volcánicos de grandes dimensiones, poseen un grado de intemperismo bajo y una distribución geográfica amplia. En la banda 5, estas últimas son fácilmente reconocibles por sus tonalidades más claras en gris. Morfológicamente presentan un relieve poco accidentado cubierto por derrames y cenizas, alterado solamente por los volcanes mayores y algunas prominencias de rocas ácidas que representan ventanas estructurales.

De la observación directa de la imagen K-7 se puede decir que las manifestaciones basálticas y/o andesíticas en esta porción de la Faja Neovolcánica ocurrieron en grandes depresiones (grabens) en forma de cuencas orientadas NW-SE y que posiblemente estas rocas cubren rocas volcánicas ácidas del tipo de la Sierra Madre Occidental, las que actualmente se conservan en ventanas estructurales. Es

ta observación concuerda con las hechas por Pineda (1975) y por Thorpe y Francis (1976).

En el área de la Sierra Guamúchil estas manifestaciones se restringen a la zona norte, y corresponden a las emisiones del Volcán Ceboruco, mientras que en el sur no se observan aparatos volcánicos importantes y los derrames basálticos están más bien relacionados con el fallamiento del Río Ameca, de edad Plio-Pleistoceno.

III.5.10 TERCIARIO CONTINENTAL.

De esta manera se denominan a los depósitos clásticos esencialmente no consolidados que se encuentran en las márgenes del Río Ameca, y que para áreas como la de El Pílon llegan a tener más de 150 metros de espesor, según datos de perforación hidráulica que en esa población se realizan. Estos depósitos se deben a la erosión que ha atacado un fuerte relieve producido por una gran falla normal que formó el graben del Río Ameca. Los depósitos se encuentran inclinados por fallamiento somero en más de 15° hacia el sur. Sus constituyentes principales son: fragmentos de granito, rocas metamórficas, andesitas y rocas volcánicas ácidas. En Santa Cruz Camotlán se les llega a encontrar interestratificados con derrames de basalto.

III.5.11 ALUVION.

Siendo esta la unidad litológica más joven, su identificación

Y delimitación es relativamente fácil en las imágenes de satélite - por presentar las tonalidades más claras. En el Estado, el mayor - volúmen de éstas se localiza en la Planicie Costera, región que se encuentra casi al nivel base de erosión, mientras que en el área de estudio a semidetalle los depósitos se localizan únicamente en las márgenes del Río Amece y en los arroyos más grandes.

III.6 LINEAMIENTOS.

Como se expuso en capítulos anteriores, el control estructural en una región dada puede inferirse a partir de la interpretación de lineamientos, toda vez que estos han sido identificados como de tipo estructural. De acuerdo a lo anterior, se elaboró el plano -- NO 4 de los lineamientos principales y otro (Fig. NO 8) en el que -- se trazaron solo los que pudieran indicar alguna relación con los rasgos tectónicos del Pacífico y la evolución del Golfo de California. En este apartado se hace referencia al primero. Este se elaboró con el fin de detectar patrones estructurales que sirvieran de guías para la localización de zonas favorables para la presencia -- de yacimientos minerales.

En el Estado, se reconocieron dos patrones estructurales -- principales: el primero se orienta NW-SE con variaciones N-S, que -- define el sistema de fracturamiento de mayor magnitud y profundidad, como se observa claramente en la Sierra Madre Occidental. Afecta -- rocas volcánicas ácidas de edad Mioceno y coincide con áreas afectadas por stocks de composición ácida y/o intermedia, relacionados -- algunas veces con mineralizaciones. El segundo patrón, está representado por lineamientos orientados NE-SW y E-W, dispuestos casi -- perpendicularmente a los anteriores. En la Sierra Madre Occidental este patrón forma un arreglo estructural de bloques. Hacia la costa, estos lineamientos se encuentran parcialmente cubiertos, o bien, difusos por efectos de la erosión. Esta última característica sugiere

re una edad más antigua al segundo patrón de fracturamiento.

Hacia el sur del Estado, los lineamientos mayores delimitan claramente la provincia de la Faja Neovolcánica en arreglo de horst y grabens de distintas dimensiones, donde queda incluida el área de estudio a semidetalle. Las características estructurales y de los lineamientos para esta área se verán adelante.

Para observar la frecuencia en la orientación de los lineamientos se hicieron tres rosas de deformación (Fig. NO 11) utilizando el criterio de magnitud y orientación, para las áreas mineralizadas de El Tigre-Cucheras, La Yesca-Pinabete y Barranca del Oro-Piñón. De estas zonas, ubicadas en el norte, sureste y sur del Estado respectivamente, es notable un cambio en la frecuencia de la orientación de los lineamientos, lo que diferencia tres zonas distintas desde el punto de vista estructural.

Son frecuentes los lineamientos circulares o curvilineamientos que en la mayoría de los casos coincidieron con cuerpos intrusivos, principalmente aquellos cercanos al Río Grande de Santiago.

Se debe hacer notar que lineamientos tales como los ejes de plegamientos en la Sierra Madre Occidental, fueron mapeados según observaciones aéreas en helicóptero y que en las zonas de los flancos de los anticlinales fué frecuente encontrar mineralizaciones interesantes como en el Pinabete, La Yesca y Sierra San Pedro al este de Santa María del Oro.

IV YACIMIENTOS MINERALES.

En el sentido regional y de ambiente tectónico, los yacimientos minerales del Estado de Nayarit pertenecen a un medio metalogénico del tipo "cinturón orogénico" (Park y Mc Diarmid, 1975) o "cordillerano" según Sawkins (1972).

Como oportunamente se dijo, aquí se utiliza el modelo de zonamiento metálico de Los Andes aplicado a México, el cual satisface la distribución geográfica planteada, o sea, de Fe, Au-Cu y metales básicos. De esta manera, el Estado se localiza dentro de las dos últimas provincias y compartiendo características de ambas, no pudiéndose diferenciar límites precisos entre ellas. (Fig. Nº 10 y plano Nº5). El modelo fué aplicado como guía en la prospección, a la vez que la región fué utilizada como prueba de validez para éste.

Es necesario aclarar de nuevo que la plata se incluye dentro del grupo de los metales básicos por la estrecha relación que con ellos tiene.

Se identificaron nueve zonas de interés económico en las imágenes del Landsat-1, las cuales fueron seleccionadas de la extrapolación de los rasgos geológicos de algunas de las áreas mineralizadas conocidas, tales como El Tigre, Huaynamota y Barranca del Oro; todas ellas ubicadas dentro de las zonas recomendadas que se presentan en el plano Nº 5.

Inicialmente se hicieron reconocimientos en áreas que presentaron intersecciones de lineamientos importantes por su magnitud o densidad, lo que permitió un extenso conocimiento de la región, - pero con resultados poco favorables en la búsqueda de zonas mineralizadas. La localización de éstas se logró por el método de extrapolación mencionado, con el consiguiente reconocimiento y muestreo regional. El resultado fué: ampliación de zonas mineras conocidas, localización de antiguas zonas mineras desconocidas y localización de guías favorables (alteraciones hidrotermales) que requieren de trabajos de detalle.

De acuerdo con la importancia de las evidencias de mineralización en las distintas zonas, éstas se clasificaron como de primera y segunda magnitud (Plano NQ 5).

Las zonas de primera magnitud y su contenido metálico son:

a) Santa Cruz Camotlán-Pijinto (Au, Ag, Cu y Pb). Esta zona se eligió como sitio de prueba según se describe en el apartado siguiente, sin haberse tenido antecedentes de ser zona favorable para prospección minera, salvo el antiguo Distrito de Barranca del Oro;--
 b) Cucheras (Ag y Au); c) Zopilote-Altos de Ventanas (Ag, Pb, Zn, -- Cu); d) Pinabete-La Playita (Ag).

Las zonas de segunda magnitud son: a) El Colomo (Ag); b) Huaynamota (Ag); c) Buckingham (no se tiene reporte); d) Huicicila (Ag); e) La Cucaracha (Ag,Cu).

En todas las zonas anteriores las mineralizaciones se encuentran en forma de sulfuros en estructuras filonianas, están encajonadas en rocas ígneas de carácter ácido e intermedio y pertenecen a -- edades Terciarias. Todas estas características satisfacen al modelo general adoptado.

IV.1 ZONA DE SANTA CRUZ CAMOTLAN.

IV.1.1 GENERALIDADES.

Esta zona cubre un área de 489 Km², dentro de los límites de los Estados de Jalisco y Nayarit (Plano N° 6). Geométricamente -- forma un polígono irregular orientado burdamente E-W, cuyas coordenadas de sus vértices en la proyección de Mercator son:

	<u>Longitud</u>	<u>Latitud</u>
1	104°26' 45"	21°01' 15"
2	104°40' 00"	21°00' 15"
3	104°43' 00"	21°03' 00"
4	104°49' 00"	21°03' 00"
5	104°49' 00"	21°00' 30"
6	104°44' 00"	20°52' 50"
7	104°26' 45"	20°55' 45"

Fisiográficamente se localiza en la provincia de la Altiplanicie Septentrional de la Sierra Madre del Sur y parte de la Faja Neovolcánica, como se mencionó anteriormente.

En esta sección solo se tratan los aspectos estructurales y las de los yacimientos minerales ya que los estratigráficos, históricos, etc., han sido incluidos en la descripción general del Estado (capítulo III).

IV.1.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Estructuralmente el área se caracteriza por estar desarrollada en un horst orientado burdamente E-W, limitado por los grabens del Río Ameca hacia el sur y el de Ahuacatlán hacia el norte. El límite NW de esa estructura lo forma el lineamiento del Río Tetiteco, después del que se encuentra la cubierta volcánica básica de la Faja Neovolcánica; mientras que el límite meridional está claramente definido por la falla normal que da lugar al depósito de Terciario Continental de conglomerados y brechas de edad Pleistoceno, así como de los derrames basálticos que en Santa Cruz Camotlán se llegan a presentar interestratificados con los depósitos anteriores. El graben de Ahuacatlán no está claramente delimitado, pero su posición geográfica se define por la presencia de la Faja Neovolcánica.

Aparte de las fallas mencionadas, la Sierra Guamúchil está afectada por una serie de fracturas y fallas interpretadas a partir de lineamientos y evidencias de campo que se orientan N-NE sin relación estricta con la E-W del Río Ameca.

Otra estructura relevante es aquella del batolito de Pijñito-Zapotán, que determina el relieve del área correspondiente al norte de Jalisco. Estructuralmente difiere de la Sierra Guamúchil al estar afectada por el lineamiento - falla del Río Ameca que se orienta E-W y cuya prolongación Este corresponde en parte al Río Tetite-

co. Por otro lado, en la Sierra Pijinto los lineamientos mayores - están orientados N-NW, lo que la identifica como una entidad geológica diferente a la del resto del Estado de Nayarit.

En ésta sierra, las estructuras mineralizadas se orientan - todas E-NE, lo que hace relativamente fácil la prospección en base al control estructural. Para la Sierra Pijinto no ocurre lo mismo, tal control es más desordenado encontrándose vetas E-W, NE-SW y -- NW-SE.

IV.2 YACIMIENTOS MINERALES.

IV.2.1 CARACTERISTICAS GENERALES.

Todas las estructuras observadas son producidas por hidrotermalismo que corresponden a los de baja temperatura, cuyo control de depositación y concentración es de profundidad y presión moderada - a baja y temperaturas entre 50^o y 200^o C. (Park y McDiarmid, 1975). Las estructuras están en forma de vetas encajonadas en rocas ígneas y metamórficas. Para las diferentes zonas estudiadas el control es estructural varía de manera que en tres de las cuatro zonas de inte--rés, el arreglo es más o menos regular. En todos los casos las vetas son de cuarzo con sulfuros formados a partir de coloides. El - arreglo estructural de las vetas en general, se presenta perpendicular al rumbo de los lineamientos que sirvieron de pauta para la - localización de los yacimientos, por lo que se interpreta que las - fracturas-vetas están asociadas a los mismos movimientos que dieron

lugar a la formación de los lineamientos.

IV.2.2 DESCRIPCION DE OBRAS MINERAS Y ESTRUCTURAS MINERALIZADAS.

Para lograr una mejor presentación de las obras y estructuras, el área se subdividió en cuatro zonas de interés considerando los valores metálicos obtenidos, las características geológicas de las zonas y su accesibilidad (Plano N° 6). Así, las áreas de interés son en orden de importancia:

- I. Barranca del Oro
- II. San Felipe de Híjar, Jalisco
- III. Santa Cruz Camotlán
- IV. Pijinto-Amatanejo, Jalisco.

Se debe aclarar que la prioridad otorgada a estas zonas bien puede no ser la justa debido al carácter regional del reconocimiento, sobre todo para las zonas III y IV donde, por las características topográficas, no se lograron agotar las posibilidades de encontrar mayores evidencias. Asimismo, se omiten los valores metálicos obtenidos por razones de política interna del C.R.M.

IV.2.2.1 ZONA I. BARRANCA DEL ORD.

Esta zona se localiza al norte de la localidad a la que debe su nombre y se extiende hacia el W de El Pilón, conocida localidad minera. El ambiente geológico es de tipo metamórfico regional y/o de contacto. Incluye parte del batolito de la Sierra Guanúchil

y al stock granodiorítico de El Pilón. Las características de las obras, trabajadas principalmente por gambusinos, se describen enseguida.

MINA EL ESPINO.

Es una obra de 8 m. de desarrollo orientada N-S, que corta a una veta de sílice emplazada en una falla normal orientada N 58 - W 35 S. Se localiza entre los arroyos Barrenqueño y El Tigre. La mineralización se encuentra en sílice y material de falla. La roca encajonante es una diorita de augita metamorfoseada en bajo grado, enriquecida en sericita y clorita, y está afectada por fuerte fracturamiento. Se presentan además, diques de diabasa de espesores -- hasta de 1.5 m y numerosas vetillas de cuarzo alojadas en las fracturas. La mineralogía observable está constituida por cuarzo y piritita como ganga y, galena en la mena. La presencia de epidota y -- clorita indica una alteración propilitica hidrotermal, de la que es probablemente responsable el intrusivo granítico cercano a Barranca del Oro.

Existen por lo menos cuatro socavones más que cortan a la -- misma estructura y que no pudieron ser muestreados dado su ruinoso estado.

El resultado del muestreo arrojó valores de Cu, Zn y Pb en cantidades mayores a 20 p.p.m., valores menores de Ag y nulos de -- Au en estructura de 1 m de espesor.

MINA LA CARRETERA (SAN PABLO).

Se localiza en el Km. 20 Carretera Ahuacatlán-Barranca del Oro. Esta obra sigue un rumbo irregular de N-S y E-W siguiendo un complejo sistema de fracturas y fallas (todas normales) que configuran un errático desarrollo de la mina de más de 150 m. de cuele. -- Los rumbos extremos que se registraron en las estructuras fueron de N 20-75 W, y de N85 E a S 05 E, siendo en las primeras donde más al tos valores se obtuvieron (hasta 11200 p.p.b. de Au).

La mineralización se localiza en vetas-falla de sílice y - zonas de milonita; los espesores varían desde 0.04 m. en la milonita hasta 4 m. en el cuarzo. La roca encajonante es una meta-andesita sumamente fracturada que sufrió alteración propilitica, donde -- abunda la epidota y la clorita; hay poca especularita y sulfuros de Fe y Pb. El Cu se encuentra en costras de oxidación. El análisis petrográfico reportó asimismo, la presencia de anfibolitas (clase - química magnesiána) y skarn de epidota (clase química calcárea).

Se tomaron 15 muestras de vete en canal separadas 10 m. una de otra aproximadamente cuyo análisis arrojó buenos valores de Au, así como de Cu, Zn, Pb y Ag en menor cantidad.

MINA LA FORTUNA.

Se localiza en el Km. 20.25 carretera Ahuacatlán-Barranca - del Oro. La veta aflora en superficie y la explotación se efectuó

por medio de rebajes. Existen más de 3 tiros, pero no fué posible muestrearlos por las malas condiciones en que se encuentran. La estructura es de veta en una falla que, el primer tiro corta con rumbo S 45° E 60° N con un espesor variable entre 0.20 y 0.40 m. La misma veta es cortada por otro tiro donde se observa un cambio a -- S 57° E- 63° N, en ésta el espesor varía de 0.1 a 0.3 m. Esta veta es de cuarzo con sulfuros de Fe y Pb y pequeñas cantidades de malaquita. La alteración es propilítica en meta-andesitas como en la mina "La Carretera". En general las características son las mismas que en esa mina. Los valores fueron altos en Au, Cu, Zn y Pb; bajos en Ag, según dos muestras de canal tomadas en ambas obras.

MINA LA LLAMA.

Está situada en el Arroyo El Pílon, a 1 Km. aproximadamente al norte del poblado del mismo nombre. Esta mina corta a una veta orientada N 29° W- 85° SW con un espesor de 0.30 m. La obra es un socavón de rumbo N 60° W que se prolonga hasta cortar la veta de -- cuarzo donde se observa calcopirita, galena argentífera y pirita -- oxidada parcialmente. La roca encajonante es una granodiorita de biotita la cual está silicificada y piritizada.

De esta estructura se tomó una muestra en la frente que dió un alto valor en Au y bajo de Ag.

Esta es la única obra que se trabaja actualmente en el área en forma de gambusinaje.

VETA EL MOLINETE.

Se localiza entre el arroyo del mismo nombre y el Arroyo Li moncito, a 2 Km. aproximadamente al W de la población de El Pilón.- La veta tiene 0.60 m. de espesor y longitud de más de 10 m. y está expuesta superficialmente. En la parte inferior corre con rumbo -- N 20° W mientras que la parte superior cambia a N 50° W. Los minerales observados son: piritita, calcopiritita, galena y cuarzo, encajonados en una anfibolita (clase química magnesiense).

La alteración de la roca encajonante se propilítica hidro-- termal.

De esta veta se reportaron valores altos de Au y nulos de Ag.

MINA EL MOLINETE.

Obra minera desarrollada a rumbo de veta, se explotó por medio de un tiro de 5 m. de diámetro hasta una profundidad de 7 metros desde la bocamina, donde se desarrollaron dos frentes, uno de 3 m. en dirección SE que resultó prácticamente estéril, y otro de 8 m. hacia el NW que resultó con valores atractivos. Se tomó una tercera muestra en otra frente de 2 m. en la parte media del tiro.

La veta tiene hasta 1 m. de espesor y está constituida de cuarzo con calcopiritita, piritita, galena y melaquita. Su orientación es N 65° W - 80° N al igual que el fracturamiento en la roca encajo

nante, formada por anfibolita (clase química magnesianas) similar a la de la mina La Carretera. Las alteraciones más evidentes son la - cloritización, silicificación y piritización. Los resultados de los análisis químicos reportan valores cercanos 0.96 gr/ton de Au, hasta 23 gr/ton de Ag y, contenido de Cu, Zn y Pb en diversas cantidades.

IV.2.2.2 ZONA II. SAN FELIPE DE HIJAR, JALISCO.

Esta zona forma parte del antiguo distrito minero de San Felipe de Híjar, del cual todavía están vigentes algunos denuncios y - emplazamientos de las viejas obras. Se muestrearon en total 5 obras - de las que sólo una está en preparación para iniciar la explotación. Todas están emplazadas en rocas volcánicas de tipo ácido.

MINA SAN FELIPE.

Se localiza a las orillas del poblado de San Felipe de Híjar. Las obras están bien desarrolladas, generalmente a rumbo de veta.

El primer socavón tiene un desarrollo de 20 m. a rumbo de - una veta de cuarzo en donde se observan sulfuros de Fe, Cu, Pb. Es te socavón sigue la misma dirección N-S hasta cortar una falla de - rumbo donde la mineralización se presenta en material milonítico, - el cual presenta valores de Ag.

La veta arma en tobas riolíticas silicificadas, que sufrieron de alteración de sulfuros. Se observa clorita, pirita y escasos carbonatos de Cu.

El segundo socavón está orientado N 45° E. Corta oblicuamente a otra veta orientada N-S-60° W. Se observan los mismos sulfuros dentro de la veta de cuarzo que llega a tener hasta 1.20 m. de espesor.

Las características generales son las mismas del socavón primero. Se obtuvieron dos muestras de la frente y dos de terrero, las cuales arrojaron valores promedio de 250 p.p.m. de Ag y nulos de Au.

La situación legal de esta mina es vigente según registro en la Agencia de Minería de Mascota, Jalisco.

MINA AMPLIACION SAN FELIPE.

Esta obra está localizada en el mismo cerro de San Felipe de Híjar. Su desarrollo, hasta el momento, es de 73 m. y pretende cortar una veta (versión de los mineros del lugar) oblicua o perpendicular al socavón orientado E-W. No se observa veta alguna, sólo alteración representada por clorita y silicificación en las tobas riolíticas, las que presentan galena diseminada. El socavón intercepta fracturas a los 11.5 m. y 45 m. de la bocamina, orientadas N 40° E - 35° Nw y N 35° E - 35° Nw respectivamente.

El resultado del muestreo arrojó bajos valores en Cu, Zn, Ag, Pb y nulos en Au.

IV.2.2.3. ZONA III. SANTA CRUZ CAMOTLAN.

Se muestrearon en esta zona 6 obras mineras y 6 vetas que no

evidencian trabajo alguno. De todas las obras, ninguna tiene referencia que señale su situación legal. Asimismo en la Agencia de Minería de Tepic no existen expedientes sobre el área, pues a decir de los lugareños, las pocas obras que existen fueron trabajadas por gambusinos hace más de 25 años.

La característica general es la de estar emplazadas en rocas volcánicas ácidas, conformando una zona con vetas orientadas NW-SE y E-W. A pesar de la gran cantidad de evidencias de mineralización esta zona no se había reconocido como de interés minero.

Como en la descripción de las zonas favorables anteriores, el orden en que se presentan las obras y vetas no tiene relación alguna con su grado de importancia.

MINA LA ZOPILOTA.

Está ubicada cerca de la convergencia de los arroyos Las Minas y Las Juntas. La obra es un socavón de 8 m. hecho sobre una veta con espesor variable entre 10 y 20 cm. La orientación de la veta es $N 60^{\circ} E - 25^{\circ} SW$ encajonada en una granodiorita. La mineralogía observada consiste en sulfuros de Pb, Cu y Fe en cuerpo de cuarzo, que en partes está cubierto por carbonatos de Cu. Las alteraciones más abundantes son la silicificación y la piritización.

Se tomó una muestra en la frente con valores de Cu (5 600 p.p.m.), Zn (1 125 p.p.m) y bajos en Pb, Ag y nulos de Au.

NETA LA LORA.

Se localiza a 500 m. de la obra anterior. Existe una obra - minera con este nombre, que está totalmente esterrada, por lo que se muestreó un crestón superficial de 7 a 8 m. de espesor, orientado -- N 30° W con echado vertical. El crestón es de cuarzo con galena, pi rita y calcopirita, emplazado en granodiorita, la cual es persistente desde 2.5 Km. aproximadamente, aguas abajo. El muestreo arrojó - altos valores de Au y Ag, así como de Cu y Pb, con respecto a otros valores reportados dentro de la zona.

Cercana a esta veta se localizó otra de 4 m. de ancho cuyos límites están ocultos bajo la cubierta de suelo. Su rumbo es N 22° W y echado vertical. Sus minerales constituyentes son: Cuarzo, cal cita y pirita diseminada. La roca encajonante es la misma granodio rita en la que no se observa alteración. El resultado del análisis químico indica bajos valores de Ag y ausentes de Au.

MINA EL AGUACATE.

Se localiza a una altura de 920 m. s. n. m. al W del Arroyo Los Altos. La obra minera es un socavón de 35 m. de desarrollo, den tro del cual no se observó mineralización; sólo se vió alteración - clorítica fuerte en tobas riolíticas muy fracturadas. De esta obra no se tomó muestra por no localizarse la estructura mineralizada. - Se obtuvo una muestra de una veta que se encuentra a 5 m. de de nivel bajo la bocamina. Esta veta tiene un espesor de 0.40 m., con -

flancos silicificados y mineralizados que conforman un filón de más de 5 m. Se observaron sulfuros de Fe y Pb, sílice y calcita provenientes de una alteración propilítica.

Se tomaron dos muestras en canal perpendiculares a la estructura resultando los valores más altos de Ag de toda la región, y -- considerable cantidad de Au.

VETA LOS BORNICOS.

Se localiza en el Arroyo Los Altos a una altura de 950 m.s.n.m., cercana a la Mina El Aguacate. La estructura es confusa, aparentemente orientada N 70° W con echado vertical, emplazada en andesita (?). Los minerales observados son galena y pirita en cuarzo. La alteración es clorítica y silícica. Del muestreo se obtuvieron 18 p.p.m. de Ag, 172 p.p.m. de Cu, 2 250 de Zn y 1 140 de Pb.

MINA MAJADA DEL QUELITE.

Esta obra es una pequeña cata de 4 m. de longitud labrada a rumbo de veta. Se localiza en el Arroyo Los Altos a una altura de 1 040 m.s.n.m. La estructura es una veta de 0.75 m. orientada --- N 15° W - 53° N según la falla en la que se emplaza. Se observa galena y pirita dentro de cuarzo, en un ambiente de tobos riolíticos que muestran un fracturamiento intenso. Las únicas alteraciones observadas son la oxidación secundaria y la silicificación.

Del muestreo se obtuvieron valores altos de Zn y Pb y 28 -- gr/ton de Ag.

VEA LA COOPERATIVA.

Localizada a 1.5 Km. al norte de Santa Cruz Camotlán, aflora al E y W de un pequeño cuerpo de tobas riolíticas en contacto -- con el batolito granodiorítico de la Sierra Guamúchil. La veta corre verticalmente orientada E-W con un espesor de 0.50 m. Están mineralizadas también unas brechas de falla, cubiertas por depósitos del Terciario Continental. La mineralogía observada consiste en -- sulfuros de Pb, Fe y Cu en cuarzo. La alteración es silícica con - piritización y cloritización.

El muestreo arrojó alto valor de Zn y 13 gr/ton de Ag.

VEA TIA MATIANA.

Localizada en el arroyo del mismo nombre a 1 080 m.s.n.m. - cercana a la mina El Roblito (que adelante se cita). La veta es superficial con espesor de 1.5 m., orientada N 40° W - 60° E congruen- te con la pseudoestratificación de las tobas riolíticas, dentro de - las que está encajonada. La alteración hidrotermal está representa- da por sílice y clorita. Se observan sulfuros de Fe, Pb, Cu.

MINA ALTOS ARROYO DEL AGUA.

Se encuentra en la parte alta (1 250 m.s.n.m.) del arroyo -

del Agua. La obra tiene un desarrollo de 20 m. a rumbo de una veta de cuarzo de 0.20 m. de espesor orientada $S 40^{\circ} E - 45^{\circ} E$ según la fractura en que se emplaza. La roca encajonante es una toba riolítica con alteración hidrotermal cuyos productos son: clorita, pirita, galena y sílice.

MINA LA CADENA.

Se encuentra en el parteaguas del Arroyo Las Minas y El Agua a una altura de 1 160 m.s.n.m. La obra está formada por un socavón de 12 m, paralelo a la estructura. A los 6 m. existe un crucero de 10 m., que comunica a una frente de 12 metros, que termina en un tiro completamente aterrado. La estructura está en una zona silicificada de 20 m. de espesor que contiene vetas menores de cuarzo orientadas $N 45^{\circ} W - 43^{\circ} E$, donde la roca encajonante es una toba riolítica afectada por el intrusivo granodiorítico de la Sierra Guamúchil. Los minerales observados son: pirita, azurita, malaquita, calcopirita y galena diseminada. La alteración es hidrotermal.

MINA EL ROBLITO.

Se localiza en el mismo parteaguas que la mina anterior. Se dice que existía un tiro, actualmente aterrado, junto al que sobresale un interesante crestón de cuarzo de 10 m. de espesor, orientado $S 70^{\circ} W$ con echado vertical. Se observan en el cuarzo sulfuros de Pb, Fe y Cu. Esta estructura está encajonada en las tobas riolíticas, y en muestra de mano resulta muy atractiva.

VEA ARROYO DEL AGUA.

En el arroyo del mismo nombre, se encuentra esta veta a una altura de 960 m.s.n.m. No existe ningún tipo de obra, la veta es superficial formada de cuarzo emplazada en una fractura de rumbo - N 50° W - 60° SW con espesor de 0.70 m. Se observa pirita, galena disseminada y sulfuros oxidados de Fe y Cu. Está armada en un cuerpo granítico. El resultado del muestreo fue de valores bajos en to dos los elementos metálicos.

IV.2.2.4 ZONA IV. AMATANEJO-PIJINTO.

En esta zona se muestrearon siete minas ninguna de ellas - vigente desde el punto de vista legal. Todas se localizan en el Es tado de Jalisco y son poco accesibles por lo abrupto de la topogra fa. La característica general es la de estar emplazadas en un - - cuerpo granítico que se prolonga hasta la Sierra de Zapotán en Naya rit. Esta antigua zona minera tiene una gran cantidad de obras, de las que se muestrearon sólo siete de ellas por su accesibilidad y - por ser tal vez las más representativas del área.

MINA LA ESPAÑOLA.

Se localiza en el Arroyo Las Juntas, es una obra de 12 m. de desarrollo a rumbo de veta; corre N 80° W - 65° S a lo largo de una falla normal, y consiste en cuarzo con sulfuros de Cu, Fe y Pb de es pesor variable entre 0.15 y 0.30 m. Son frecuentes también los carbonatos de Ca y Cu cubriendo partes de la veta. La roca encajonante

es un gneiss cuarzo feldespático de la facies granulita, cuyas alteraciones comunes son la carbonatización, piritización y silicificación.

El resultado del análisis químico de una muestra de la frente del socavón, indica valores bajos en Cu, Zn, Ag y Pb, y nulas en Au.

MINA LA MEXICANA.

Está situada a 500 m. aproximadamente de "La Española", - - aguas abajo. Se encuentra dentro de la misma roca metamórfica y un granito de 2 micas. El desarrollo del socavón es de 30 m. a rumbo de veta, que se orienta $N 45^{\circ} W - 77^{\circ} NE$ con un espesor medio de -- 0.30 m. Se observaron en la veta de cuarzo: Sulfuros de Cu, Fe y - Pb con carbonatos de Cu como costros en la veta y respaldos. La alteración es la misma que se observa en "La Española". Se tomaron - 2 muestras de canal, una en la frente y otra en la bocamina, cuyos resultados fueron altos en Au y bajos en Ag, con valores de Cu, Zn y Pb en cantidades menos atractivas.

MINA EL PORVENIR.

Se encuentra a 200 m. de altura sobre la cota del Arroyo -- Las Juntas en la margen contraria a la Mina La Española. Se desarrolla a rumbo de veta, burdamente E-W, sólo cortada por una falla de rumbo N-S con desplazamiento de 4.5 m hacia el N que adelgaza la

veta de cuarzo desde un espesor medio de 0.60 m, hasta pocos centímetros. Se observaron sulfuros de Pb, Cu y Fe además de escasos carbonatos de Cu. La alteración más frecuente es la piritización y la silicificación. Son frecuentes los diques de diabasa que cortan a la granodiorita con varios espesores. La granodiorita presenta variaciones a monzonita de cuarzo según análisis megascópico. Se tomaron 5 muestras separadas 10 m. aproximadamente entre sí, obteniendo un valor medio de 1.164 gr/ton de Au y 6 gr/ton de Ag.

MINA LA SORPRESA.

Se localiza a 3 Km. aproximadamente al NW de Amatanejo. La estructura es una veta de cuarzo emplazada en una fractura orientada N 85° E - 45° N. Se trabajó con dos socavones espaciados 100 m. entre sí que corren con el rumbo de la veta. El primero tiene un desarrollo de 11 m. y el segundo 10 m. La veta es de cuarzo aurífero con trazas de pirita, galena y calcopirita con espesores que varían de 0.20 m. a 0.30 m. en el primer socavón y, de 0.20 a 0.01 m. en el segundo. Arma en cuarzo monzonita que presenta piritización y silicificación.

Las muestras tomadas, una en cada una de las frentes, arrojó valores altos de Au y 10 gr/ton promedio de Ag.

MINA LA MARGARITA.

Se localiza en el Cerro Pijinto, cercana al Río Amece a - -

340 m. de altura del mismo, en el Estado de Jalisco. La obra es un socavón de 9 m. orientado NE que corta a la veta orientada $N 55^{\circ} W$, desde donde se desarrollaron frentes de 3 y 4 m. al SE y NW respectivamente. La veta es vertical con un espesor variable entre 0.26 y 0.43 m. emplazada en una fractura. La estructura está constituida por cuarzo con sulfuros de Pb, Cu y Fe encajonada en una tonalita que presenta variaciones a microdiorita y afecta a una traquien-desita, la cual se llega a presentar en forma de xenolitos.

El muestreo efectuado se hizo entre ambos frentes, dando resultados buenos de Au y bajos de Ag.

MINA LA ANTIGUA.

Se localiza a 500 m. aproximadamente de la anterior, a 100 m. de desnivel. Existe un socavón de 26 m. de largo desarrollada en una veta orientada $N 55^{\circ} W - 75^{\circ} N$, con la obra hacia el SE. La veta tiene un espesor de 0.20 m. y está constituida principalmente por cuarzo con pirita, calcopirita y galena argentífera. La roca encajonante es una granodiorita, con variaciones a microdiorita de hornblenda.

Se tomaron muestras en la frente y parte media del socavón, con altos valores de Au y 20 p.p.m promedio de Ag.

IV.3 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS YACIMIENTOS.

Según la mineralogía observada en las cuatro zonas descri-

tas, constituida básicamente por minerales auríferos y/o argentíferos con plomo, zinc y cobre en la mena y, sílice, pirita y carbonatos en la ganga además, por sus estructuras filonianas, los yacimientos de la zona Barranca del Oro-Pijinto se clasifican como hidrotermales de baja temperatura. De esta manera, los yacimientos obedecen a un rango de temperatura entre 50 y 200°C y presiones de moderadas a bajas.

Dentro de la clasificación general de los yacimientos, se pueden distinguir aún dos tipos, a saber: a) De metales básicos en las zonas II (San Felipe de Hajar) y algunos de la zona III (Santa Cruz Camotlán) y, b) Auroargentíferas en las zonas I (Barranca del Oro), algunos de la zona III (Santa Cruz Camotlán) y IV (Amatanejo-Pijinto). Las características generales de cada uno de ellos son:

a) Yacimientos de metales básicos.- Se encuentran en estructuras filonianas de relleno de cavidades en zonas de fracturamiento y/o fallamiento. En el caso de la zona II, los yacimientos se encuentran en rocas volcánicas intermedias y ácidas, sin relación evidente con algún cuerpo plutónico, como es el caso de algunos depósitos del área III. En ambos casos, el elemento explotable es la plata asociada con sulfuros de Pb, Fe, Cu y Zn en cantidades variables. Los minerales de ganga observados fueron el cuarzo y la calcita principalmente. Las alteraciones más frecuentes en estos yacimientos por orden de importancia son: Silicificación, piritización, cloritización y sericitización.

b) Yacimientos auroargentíferos.- Al igual que las del grupo anterior, las estructuras se localizan en zonas de fracturamiento en forma de vetas, sólo que las rocas encajonantes son metamórficas, volcánicas y plutónicas para las zonas I, III y IV respectivamente. Los yacimientos son principalmente auríferos en la zona IV, emplazados en rocas plutónicas ácidas e intermedias, mientras que en las zonas I y III las vetas son auroargentíferas en todos los casos asociados con sulfuros de Pb, Zn, Cu y Fe, con cuarzo como principal material de ganga. Las alteraciones más comunes en la zona IV son: silicificación y piritización de fina granulometría. En las zonas I y III la silicificación, propilitización y sericitización son las más frecuentes alteraciones.

IV.4 EDAD Y GENESIS DE LOS YACIMIENTOS.

Según el origen hidrotermal de los yacimientos y, suponiendo que este fenómeno sea originado por el emplazamiento de los stocks y batolitos, se pueden utilizar los datos radiométricos presentados por Gastil et al (1976) para ubicar en el tiempo a los yacimientos. De esta forma, aquellos de las zonas I y III, emplazadas en rocas metamórficas y volcánicas de edades supuestas Pre-Cretácico-Eoceno y Eoceno-Oligoceno respectivamente, obedecen a fenómenos de hidrotermalismo contemporáneo o posterior a los 40.8 m. A. (Oligoceno) y 61.8 m. A. (Paleoceno) que rellenaron fracturas de origen tectónico durante las últimas etapas de la consolidación mag

mática. Esto parece ser real, toda vez que estos cuerpos intrusivos representan las últimas manifestaciones plutónicas hacia el E de la trinchera del Pacífico si se les compara con las edades mayores --- (cerca de los 90 m. A.) de los cuerpos intrusivos de Bahía de Banderas, Jalisco y Cabo San Lucas, Baja California, que reporta el mismo Gastil y colaboradores (op. cit.).

Se ha supuesto que los fluidos mineralizantes tomaron lugar aún durante el Mioceno Inferior, edad de la serie extrusiva ácida, --- concluyendo tal manifestación en el Mioceno superior, en vista de -- que no se encuentra diseminación dentro de las tobas indiferenciadas o alguna otra unidad litológica más reciente. Tal es el caso tam--- bién de la zona II.

Por lo que respecta a la zona IV, cuyos yacimientos están em plazados en cuerpos intrusivos de carácter ácido e intermedio y su mineralogía y estructuras atestiguan un origen hidrotermal de baja temperatura, su origen se explica por el intenso fracturamiento profundo y somero observado por el cual pudieron circular los fluidos mineralizantes provenientes de los niveles inferiores del batolito. La edad de estos yacimientos es más problemática en vista de que los intrusivos dentro de los que se emplaza no afectan a rocas terciarias que pudieran permitir la datación relativa del emplazamiento. Sin embargo, por interpolación de las fechas radiométricas que se -- tienen, se puede ubicar el emplazamiento de este cuerpo entre los --

97.6 m. A., edad obtenida de un cuerpo gábrico cercano a El Zapotán y los 61.8 m. A. registrados en una tonalita que se localiza en la Sierra Guemúchil (Gastil, et al, op. cit.).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

V.1 CONCLUSIONES.

1.- En la zona de Santa Cruz Camotlán-Barranca del Oro se identificaron cuatro áreas mineralizadas, importantes desde el punto de vista del contenido metálico y forma de los yacimientos. La zona fué seleccionada por medio de las imágenes del satélite, y las segundas fueron identificadas por trabajo de verificación de campo.

2.- Los yacimientos minerales de las cuatro zonas de interés económico del sitio de prueba se clasificaron como hidrotermales de baja temperatura de dos tipos: auroargentíferos y de metales básicos, ambos con sulfuros de Pb, Cu y Fe en vetas de cuarzo. Es tán encajonadas en rocas ígneas volcánicas e intrusivas de carácter ácido e intermedio. La importancia económica de estos yacimientos es relativa si se consideran las pequeñas dimensiones de las vetas y el contenido metálico que presentan, salvo algunas excepciones.

3.- El control estructural está bien definido en la Sierra Guamúchil, donde las estructuras mineralizadas se definen NE-SW, - en arreglo perpendicular a los lineamientos mayores; mientras que en la Sierra Pijinto las estructuras mineralizadas, al igual que - el sistema de fracturamiento y fallamiento no presentan un patrón estructural definido.

4.- En el Estado de Nayarit y el norte de Jalisco los yaci-

mientos son hidrotermales y están relacionados espacio-temporalmente con zonas de intrusiones de carácter ácido e intermedio a lo largo de grandes fallas, generalmente en arreglo casi paralelo a la costa y que corresponden a edades terciarias. Todos los yacimientos se encuentran en forma de sulfuros, en estructuras filonianas y emplazadas en rocas volcánicas e intrusivas.

5.- Todas las estructuras mineralizadas guardan estrecha relación con los procesos geológicos inherentes a la evolución de la margen pacífica del continente, en concordancia con el modelo propuesto por Saukins (1972), cuyas características se presentan en el capítulo II, por lo que se clasifican a estos yacimientos como de tipo cordillerano. Por lo anterior, es factible utilizar el modelo cordillerano y de zoneamiento lateral en sentido geográfico para regular prospecciones regionales que, para el caso concreto de Nayarit y norte de Jalisco, les corresponden las zonas de Au-Cu y de metales básicos cuyos límites no fueron bien definidos.

6.- El modelo se debe tomar con las reservas propias a un modelo general, en el que se plantea la posibilidad de que ocurran yacimientos metálicos con cierta regularidad, asociados con fases específicas de interacción de placas. Posteriores trabajos geológicos de campo, geoquímicos y tectónicos harán de este modelo una guía de prospección más confiable y realista en la medida en que los límites entre las provincias estén más claros y definidos.

7.- Las imágenes de satélite en blanco y negro son eficaces en el tratamiento tectónico y estructural de zonas con características geológicas similares a las de Nayarit, de manera que el uso combinado de planos de interpretación litológica y de lineamientos con modelos metalotectónicos, proporcionan una amplia y rápida visión en problemas de prospección regional.

V.2 RECOMENDACIONES.

1.- Por su accesibilidad y por haber presentado los valores de Au más altos, se recomienda hacer trabajos de detalle en el área de Barranca del Oro, a fin de conocer el potencial real de la mineralización. Además, un muestreo de detalle en las estructuras de Santa Cruz Camotlán y de Amatanejo-Pijinto, es ampliamente recomendable ya que algunas estructuras tales como El Aguacate, El Roblito, El Porvenir y La Sorpresa resultaron atractivas desde el punto de vista económico.

2.- Realizar un censo más detallado de los yacimientos minerales en las regiones de Nayarit y Jalisco y áreas circundantes con el fin de conocer las limitaciones del modelo de zoneamiento metalítico lateral en esta región.

3.- Guiar prospecciones a las zonas donde las características geológicas sean similares a las del modelo cordillerano, excluyendo así aquellas donde los eventos volcánicos sean posteriores al Mioceno.

4.- Son recomendables estudios de paregénesis y petrográficos del ambiente en que se encuentran alojadas las estructuras mineralizadas, lo que permitiría conocer y diferenciar la época metalogenética que les corresponde y el proceso o procesos que están involucrados en su formación.

TABLA No 1

ALGUNAS APLICACIONES DE LA INFORMACION DEL LANDSAT (POR DISCIPLINA)
(TOMADO DE MERCANTI, 1977)

BANDAS MSS	RECURSOS HIDRAULICOS	GEOLOGIA.	USO DE TIERRA	RECURSOS MARINOS.	METEOROLOGIA Y AMBIENTE.
Banda 4 (0.5-0.6 m)	Localización de nieve Líneas forestales de nieve Sedimentos Turbidez	Sedimentos Batimetría Áreas urbanas	Lagos escasos en oxígeno	Turbidez Batimetría Hielo Sedimentos	Contaminación del agua Contaminación del aire Nubes angostas Niebla.
Banda 5 (0.6-0.7 m)	Profundidad del agua Sedimentos Turbidez	Suelo Áreas urbanas Sedimentos Detalles de fracturas	Campos aéreos Concreto Forestación Sedimentos	Turbidez Batimetría Sedimentos Remolinos Puntos de Turbidez	Contaminación del agua Contaminación del aire Nubes escasas Rutas de Jets Defoliación.
Banda 6 (0.7-0.8 m)	Nieve Pasajera Líneas de glaciares Límites de agua Diferenciación de nubes de nieve	Rocas ígneas Rasgos tectónicos Marismas Lagos Ríos Canales	Límites tierra-agua Grandes puentes Rasgos geológicos Tierras húmedas	Clorofila	Interfase tierra - agua
Banda 7 (0.8-1.1 m)	Campos Irrigados Tierras secas Límites de agua Planicies de inundación. Mapa de inundación	Rasgos tectónicos Lagos Ríos Fracturas Agua superficial	Límites tierra-agua Lagos pequeños Rasgos Geológicos Áreas urbanas tierras	Playas Hielo Clorofila Remolinos	Interfase tierra - agua Defoliación
Bandas de Radio	Vegetación Humedad del suelo Planicies de inundación.	Estructuras de rocas Litología Geotermia Oxidación de Fe Manchas superficiales Contactos litológicos	Puentes Núcleos urbanos Campos con vegetación	Batimetría	Ambientes vegetales Diferencias de nubes densas y escasas Diferencias de turbidez del agua
Compósitos de color	Líneas transitorias en glaciares Planicies de inundación Humedad del suelo	Tonos de suelo Rasgos glaciares Rasgos lineales Anomalías por nubes Unidades de rocas mayores.	Realce de rasgos geológicos		Clasificación de vegetación Límites de nieve.

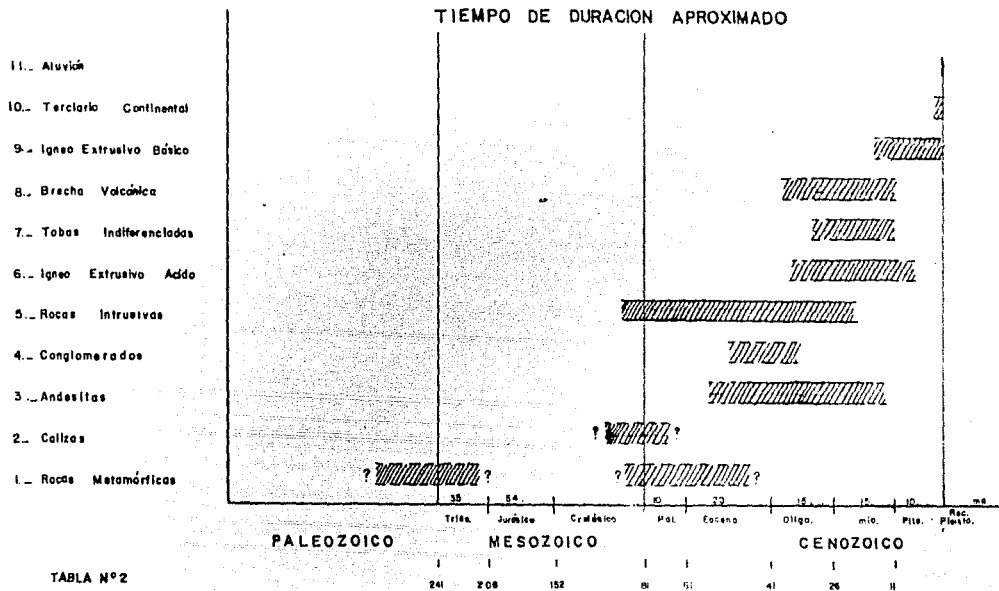


TABLA N° 2

TABLA ESTRATIGRAFICA

(Escala del tiempo Geológico según Harland et al (1964) y Eysinga (1971))

TABLA Nº 3

Depósitos Minerales Mapeados en la Figure 10

Clave del medio ambiente metalogenético, tipo de yacimiento y edad. Los elementos acumulados en depósitos de placer no son considerados en ésta. (Se respeta la terminología de la Carta Metalogenética de Norteamérica, presentada por el C.R.M., 1975).

Medio Ambiente Metalogenético.- 1). Secuencia miogeosinclinal, sedimentos de gran espesor, no volcánicos. 2). Rocas alcalinas. 3). Rocas de recubrimiento en cuencas subsacuentes. 4). Rocas felsíticas, granito o diorita cuarcífera. 5). Secuencia eugeosinclinal, sedimentos de gran espesor y rocas volcánicas intercaladas. 6). Rocas gabróicas, inclusive diabasa. 7). Rocas volcánicas de origen continental y esencialmente no deformadas. - 8). Rocas ultramáficas. (1-5). Secuencia metamórfica de gran espesor, carácter original oscuro. (3-7). Rocas de recubrimiento en plataforma, incluyendo planicies costeras. (4-6). Diorita. (6-8). Anortosita. (6-2). Rocas alcalino-máficas.

Tipo de Yacimiento.- 1). Depósitos pegmatíticos. 2). Sedimentos químicos que no sean evaporitas. 3). Depósitos en skarn o greisen (de contacto). 4). Depósitos de placeres. 5). Macizos mineralizados, troncos, chimeneas y otras formas irregulares. 6). Evaporitas. 7) Venas y zonas de cizallamiento. 8). Depósitos más o menos concordantes en rocas ígneas. 9). Lateritas. 10). Principalmente depósitos diseminados más o menos estratificados, pero diferentes de placeres conocidos. 11). Depósitos de reemplazamiento.

Nº	N o m b r e	Contenido	Minerales	M.A.M.	T. de Y.
BAJA CALIFORNIA NORTE					
1	La Milla	Au	Netivo	4	7
2	Real del Castillo	Au	Netivo	5	3
3	El Alemo	Au, Ag	Sulfuro	4	7
4	Hércules-Coloso	Fe	Oxido	4	3
5	El Socorro	Au	Netivo	4	7
6	San José	Cu	Sulfuro	4	7
7	M. Valladeres	Au	Netivo	4	7
8	Víbora	Cu	Sulfuro	(4-7)	7
9	Alejandra	Cu	Sulfuro	7	7
10	Aguejito-Seuzelito	Cu	Sulfuro	4(1-5)	3
11	Santa Ursula	Fe	Oxido	5	5
12	El Gato	Cu (Fe)	Sulfuro	1	3
13	San Fernando	Cu (Fe)	Oxido	1	3
14	Esmeralda-Evolución	Cu	Sulfuro	1	5
15	Luciano-Evangeline-J.C.	Cu	Sulfuro	1	7

NO	N o m b r e	Contenido	Minerales	M.A.M.	T.de Y.
16	Chapala	Cu	Sulfuro	4	3
17	León Grande	Au	Netivo	(1-5)	7
18	Desengaño	Au	Netivo	(1-5)	7
19	Columbia	Au, Cu	Sulfuro	(1-5)	7
20	La Escondida	Au	Netivo	(1-5)	7
21	Las Chollas	Au	Netivo	(1-5)	7
22	San Juan	Au	Netivo	(1-5)	7
23	El Arco	Cu	Sulfuro	5	7

BAJA CALIFORNIA SUR

1	Morro Hermoso	Cu	Sulfuro	4	7
2	El Goleo	Cu	Sulfuro	(1-7)	2
3	San Antonio-El Triunfo	Au, Ag	Sulfuro	1-3-4	7
4	Santiago	Au, Ag	Sulfuro	4	3
5	San José del Cabo	Au, Ag	Sulfuro	4	7

SONORA

1	Los Tanques	Au	Netivo	7	7
2	San Francisco	Au	Netivo	7	7
3	Sierra Prieta	Au	Netivo	7	7
4	Sierra de Tajitos	Au, Ag	Sulfuro	4	7
5	Cananea	Cu(Mo)	Sulfuro	4	10
6	Nacozari	Cu(Mo)	Sulfuro	7	7
7	La Caridad	Cu(Mo)	Sulfuro	4	10
8	Cumpas	Mo(Cu)	Sulfuro	4	7
9	Opodepe	Ag, Pb	Sulfuro	7	7
10	San Eduardo	Pb, Zn, Ag	Sulfuro	7	7
11	La Verde	Cu	Sulfuro	1-3-4	3
12	Nacori Chico	Cu	Sulfuro	4	7
13	Cieneguita	Ag, Au	Sulfuro	7	7
14	Viznaga	Cu	Sulfuro	4	7
15	San Javier	Cu	Sulfuro	4	5
16	Mulatos	Ag, Cu	Sulfuros	7	7
17	El Volcán	Fe	Oxidos	7	5
18	Barrollega	Ag, Au	Sulfuros	7	7
19	Alamos	Au(Au)	Sulfuros	4	7

SINALOA

1	Choix	Fe(Cu)	Sulfuro	4	10
2	Las Lajas	Cu	Sulfuro	7	3
3	San José de Gracia	Au	Netivo	7	7
4	Badireguato	Pb, Zn, Cu	Sulfuros	4	7
5	Cosalá	Au, Ag	Sulfuros	7	7
6	Concordia	Cu	Sulfuro	7	7
7	Pimoses	Cu, Au	Netivo		

NO	N o m b r e	Contenido	Minerales	M.A.M.	T.de V.
NAYARIT					
1	Cucharas	Cu	Sulfuro	7	7
2	El Tigre	Au, Cu	Sulfuro	7	7
3	Santiago Ixcuintla	Au	Nativo	7	7
4	La Yesca	Au, Ag	Sulfuro	7	7
5	Compostela	Au, Ag	Sulfuro	4	7
COAHUILA					
1	Hércules	Fe	Oxido	4	
2	Sierra Mojada	Pb, Cu	Sulfuro	1-4	
CHIHUAHUA					
1	Conejos	Au, Ag	Sulfuro	7	7
2	Ascención	Cu, Ag	Sulfuro	7	7
3	Guadalupe Bravo	Au, Ag	Sulfuro	1	7
4	Sierra de Cuilmán	Pb, Ag	Sulfuro	1	7
5	San Pedro Corralitos	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	1	5
6	Mosqueteros	Pb, Ag	Sulfuro	1-4	7
7	Casas Grandes	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
8	V. Ahumada-Los Lamentos	Pb, Zn Pb, Ag	Sulfuro	5	10
9	Galeana	Ag, Au	Sulfuro	7	7
10	Arenales	Cu	Sulfuro	1-4	3
11	Teasihua	Pb, Ag	Sulfuro	1-4	3
12	Temosachic	Cu	Sulfuro	7	7
13	La Boquilla	Cu	Sulfuro	1	5
14	Namiquipa	Pb, Zn, Ag, Au	Sulfuro	7	7
15	Coyame	Cu	Sulfuro	1-4	10
16	Hormigas	Ag, Pb	Sulfuro	1	7
17	Milegros	Au, Ag	Sulfuro	7	7
18	Sacramento	Pb, Ag(Cu)	Sulfuro	7	3
19	Aldama	Cu	Sulfuro	1	7
20	C. Guerrero	Zn, Au, Ag	Sulfuro	1-4	3
21	Aquiles Serdán	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	(7-5)	5
22	La Perla	Fe	Oxido	7	5
23	San Miguel	Fe, Cu	Sulfuro	7	7
24	Maris Ocampo	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
25	El Concheño	Au, Ag	Sulfuro	7	7
26	Cusihuirischic	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
27	Seucillo-Neica	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	1	5

NO	N o m b r e .	Contenido	Minerales	M.A.M.	T.deY.
28	Chinipas	Au, Ag	Sulfuro	7	7
29	Unique	Au, Ag	Sulfuro	7	7
30	La Reforma	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	7	5
31	Batopilas	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	4	7
32	San Francisco del Oro	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
33	Hidalgo del Parral	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
34	Santa Bárbara	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	1-7	7
35	Alisos	Mo, Cu	Sulfuro	7	7
36	Guadalupe y Calvo	Au, Ag	Sulfuro	7	7

DURANGO

1	Guaneceví	Au, Ag	Sulfuro	7	7
2	Sta. María del Oro	Au, Ag	Sulfuro	4-(1-5)	7
3	Mopimí-La Hojuela	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	4	5
4	San José del Desierto	Mo(Cu)	Sulfuro	7	7
5	Caneles	Au, Ag	Sulfuro	7	7
6	Cuencané-Velardeña -P.	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1	5
7	Otaez	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
8	Iyoltitita-San Dimas	Au, Ag	Sulfuro	7	7
9	Dgo. C ^o de Mercado	Fe	Oxido	7	5
10	Cebollas	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1	7
11	Lluvia de Oro	Au	Nativo	7	7
12	Sapioris	Sn	Oxido		
13	América	Sn	Oxido		
14	Sierra de Avino	Sn	Oxido		
15	La Fortuna	Sn	Oxido		
16	Ochoa	Sn	Oxido		

NUEVO LEON

1	Lampazos	Cu	Sulfuro	1	7
---	----------	----	---------	---	---

TAMAULIPAS

1	San Carlos	Cu	Sulfuro	2	7
2	San José del Llano	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1	7

ZACATECAS

1	Nochebuena	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	1	5
---	------------	------------------------	---------	---	---

Nº	Nombre .	Contenido	Minerales	M.A.M.	T.de V.
2	Avalos	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	Sulfuro	1-4-7	7
3	Concepción del Oro	Zn, Ag, Cu	Sulfuro	1	3
4	Sombrerete	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1	7
5	Chalchihuites	Au, Ag	Sulfuro	4-(1-5)	5
6	Fresnillo	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1	7
7	Veta Grande	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	4-(1-5)	7
8	Zacatecas	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	4-(1-5)	7
9	Miguel Auza	Sn	Oxido		
AGUASCALIENTES					
1	Tepezalé y Asientos	Cu	Sulfuro	1-3-4	7
SAN LUIS POTOSI					
1	Sierra del Catorce	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1-4	7
2	Santa María de La Paz	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1-4-6	7
3	Charcas	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1-4-6	7
GUANAJUATO					
1	Xichú	Pb, Zn, Ag	Sulfuro	4	7
2	Guanejuato	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
3	Ilachiquero	Sn	Oxidos		
4	Hda. Trances	Sn	Oxido		
5	Los Cabires	Sn	Oxido		
QUERETARO					
1	El Doctor	Pb, Zn, Ag	Sulfuro	1-4	
HIDALGO					
1	Santa María	Fe, Cu	Sulfuro	(1-5)	3
2	Jecala	Fe, Cu	Sulfuro	(1-5)	3
3	Minas Viejas	Fe, Cu	Sulfuro	(1-5)	3
4	Encarnación	Fe, Cu	Sulfuro	(1-5)	3
5	Zimapán	Pb, Ag, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1	5
6	Pachuca	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7

NO	N o m b r e .	Contenido	Minerales	M.A.M.	T.deY.
JALISCO					
1	Comanja de Corona	Pb, Ag(Au)	Sulfuro	7	7
2	Cinco Minas	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
3	Etzatlán	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
4	Mascota	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
5	Talpa de Allende	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	7	7
6	Ayutla	Cu	Sulfuro	7	7
7	Quitupán	Cu(Au)	Sulfuro	7	7
8	La Huerta	Fe	Oxido	1	3
9	Pihuamo	Fe	Oxido	1-2-4	3
COLIMA					
1	Peña Colorada	Fe	Oxido	4	3
2	Los Cordones	Fe	Oxido	1-4	3
3	Piscila	Fe	Oxido	1-4	3
MEXICO					
1	Yemasaltepec	Pb, Ag, Zn	Sulfuro	1-7	7
PUEBLA					
1	Teziutlán	Cu	Sulfuro	1	7
VERACRUZ					
1	Tatatila	Fe	Oxido	4	5
2	Las Minas	Cu, Au	Sulfuro	7	5
3	Almagres	Fe	Oxido	(3-7)-2	3
MICHOACAN					
1	Zinapécuaro	Pb, Ag, Au	Sulfuro	7	7
2	Izalpujahuá	Au, Ag	Sulfuro	1	7
3	Angangueo	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1-4-7	7
4	Otzumatlán	Ag, Au	Sulfuro	4	7
5	La Verde	Cu, Mo	Sulfuro	4	3
6	Los Trojes	Fe	Oxido	1-4	3
7	San Isidro	Cu	Sulfuro	7	7
8	Inguarán	Cu	Sulfuro	7	4
9	Manga de Cimbo	Cu	Sulfuro	5	4
10	Uastán	Cu	Sulfuro	7	7
11	Coalcomán	Cu	Sulfuro	4-7	7
12	Huetamo	Cu	Sulfuro	7	7

NO	Nombre .	Contenido	Minerales	M.A.M.	T.deY.
13	La Guayabera	Fe	Oxido	4	3
14	Los Pozos	Fe, Au	Sulfuro	4	5
15	Colmilluda	Fe, Cu	Sulfuro	4	5
16	Las Truchas	Fe	Oxido	4	3

OAXACA

1	Ixtlán de Juárez	Au, Ag	Sulfuro	1	7
2	La Ventosa	Fe	Oxido	1-2-7	7
3	Zaniza	Fe	Oxido	1-2-4	5
4	Ejutla	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	4-(1-5)	7
5	Yagutí	Cu	Sulfuro	1	7

GUERRERO

1	Taxco	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	1	7
2	Xitingo	Pb, Zn, Ag (Au)	Sulfuro	1	7
3	La Unión	Cu	Sulfuro	7	7
4	El Tibor-Chutla	Fe	Oxido	4	11
5	Real de Guadalupe	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	4	7
6	Cooper King	Cu	Sulfuro	1-(3-7)	7
7	El Violín	Fe	Oxido	(1-5)	11
8	La Dicha (Ixquinetoyac)	Cu	Sulfuro	6	7
9	Las Papas-Río Verdito	Fe	Oxido	4	11

CHIAPAS

1	Sabanilla	Cu	Sulfuro	1	7
2	Ixtapa	Pb, Zn	Sulfuro	(3-7)	3
3	Tapanatepec-Platanillo	Fe, Cu (Pb, Ag)	Sulfuro	4	5
4	Arriaga	Fe, Cu	Sulfuro	4	3
5	Nueva Morelia	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	4	7
6	Lejería	Pb, Zn	Sulfuro	1	7
7	Pijijiapa	Pb, Ag, Zn (Au, Cu)	Sulfuro	(1-5)	7
8	Motozintla	Cu, Zn(Ag)	Sulfuro	4	2

BIBLIOGRAFIA

- Acosta del Campo, Carlos. (1976). Apuntes de Imágenes Obtenidas por Percepción Remota. Sria. de Com. y Transp. Comisión Nal. del Esp. Ext.
- (1978). Escrutinio, Selección y Aprovechamiento de Líneas y Curvilíneas que se observan en las Imágenes de Satélite, con un Ejemplo en México. VII Seminario Interno del C.R.M.
- Aguilar Nogales, M. (1974). Estudio Geológico y Prospección Minera de la Porción Sur del Estado de Nayarit. Tesis Prof. - - I.P.N.
- Atwater, T., (1970). Implications of Plate Tectonics for the Cenozoic Tectonic Evolution of Western North America. Geol. Soc. of Am. Bull. V. 81, p. 3513-3536.
- Barrera, T., 1931, Zonas Mineras de los Estados de Jalisco y Nayarit. Int. Geol. Bol. No. 51.
- Bilibin, Y. A., 1968, Metallogenic Provinces and Metallogenic Epochs, E.A. Alexandrov, trans., Queen's College Press, Flushing, N. Y., 1968 prefaces and pp. 1-35. tomado de Metallogeny - and Global tectonics, W. Walker Ed., Benchmark Papers in - Geology, v. 29, 1976.
- Brockmann, C. E., Fernandez, A., Ballón, R., Cleure, H., 1977, Analysis of Geological Structures Based on Landsat-1 Images. -- Remote-Sensing Applications for Mineral Exploration, Ed. - by W. L. Smith, Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. p.p. - - 292-317
- Christiansen, R. L., and Lipman, D. W. (1972) Cenozoic Volcanism in - Plate Tectonics Evolution of the Western United States, -- II. Late Cenozoic: Roy. Soc. London, Phil. Trans. Ser. A, V. 271, p. 249-284.

BIBLIOGRAFIA

- Coney, P. J. (1971). Cordilleran Tectonic Transitions and Motion of the North America Plate. *Nature*, vol. 233, p. 462-465.
- Corliss, J. B. (1971). The Origin of Metal-Bearing Submarine Hydrothermal Solutions. *Jour. Geophys. Res.* 76 (33), p. 8128-8138.
- Cox, A. (1973) Plate tectonics and Geomagnetic Reversals; Readings - with introductions by A. Cox. W. H. Freeman and Co.
- Cronan, D. S.; Van Andel, T. H.; Heath, G. H.; Dinkelman, M. G.; Bennett, R. H.; Buleny, D.; Charleston, S.; Kanepe, A.; Rodolfo, K. S.; and Yeata, R. S., 1972 Iron-Rich basel sediments from the Eastern equatorial Pacific: Leg 16, - - Deep Sea Drilling Project: *Science*, V. 175, p. 61-63.
- De Coerna, S. (1971). Precambrian Sedimentation, Tectonics and Magmatism in Mexico. *Geol. Rund.* 60-4, p. 1488-1513.
- (1976). Mexico-Geotectonics and Mineral Deposits. Reprinted from: *New Mexico Geol. Soc., Special Pub. 6 (Kelley Volume)*, p. 18-25
- Degens, E. T, and Ross, D. A., 1970. The Red Sea Hot Brines, *Scientific American*, v. 222, No. 4, p. 32-54, 1970.
- De Launay, L; 1900, Sur les types regionaux de gites metalliferes - - *Compt. Rend.*, 130, 743-746. trans. in: *Metallogeny and -- Global Tectonics*, W. Walker Ed., *Benchmark Papers in Geology*, v. 29, 1976.
- De la Peña L., A., 1963. La Geología del Proyecto Aguamilpa. Tesis -- Profesional, Fac. de Ing., UNAM.

BIBLIOGRAFIA

- Delgado A., L. A., 1977. Ensayo de la Metalogenia en México según el Modelo Andino. VI Seminario Interno sobre Exploración -- Geológico-Minera, Consejo de Recursos Minerales.
- Demant, A. (1975). Caracteres Químicos Principales del Vulcanismo Terciario y Cuaternario de Baja California Sur. Relaciones con la Evolución del Margen Continental Pacífico de México. Rev. Inst. Geol. UNAM, 75 (1), p. 19-69
- Demant, A. y Robin, C. (1975). Las Fases del Vulcanismo en México, - Una Síntesis en Relación con la Evolución Geodinámica de de el Cretácico. Rev. Inst. Geol. UNAM, 75 (1), p. 70-83.
- Dewey, J. F. y Bird, J. M., 1970, Mountain Belts and New Global Tectonics. Jour. of Geophysical Research, v. 75, p. 2625-2647.
- Echúvarri P., A.; Saitz, D. A. y Salas, G. A., 1977. Mapa Metalogénico de Sonora. Geomimet, Publi. 88 p. 31-66.
- Gabelman, J. W. (1968) Zonificación Metalotectónica Regional en México. Comisión Nal. de Energía Nuclear, México.
- Gastelum F., A., López O., R., Acosta del C., C. (1977). Interpretación de Imágenes Landsat-1 en el C.R.M. con fines de Geología Económica. VI Seminario Interno, C.R.M.
- Gastil, A., Krummenacher, D., Dupont, J., Bucher, J., Jenschky, W. y Berthelmy, D. (1976). La Zona Batolítica del Sur de California y el Occidente de México. Bol. Soc. Geol. Mex. XXXVII, p. 84-90.
- Gilluly, J. (1971) Plate Tectonics and Magmatic Evolution. Bull. of the Geol. Soc. of Am., V. 62, p. 2382-2396.

BIBLIOGRAFIA

- Gómez Sosa, J. F., 1975. Estudio Geológico para el Proyecto de Presa "Aguamilpa", sobre el Rio Santiago, Mpio. de Tepic, - Edo. de Nayarit. Tesis Prof., Fac. de Ing., UNAM.
- Guild, P. W. (1978). Metallogenesis in the Western United States. - Jour. Geol. Soc. Lond. Vol. 135, p.p. 355-376.
- Gunn, B. M. and Mooser, F. (1971) Geochemistry of the Volcans of Central Mexico: Bull. Volc. V. 34, p. 577-616.
- Hatherton, T. and Dickinson, W. R. (1969). The Relationship between Andesitic Volcanism and Seismicity in Indonesia, the Lesser Antilles, and Other Island Arcs, Jour. Geophys. Res., V. 74, p. 5301-5310.
- Herron, E. M. (1972). Sea Floor Spreading and the Cenozoic History - of the East-Central Pacific. Geol. Soc. Am. Bull. v. 83, p. 1671-1692.
- Kering, D. E. and Jansky, W. (1972). The Proto-Gulf of California, - Barth and Planet. Science Letters, 17, p. 169-174.
- Larson, R. I. and Chase, C. G. (1970). Relative Velocities of the -- Pacific, North America and Cocos Plates in the Middle Pacific Region. Barth and Planetary Sci. Letters., 7, ---- p. 425-428.
- Larson, R. I. (1972) Bathymetry, Magnetic Anomalies and Plate Tectonic History of the Mouth of the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Bull., Vol. 83, p. 3345-3360.
- Lipman, P. W., Prostka, U. J. and Christiansen, R. L. (1972). Cenozoic Volcanism and Plate Tectonic Evolution of the Western United States, I. Early and Middle Cenozoic: Roy. Soc. - London Phil., Trans., Ser. A. V. 271, p. 217-248.

BIBLIOGRAFIA

- López Ramos, E. 1971, Carta Geológica del Edo. de Nayarit. UNAM, --
Inst. de Geol., Cartas Geológicas de México, escala ----
1:500,000
- López Ramos, E., 1976. Carta Geológica de la República Mexicana. Es
cala 1:2,000,000.
- Natsoda, T. y Uyeda, S. On the Pacific-Type Orogeny and its Model: -
Extension of the Paired Belts Concept and Possible Ori--
gin of Marginal Seas. Tectonophysics, V. 11, p.p. 5-27,
1971
- Mc. Dowell, F. W. and Clabaugh, S. E. (1972). Edades K-Ar de Rocas
Volcánicas en la Sierra Madre Occidental al NE de Maza--
tlán, Sin.. Soc. Geol. Mex., Mem. 11 Conv. Nal., Maza--
tlán, Sinaloa.
- Mercanti, E. P. (1977), Summary of Landsat Applications and Results.
Remote-Sensing Applications for Mineral Exploration, Ed.
by W. L. Smith, Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. pp. --
42-72.
- Mooser, F. (1972) The Mexican Volcanic Belt: Structure and Tectonics.
Geof. Intern., p. 55-70.
- O'Leary, Friedman, Pohn. (1976). Lineament, Linear, Lination: So--
me Proposed New Standards for Old Terms. Geol. Soc. Am.
Bull., v. 87 p. 1463-1469.
- Park, C. F. and Mc Diarmid. Ore Deposits, Freeman, 1975.
- Pereira, J. and Dixon, C. J. 1965. Evolutionary Trends in Ore Deposi--
tion. Trans. Inst. Mining Metallurgy, B 74, P. 505-527.

BIBLIOGRAFIA

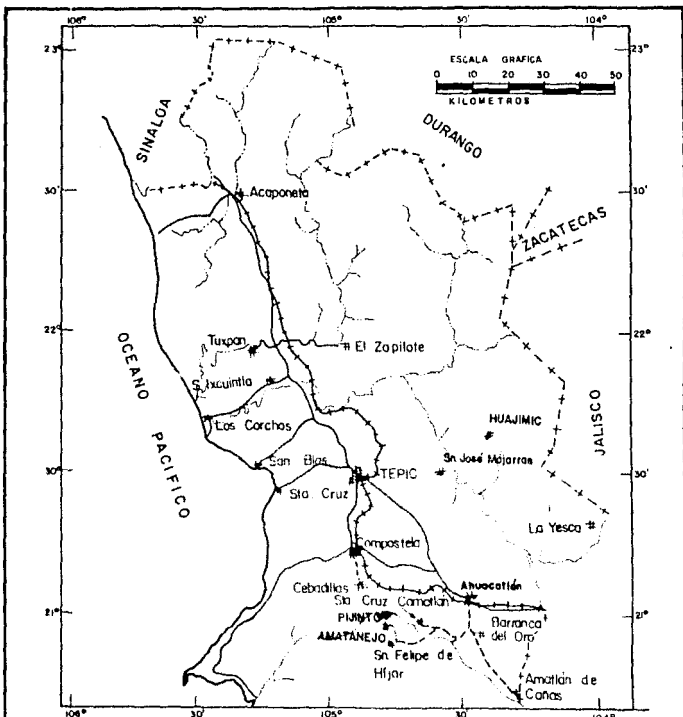
- Pineda R, A. y Aguilar N., M., 1963, Estudio Geológico de los Yacimientos de Mármol de Higuera Blanca, Mpio. de Compostela Nayarit. Archivo Técnico, C.R.M.
- 1974, Posibilidades Mineras del Area La Yesca, Nayarit. Archivo Técnico, C.R.M.
- y Aguilar N., M., 1975. Estudio Geológico y Posibilidades Mineras en el Estado de Nayarit. Archivo Técnico, - C.R.M.
- y Carrasco C. M. 1970. Estudio Geológico-Minero de Real del Oro, Mpio. de Amatlán de Cañas, Nayarit. Archivo -- Técnico, C.R.N.N.R.
- Podwysocky, M. H., Moik, J. G., Shoup, W. C. (1975) Quantification of Geologic Lineaments by Manual and Machine Processing Techniques. Proceeding of the NASA Barth Resources Survey. Symposium .
- Reisz, E., 1959. Landforms of Mexico (Mapa). Cambridge, Mass.
- Rona, P. (1973) Plate Tectonics and Mineral Resources, Scientific - American, v. 229, Nº 1, p. 86-95.
- Rose, W. I., Johnson, D. J., Hahn, G. A., Johns, G. W. (1975) Skylab Photography Applied to Geologic Mapping in North Western Central America. Proceedings of the NASA Barth Resources Survey Symposium. Houston, Tex., Vol. 1-B p. 869-884.
- Selas, G. P. (1975). Carta y Provincias Metalogenéticas de la República Mexicana. C.R.M., Publ. 21-E, 242 p.

BIBLIOGRAFIA

- Sawkins, F. J. (1972). Sulfide Ore Deposits in Relation to Plate Tectonics. *Jour. of Geol.* Vol. 80, p. 377-397.
- Scott, M. R., Scot, R. B., Nalwak, A. J., Rona, P. A., and Butler, L. W. in EDS (1973): American Geophysical Union Trans. V. 54, N. 4, p. 244.
- Sillitoe, R. H. (1972). A Plate Tectonic Model for the Origin of Porphyry Copper Deposits, *Economic Geology*, V. 67, p. 184-197.
- Smith, W. L., 1977, Remote-Sensing Applications for Mineral Resources. Remote-Sensing Applications for Mineral Exploration, Ed. by W. I. Smith, Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. p.p. 73-98.
- Smith, W. L., 1977, Remote-Sensing Applications for Mineral Exploration Dowden, Hutchinson and Ross. Inc. 391 pages.
- Spurr, J. E., 1923, Reprinted from "the Ore Magmas", Mc Grow-Hill Book Co. N. Y., p. 457-466. Tomado de: *Metallogeny and Global Tectonics* (1976) Ed. by W. Walker, Benchmark Papers in Geology.
- Terling, D. H. (1973) *Metallic Ore Deposits and Continental Drift*. Nature, v. 243, p. 193-196.
- Thorpe, R. S. and Francis, P. W. (1976). Volcan Cerrobuco: A Major Composito Volcano of the Mexican Volcanic Belt. *Bull. Volcanologique*. Vol 39, No 2, p. 1-13.
- Truchan, M. and Larson, R. L. (1973). Tectonics Lineaments on the Cocos Plate. *Earth and Planetary Sci. Lett.*, 17, p. 426-432.
- Urrutia F., J. H. (1975). Estudio Tectonofísico sobre la Placa de Cocos, Tesis Profesional, UNAM.

BIBLIOGRAFIA

- Walker, W., (1976) Metallogeny and Global Tectonics. Benchmark papers in Geology, v. 29.
- Watkins, N. D., Gunn, B. M., Baksi, A. K., York, D., Ade-Hall, J. -- (1971). Paleomagnetism, Geochemistry and Potassium-Argon Ages of the Rio Grande de Santiago Volcanics, Central Mexico. Geol. Soc. Am. Bull., V. 82, p. 1955-1966.
- Zonenshein, L. P., Kuzmin, M. I., Kovalenko, V. I. and Saltikousky - A. J. (1974). Mesozoic Structural-Magmatic Pattern and Metallogeny of the Western Part of the Pacific Belt. - - Farth and Planetary Sci. Letters, 22, p. 96-109.



EXPLICACION



- Límite estatal ———— + + + +
- Carretera pavimentada —————
- Terracería ————
- Ferrocarril ———— + + + +
- Cd o poblado ———— #
- Rios ————

Fig. N° 1 Plano de localización del Estado de Nayarit.

LUIS A DELGADO ARGOTE
 TESIS PROFESIONAL

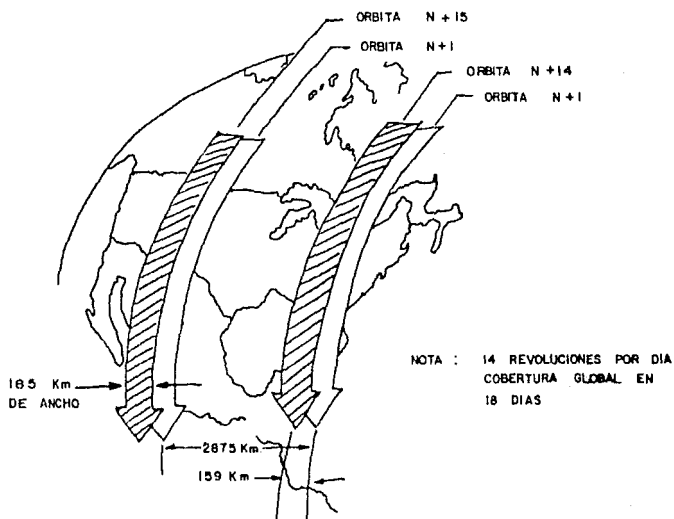


FIG.- 2 COBERTURA TERRESTRE DEL LANDSAT (TOMADO DE MERCANTI 1977)

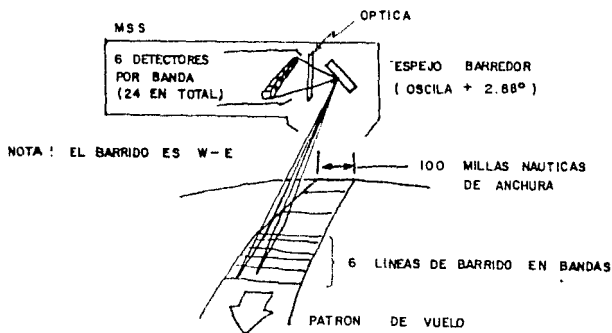


FIG.- 3 ORIENTACION DEL BARRADOR MULTIESPECTRAL DEL LANDSAT (MSS)
(TOMADO DE MERCANTI, 1977)

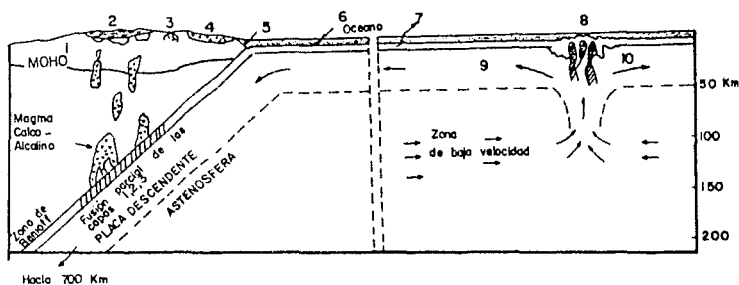
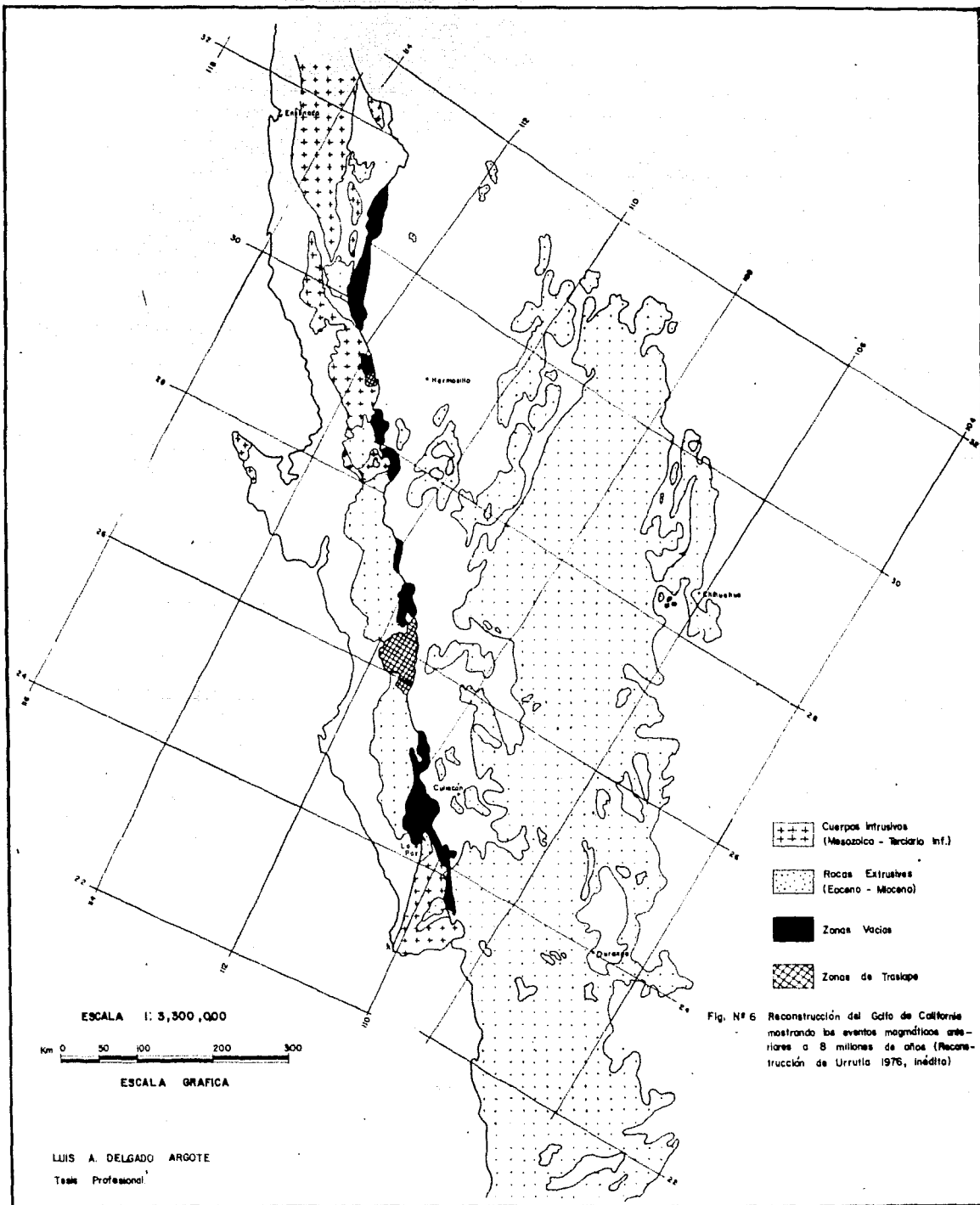
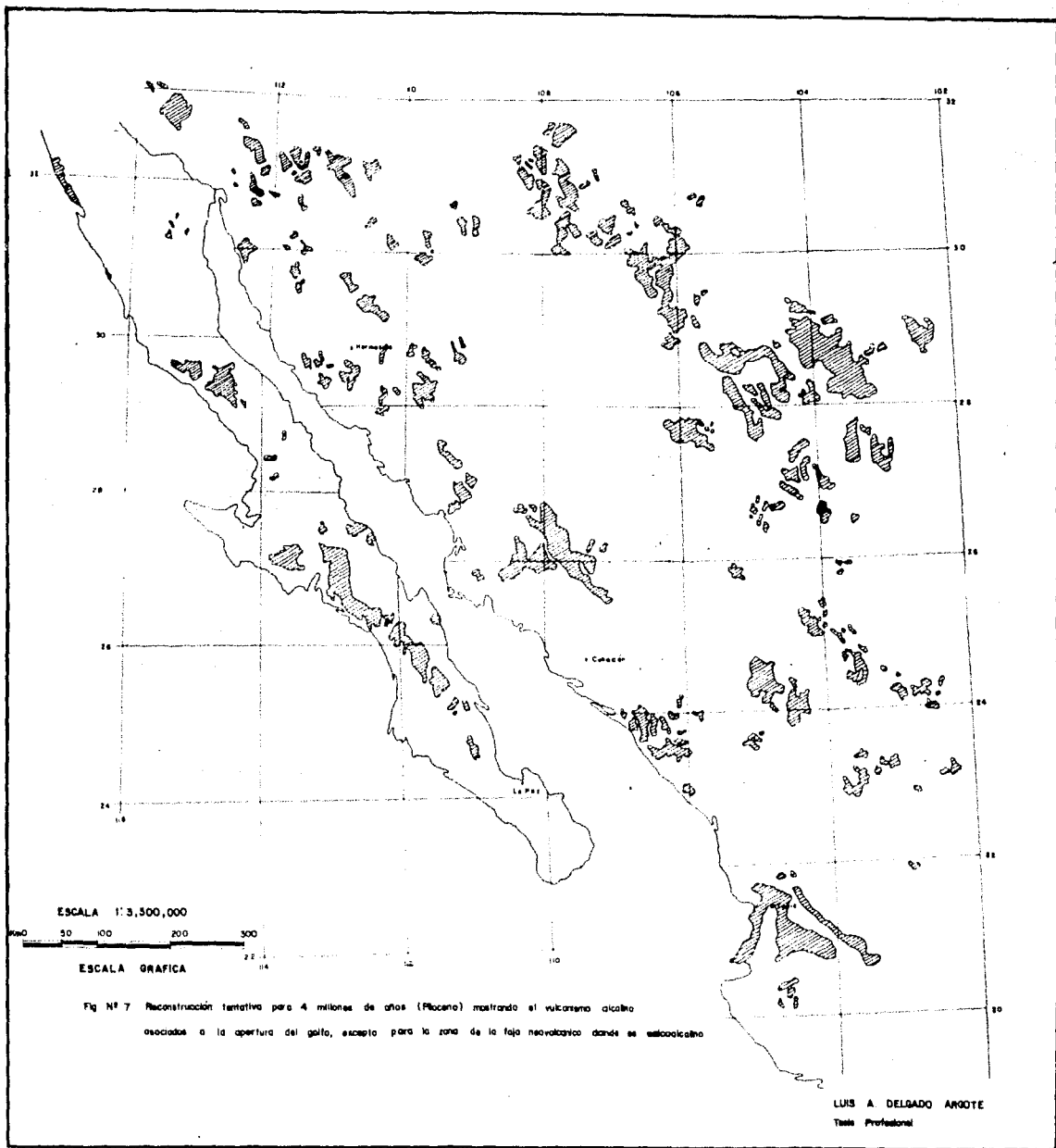


Fig Nº 4 Representación esquemática de la génesis de los pórfidos cupríferos (yacimientos cordilleranos) tomado de Sillitoe (1972)

- 1 Corteza continental
- 2 Cadena volcánica
- 3 Depósito de cobre porfídico
- 4 Batolito
- 5 Trinchera
- 6 Capa 1 con sedimentos oceánicos, con un horizonte rico en metales en la base
- 7 Concentración metálica en la corteza oceánica
- 8 Dorsal oceánico donde hay enriquecimiento por exhalación
- 9 Capas 2 y 3 de basalto y gabbro
- 10 Magma basáltico





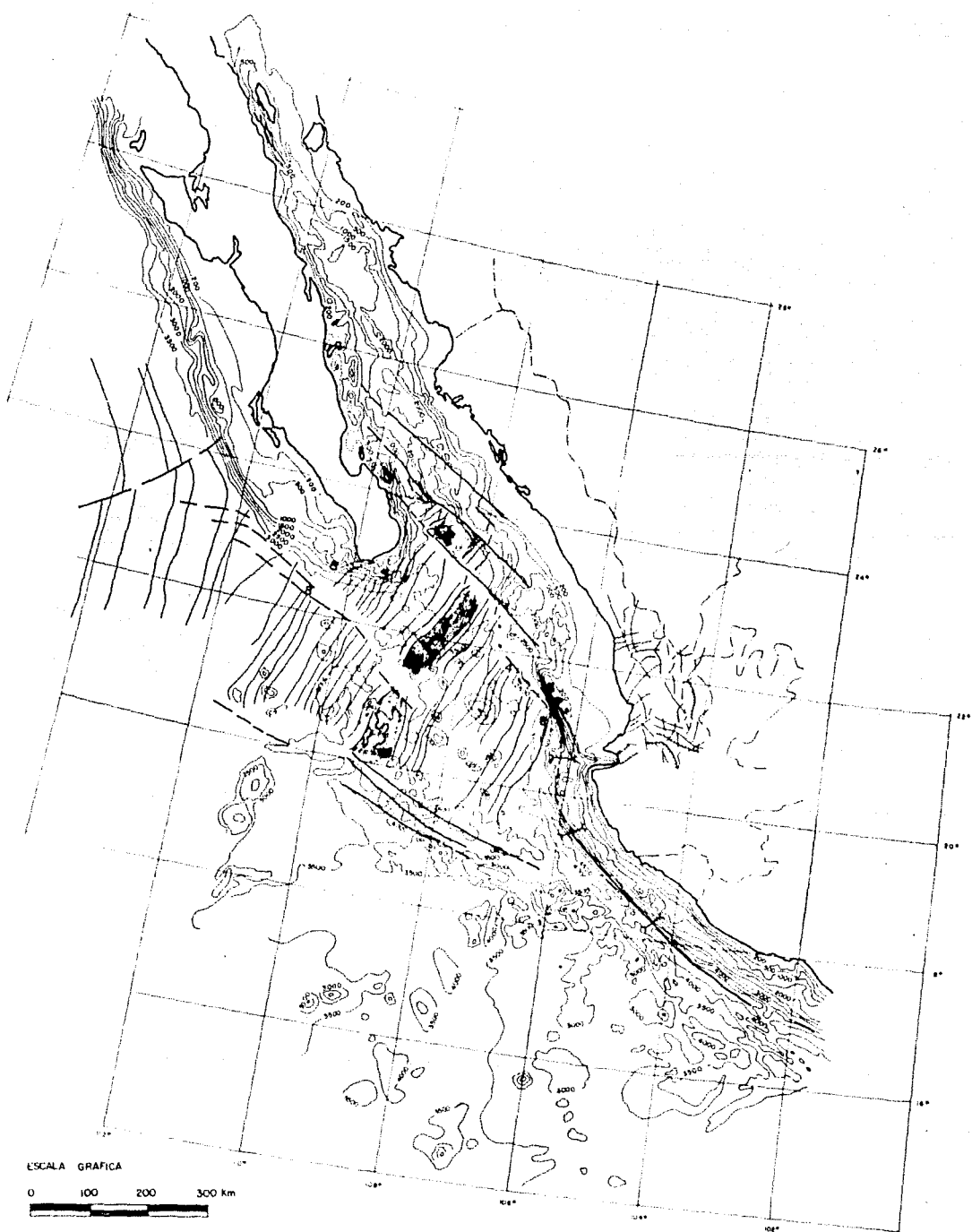
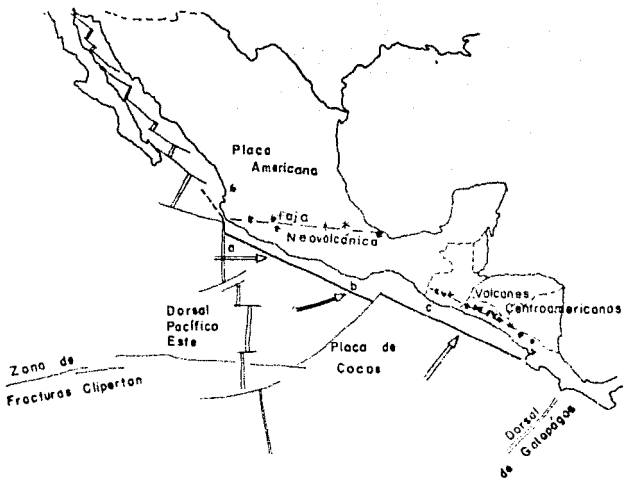


Fig N° B Batimetría y rasgos estructurales mayores del Océano Pacífico y líneas paleomagnéticas de la Dorsal Pacífico Este, mostrando su posición para edades posteriores a los 10 millones de años y su relación geométrica con el fracturamiento profundo en Nayarit.

(Los datos del Pacífico fueron tomados de Larson 1972)

LUIS A. DELGADO ARGOTE
 Geólogo Profesional.



- a) Placa delgada, joven, caliente, pocos sedimentos, menor velocidad de subducción, mayor ángulo, menos rígida, entrada no perpendicular
- b) Placa más espesa, más fría, más vieja, mayor cantidad de sedimentos, mayor velocidad de subducción, menor ángulo, más rígida, interacciona más con la Placa Americana
- c) Cambio en la orientación de la trinchera, más alejada de costa, entrada perpendicular, influencia de la Dorsal de Galápagos, trinchera más vieja y fondo más suave por la cantidad de sedimento.

FIG 9 - Dirección y características de la entrada de la Placa de Cocos en la trinchera Mesoamericana. (Tomado de Urrutia, 1975)

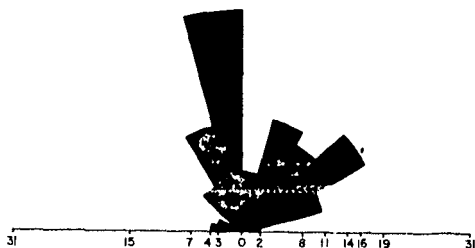


FIG. No. 10 Distribución de los yacimientos de tipo cordillerano en México. Tomado de Salas, 1975

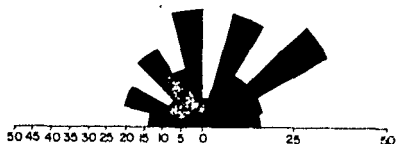
DEPOSITO FORMA

- F₁ - Dalles
- A₁ - Masiva
- C₁ - Saliferos Masivos
- Metales sulfurosos-cuolivos

□ ○ X



AREA EL TIGRE — CUCHARAS



LA YESCA — EL PINABETE

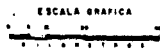
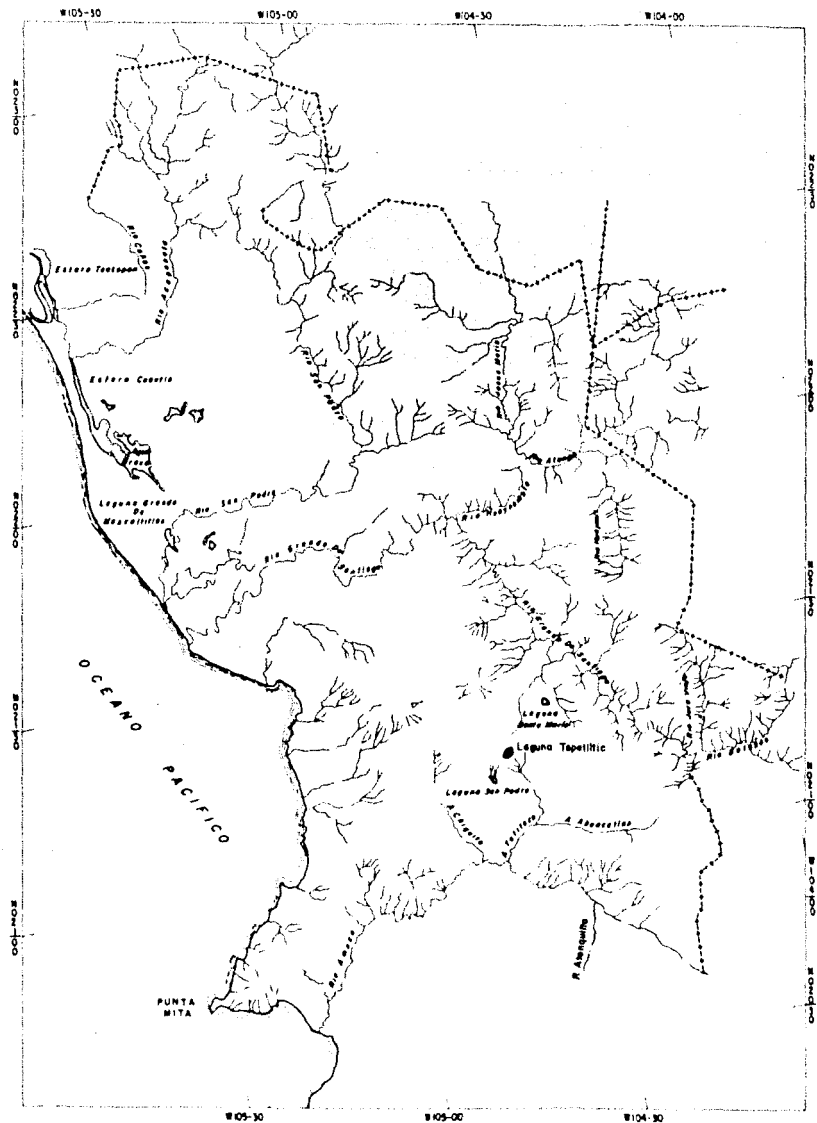


STA. CRUZ CAMOTLAN, BARRANCA DEL ORO

Fig. No. 11

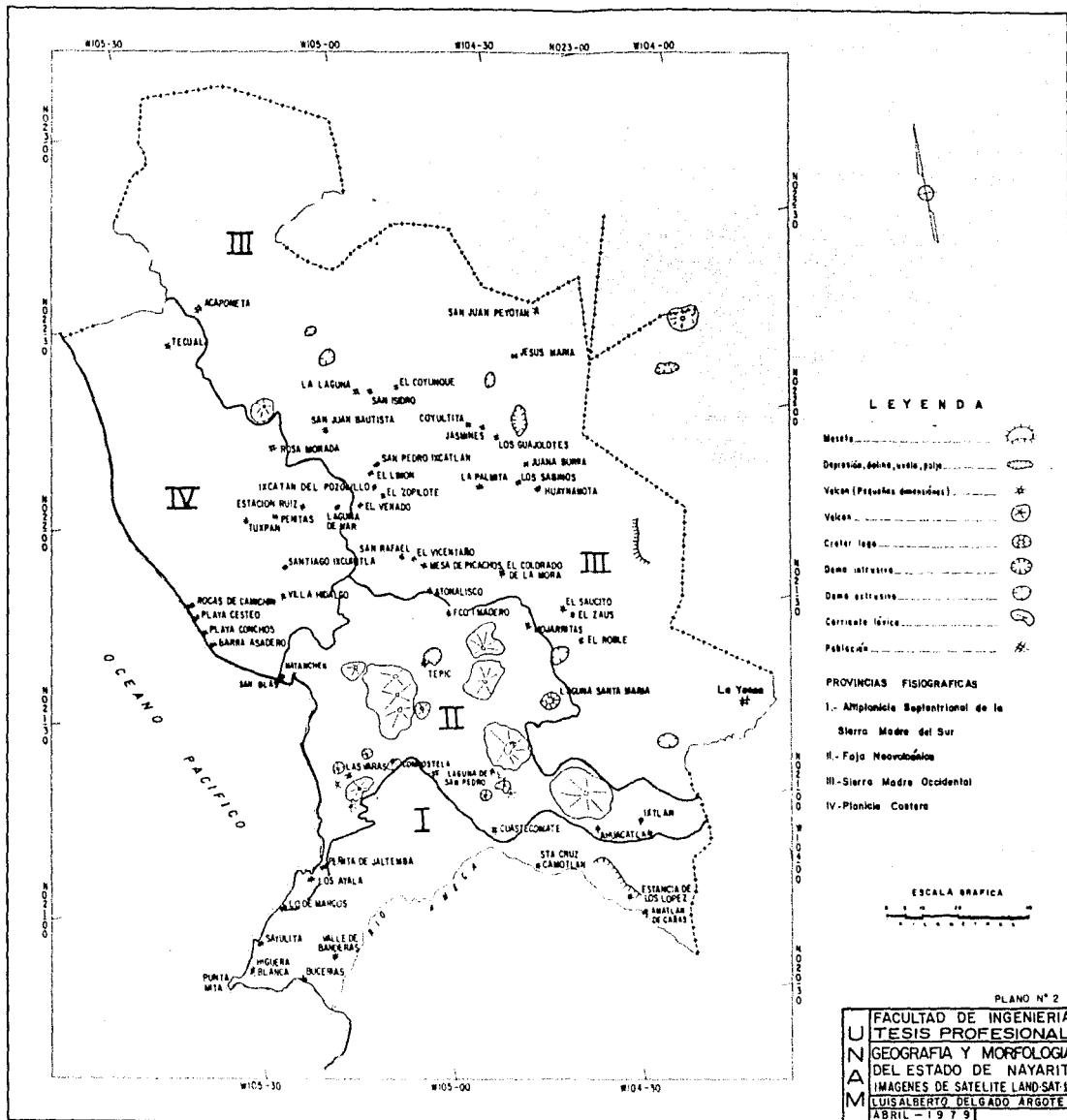
ROSAS DE DEFORMACION INDICANDO PATRON ESTRUCTURAL DOMINANTE SEGUN LA FRECUENCIA DE LAS ORIENTACIONES DE LINEAMIENTOS EN TRES ZONAS FAVORABLES PARA LA OCURRENCIA DE DEPOSITOS MINERALES.

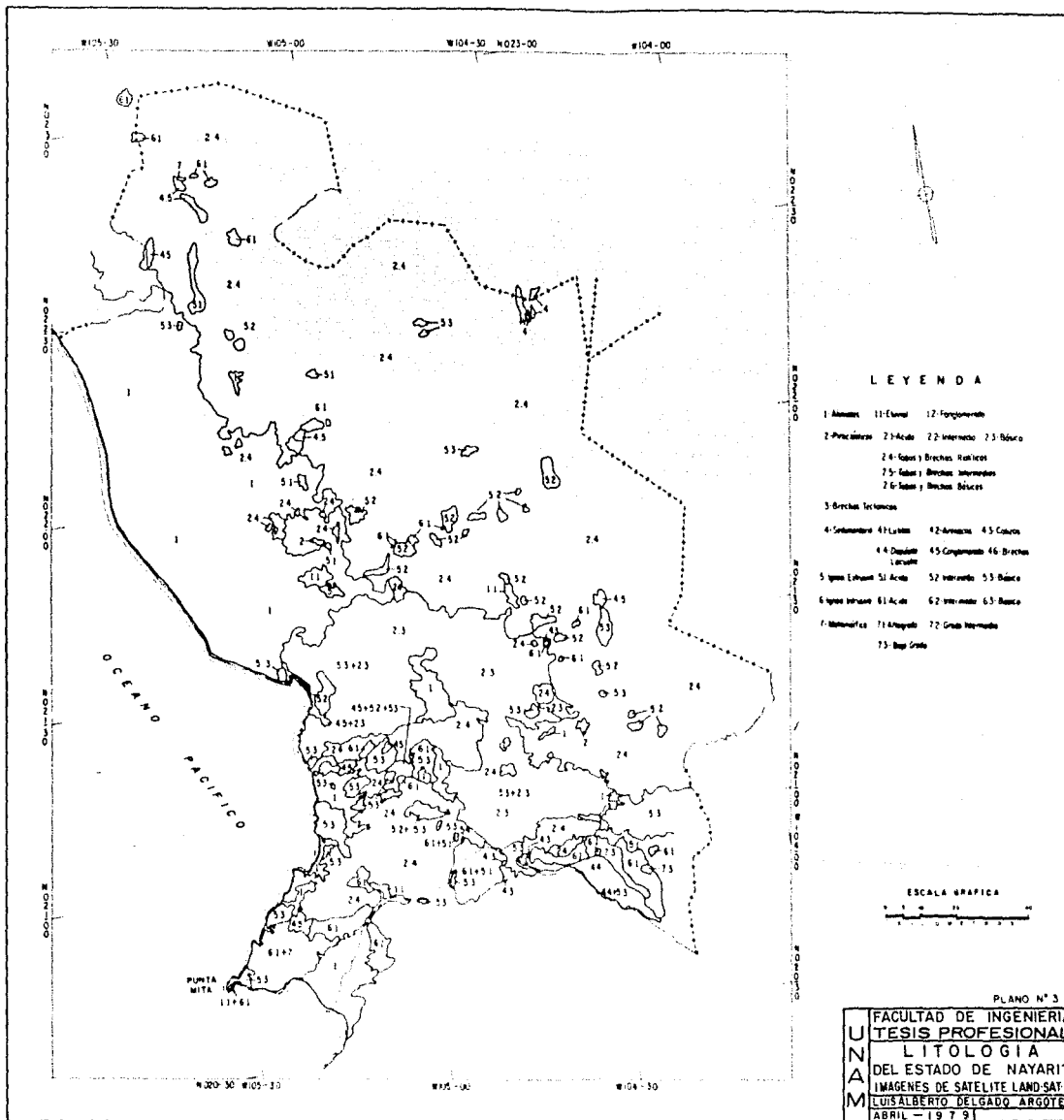
LUIS A DELGADO ARGOTE
TESIS PROFESIONAL



PLANO N° 1

UNAM
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 HIDROGRAFIA
 DEL ESTADO DE NAYARIT
 IMAGENES DE SATELITE LAND-SAT-1
 LUIS ALBERTO DELGADO ARGOTE
 ABRIL - 1979

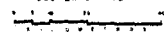




LEYENDA

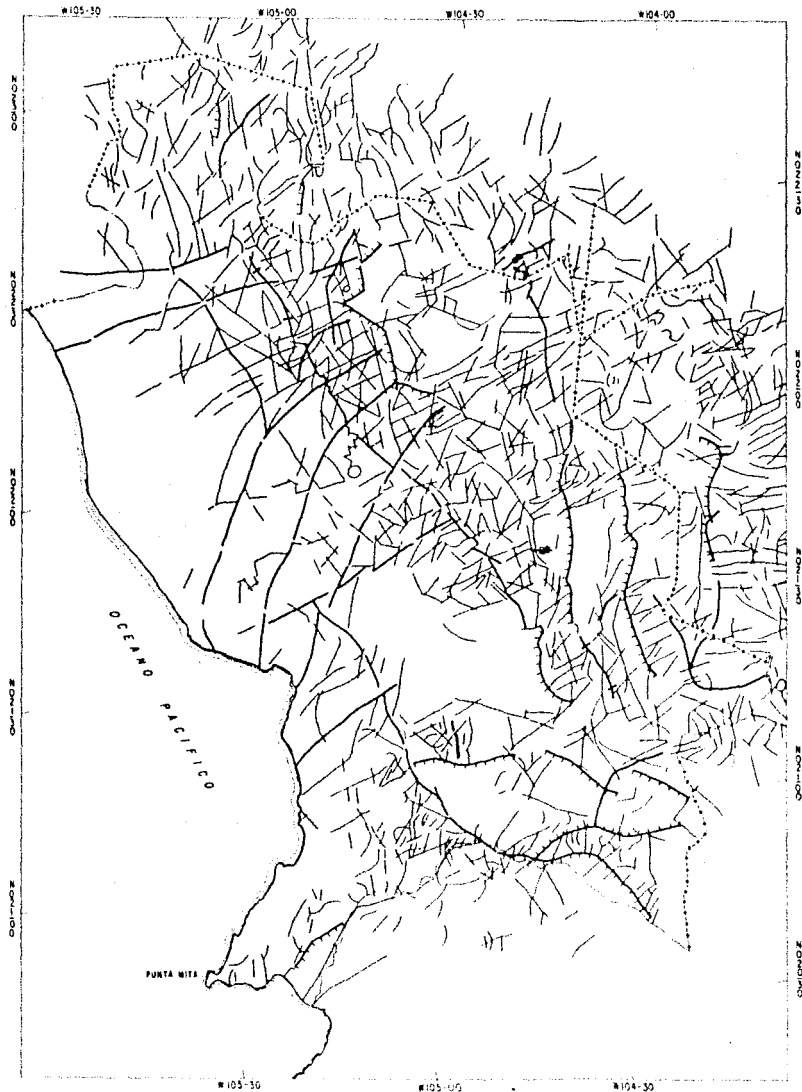
- 1 Arenas 11-Esmer 12-Fongomero
- 2-Piedraza 23-Acua 24-Intermedo 25-Bórua
- 26-Tapas y Brechas Riolíticas
- 27-Tapas y Brechas Intermedas
- 28-Tapas y Brechas Básicas
- 3 Brechas Tectónicas
- 4-Sedimento 41-Lutita 42-arenas 43-Cauces
- 44-Diáclisis 45-Conglomerado 46-Brechas Lutíticas
- 5 Tapas (Lutita) 51-Acua 52 Intermedo 53-Bórua
- 6 Tapas Intermedo 61-Acua 62 Intermedo 63-Bórua
- 7-Metamorfica 71-Angaité 72-Craza Intermeda
- 73-Baja Craza

ESCALA GRAFICA



PLANO N° 3

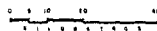
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM TESIS PROFESIONAL
 LITOLOGIA
 DEL ESTADO DE NAYARIT
 IMAGENES DE SATELITE LAND-SAT-1
 LUIS ALBERTO DELGADO ARGOTE
 ABRIL - 1979



LEYENDA

- Lineamiento ————
- Fase Tectónica [Symbol]
- Cobertura Tectónica [Symbol]
- Mostrando todo headed [Symbol]

ESCALA GRAFICA



PLANO N° 4

FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
LINEAMIENTOS
DEL ESTADO DE NAYARIT
IMAGENES DE SATELITE LANDSAT I
LUIS ALBERTO DELGADO ARGOTE
ABRIL - 1979

MANU

