

Sin procesar

8779

PLAN TRIFINIO

Convenio Guatemala-
El Salvador - Honduras

O. E. A. I.I.C.A.

DIAGNOSTICO MINERALOGICO DE LA REGION DEL TRIFINIO

Ing. Enrique Levy
Agosto 1987

DOCUMENTO TRIFINIO N. 3



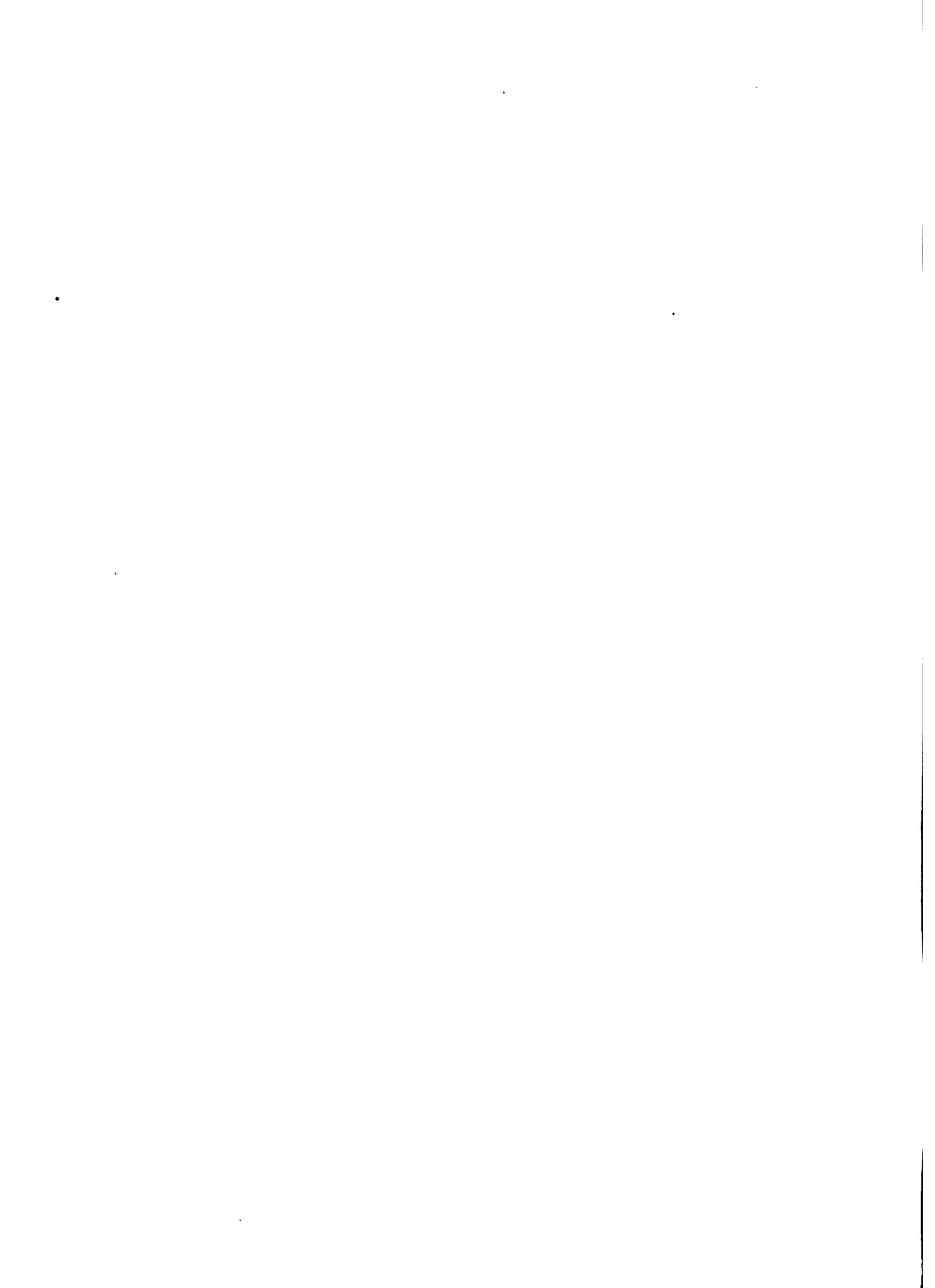
Centro Interamericano de
Documentación e
Información Agrícola

13 MAY 1988

IICA — CIDIA

BIBLIOTECA

29 NOV. 2007



DIAGNOSTICO MINERALOGICO DE LA
REGION DEL TRIFINIO

Ing. Enrique Levy
Aqosto de 1987

Documento Trifinio 3

11CA
PO1
L668

~~BLA111786~~

00002315

DIAGNOSTICO MINERALOGICO

PROYECTO TRIFINIO

por

Ing. Enrique Levy

ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

Guatemala

20 de agosto, 1987



AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a todos los funcionarios del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, Centro de Estudios e Investigaciones Geotécnicas de El Salvador y Ministerio de Recursos Naturales de Honduras, por la valiosa colaboración que prestaron al proporcionar información, sin la cual hubiese sido imposible su preparación. Particularmente, deseo mencionar a las siguientes personas: Ings. Roland Castillo Contoux y Raúl Eduardo Castañeda, Ministro y Vice Ministro de Energía y Minas de Guatemala y a Los Ings. Antonio González - Director, y Juan Carlos Fortuny, Edgar Palencia y Julio Noriega, de la Dirección General de Minería de Guatemala. A los Lics. Carlos Aguilar y Guillermo Reyes, del Centro de Estudios e Investigaciones Geotécnicas de El Salvador y al Técnico Pedro Mejía, de la Dirección de Geología y Minas de Honduras.

Se agradece igualmente, a los Ings. Luis Carrera, Jefe del Proyecto TRIFINIO por OEA, al Ing. Victor Tunarosa, de IICA y al Lic. César Linares, quienes se encargaron de la logística del viaje de campo y de efectuar los contactos para conseguir la información necesaria para el éxito de este diagnóstico.



C O N T E N I D O
(2)

	<u>Página</u>
3.4.2	Vetas relacionadas con Intrusivos. 27
3.4.2.1	El Brujo. 28
3.4.2.2	San Pantaleón 29
3.4.2.3	San Vicente y Atutílca. 29
3.4.2.4	Santa Inés. 30
3.4.2.5	Las Monas 31
3.4.2.6	Xororagua 33
3.4.3	Yacimientos Reemplazamiento. 33
3.4.3.1	Ballena 34
3.4.3.2	Montenegro. 35
3.4.3.3	Peñasco 35
3.4.4	Yacimientos Epitermales. 36
3.4.4.1	San Andrés. 36
3.4.4.2	El Pato-El Poxte. 38
3.4.4.3	El Quetzal. 39
3.4.4.4	Prospecto Aldea El Carrizal (S6). 39
3.4.5	Yacimientos de Hierro Secundarios. 42
3.4.6	Yacimientos de Uranio. 42
3.5	Yacimientos Minerales No Metálicos 43
3.5.1	Bentonita. 43
3.5.2	Lignito. 45
3.5.3	Yeso 46
3.5.4	Caliza 47
3.5.5	Mármol 48
3.5.6	Caolín 48
3.5.7	Diatomita. 49
3.5.8	Opalo. 50
3.5.9	Perlita. 50
3.5.10	Grafito. 50
3.5.11	Travertino 50
IV	PROYECTOS DE EXPLORACION 51
4.1	Guatemala. 51
4.1.1	Proyecto Minero PNUD-Dir. Gral de Minería. 52
4.1.2	Tercerón, PNUD 53
4.1.3	Exploración Minera - JICA-DGMH 53
4.1.4	Bentonita - JICA-DGMH. 56
4.1.5	Tajo Montenegro - Minorsa. 57
4.1.6	Proyecto El Pato-El Poxte. Min. Ener gía y Minas. 59

C O N T E N I D O
(3)

Página

4.2	El Salvador	62
4.2.1	PNUD	62
4.2.2	Misión Geológica Alemana	63
4.2.3	Caliza - Cemento Cessa, S.A.	63
4.2.4	Cerro Tajado - Camagra	63
4.3	Honduras	63
4.3.1	Proyecto Minero-PNUD-Depto. Recursos Minerales.	63
4.3.2	Lignito Conadi	65
V	RECURSOS GEOTERMICOS	66
VI	RIESGOS GEOLOGICOS	66
6.1	Erupciones Volcánicas.	66
6.2	Sismos	67
VII	POTENCIAL MINERO	67
7.1	Producción del Sector Minero	69
7.2	Proyecto Exploración Minera Regional	70
7.3	Proyectos de Desarrollo-Corto Plazo.	72
7.3.1	Yeso y Bentonita	72
7.3.2	Bentonita Los Cimientos.	72
7.3.3	Caliza - La Florida.	72
7.3.4	Lignito - San Antonio.	72
7.3.5	Mármol - Metapán	72
7.3.6	Oro - El Pato-El Poxte	73
7.3.7	Antimonio - El Carrizal.	73
7.3.8	Au-Ag - Las Monas.	73
7.4	Proyectos de Desarrollo a Largo y Mediano Plazo.	73
7.4.1	Oro - El Pato-El Poxte	74
7.4.2	Pb-Zn-Ag - Tajo de Montenegro, Ballena, etc.	74

C O N T E N I D O
(4)

LISTA DE FIGURAS

- 1 - Mapa Índice, mostrando poblaciones principales y carreteras
Escala 1:625,000
- 2 - Configuración de la Tectónica de Placas del Caribe
Sin escala
- 2a - Columna Estratigráfica - Honduras Occidental
Sin escala
- 3 - Análisis e Interpretación, Sistemas de Vetas y Zonas Mineralizadas
El Pato - El Poxte
Sin escala
- 4 - Mapa Geológico - Tercerón, Chiquimula
Escala 1:14,000
- 5 - Sección Geológica, Tercerón, Chiquimula y Leyenda del Mapa Geológico
Escala Gráfica
- 6 - Esquema Canteras No. 1 y 2, Tercerón, Chiquimula
Escala 1:500
- 7 - Anomalía No. 8 - Sta. Ines, San Ramón, El Salvador
Escala 1:10,000
- 8 - Mapa Geológico, Las Monas (Ag-Pb-Zn), Honduras
Escala 1:50,000
- 9 - Mapa Ubicación de Minas de Ag-Pb-Zn. Distrito Minero de Concepción
Las Minas
Escala 1:50,000
- 10 - Lineamientos Tectónicos y Ubicación de Zonas Mineralizadas
El Pato - El Poxte
Escala 1:20,000
- 11 - Mapa Geológico Mina El Quetzal, Honduras
Escala 1:1,500
- 12 - Sección de Trabajos Subterráneos, Mina Quetzal, Honduras
Escala 1:650
- 13 - Ubicación Anomalías de Uranio, Guatemala
Escala 1:1,000,000
- 14 - Sección Zona Anómala Chanmagua, Guatemala
Sin escala
- 15 - Localización Canteras en Explotación - Guatemala
Sin escala
- 16 - Mapa Ubicación Yacimientos de Bentonita, Los Cimientos, Guatemala
Escala 1:6,100
- 17 - Mapa Geológico Yacimientos de Bentonita, Guatemala
Escala 1:6,100
- 18 - Mapa Índice Area A-3, Chiquimula, Guatemala
Escala 1:1,000,000
- 19 - Sección Geológica Pozos Perforados, Tercerón
Escala 1:2,000

C O N T E N I D O
(5)

LISTA DE MAPAS

- | | | |
|----|---|-----------------|
| 1) | Mapa Geológico - Area del TRIFINIO
Escala 1:250,000 | En Sobre |
| 2) | Cartografía Metalogenética, Mostrando
Provincias Metalogenéticas y Yacimientos
Minerales Escala 1:250,000 | En Sobre |
| 3) | Mapa Geológico, Anomalías Geoquímicas de
Oro en Suelos, El Pato-El Poxte (Au-Ag)
Escala 1:2,000 | En Sobre |



R E S U M E N

Se presenta un diagnóstico preliminar de los recursos mineros que tiene por objeto recomendar proyectos o programas de exploración que pudiesen fomentar el desarrollo integral de la región y la economía de los tres países.

El área cubierta por el proyecto TRIFINIO (7541 kms²), incluye en -- Guatemala todo el departamento de Chiquimula, y 4 municipios del departamento de Jutiapa; en El Salvador, la parte norte del departamento de Santa Ana, y, en Honduras, todo el departamento de Ocotepeque y parte del departamento de Copán.

Se ha compilado un mapa geológico (1:250,000), utilizando mapeos ya publicados en Guatemala y El Salvador y en Honduras, se utilizó el mapa del proyecto Minero del PNUD. Se presenta un mapa de cartografía metalogenético mostrando los límites de provincias metalogenéticas así como la ubicación y tipo de yacimientos minerales y se expresan opiniones propias del autor.

El área del TRIFINIO está ubicada sobre la placa del Caribe que se ha movido 130 kms hacia el este a lo largo de las fallas del valle del río Motagua, con respecto a la gran placa de Norte América. La configuración geológica ha sido afectada grandemente por el choque de las placas de Cocos al sur de la fosa de Mesoamérica y la placa del Caribe. Esta zona de subducción, formada durante el Mioceno, ha sido responsable por la intensa actividad ígnea y volcánica desde esa época a la fecha.

El movimiento sinistral a lo largo de la falla del Motagua provocó la creación de grandes fracturas orientadas norte - sur a lo largo de las cuales se formaron "grabens" o grandes depresiones geológicas, como el graben de Ipa la, las cuales han sido "loci" de actividad ígnea, yacimientos minerales y, - últimamente, un volcanismo Reciente que ha creado varios volcanes y numerosos conos adventicios que rellenaron el graben.

Las rocas metamórficas del Paleozóico se habían elevado en altas montañas al principio del Mesozóico y se constituyeron en la fuente de los sedimen

tos del Mesozóico en grandes cuencas donde se depositaron primeramente las formaciones epicontinentales y/o deltáicas de las formaciones El Plan y Todos Santos de edad Jurásico y Cretácico. Ellos se caracterizan por un color rojizo y por cambios continuos en la morfología de las cuencas. En la parte alta del Cretácico la acumulación de sedimentos claramente marinos como las calizas y lutitas de la formación o Grupo Yojoa, indican mares más profundos y alejados del continente. Al final de Cretácico y principios del Terciario, movimientos orogénicos levantaron parte del continente y en cuencas marginales y cuencas intermontanas se depositaron de nuevo sedimentos epicontinentales de capas rojas como las lutitas, areniscas y conglomerados de las formaciones Valle de Angeles y Subinal. El largo período de volcanismo se inició a principios del Terciario ya que estas últimas dos formaciones sedimentarias contienen coladas de basalto y riolita intercaladas. Esta actividad volcánica continuó intermitentemente hasta la época actual. Los cuerpos ígneos, como plutones y troncos de menores dimensiones, se consolidaron en dos épocas diferentes. Los plutones complejos de mayor dimensión como el de Chiquimula, se emplazaron en el norte al final del Cretácico y los troncos de menores dimensiones al sur, son del Oligoceno o Mioceno como los cuerpos ígneos de los distritos mineros de Concepción Las Minas y Metapán, en Guatemala y El Salvador. A estos últimos intrusivos se asocian los yacimientos minerales de contacto "skarn" y de reemplazamiento, así como vetas de origen mesotermal o de mediana temperatura de formación.

Las rocas volcánicas del Terciario fueron extruídas durante varias épocas de volcanismo que se alternaron con períodos orogénicos que elevaron las rocas recién extruídas que luego fueron sometidas a intensos y largos períodos de erosión. Las rocas volcánicas más antiguas predominantemente andesíticas del inicio del Terciario del área del Golfo de Fonseca, o Serie Matagalpa, se correlacionan con la formación Morazán de El Salvador. Posteriormente se extruyeron las formaciones Chalatenango y Bálsamo desde el Oligoceno Medio al Plioceno Superior. Todas estas rocas se correlacionan con la formación Padre Miguel de Guatemala y Honduras, donde no han sido subdivididas.

Desde el Pleistoceno hasta épocas recientes emanaron de grandes fracturas y conos volcánicos explosivos ignimbritas o rocas riolíticas y grandes volúme-

nes de cenizas volcánicas de composición básica intercaladas con lavas basálticas. El proceso actual de erosión ha labrado la región con algunos amplios valles de origen estructural, como los valles del río Lempa en Honduras e Higuitos en Honduras, y el estrecho valle del río Grande - Jocotán. Las fracturas provocadas durante el levantamiento epeirogénico (vertical) de toda la región ha controlado el patrón de drenajes fluviales por los que actualmente corren muchos de los ríos y quebradas menores.

Los yacimientos minerales del área del TRIFINIO se distribuyen en tres provincias metalogenéticas dentro de las cuales se ubican yacimientos minerales afines: 1) Sierras del Norte N - 1; 2) Sierras del Norte N - 2 y 3) Mesetas Volcánicas VP - 1. En el texto se describen sus límites y el mapa los muestra claramente.

En la provincia N - 1, se encuentra el yacimiento de oro El Pato-El Poxté y el prospecto de cobre de Tercerón en Chiquimula. El grafito es el único yacimiento mineral no metálico que ocurre en esta provincia metalogenética dentro del área del TRIFINIO. La provincia metalogenética N -2 situada al sur de las fallas de Jocotán y Tercerón se caracteriza por "islas" de sedimentos Cretácicos y Terciarios, invadidos por cuerpos ígneos los cuales emergen a través de rocas volcánicas Terciarias. Los principales yacimientos minerales metálicos de esta provincia están ubicados en los distritos mineros de Concepción -- Las Minas, Guatemala y Metapán, El Salvador. Los tipos principales son: a) Reemplazamiento; b) Contacto - tectónicas y c) Vetas relacionadas a intrusivos. La mina más productiva de esta provincia fue la mina de plata de San Pantaleón, a la que se le asigna una producción de 20 a 40 millones de onzas de plata. Se ubican aquí varios tipos de yacimientos minerales no metálicos como la bentonita, el yeso, caolín, caliza y travertino. En la provincia de Las Mesetas Volcánicas VP -1, el principal tipo de yacimiento es vetas de metales -- preciosos de origen epitermal o de baja temperatura. La única mina operando -- en toda el área del TRIFINIO es la mina de oro de San Andrés, Copán, Honduras que se explota a cielo abierto. Dentro de esta provincia, aunque en el borde con la provincia metalogenética N -2, se ubica el prospecto de Ag-Zn-Pb de -- Las Monas, Honduras. Yacimientos no metálicos típicos de esta zona son diatomita y caolín o bentonita interestratificadas con rocas volcánicas como ceni-

zas y coladas de lava riolíticas. Se sitúa también, un yacimiento de lignito en San Antonio, Ocotepeque, Honduras.

Los yacimientos minerales metálicos, para su descripción y análisis, han sido agrupados por su modo de formación o génesis. En el área del TRIFINIO, la mayoría de los yacimientos minerales metálicos están relacionados con eventos ígneos y volcánicos, provenientes de un basamento continental por lo cual se observa la predominancia de Pb y Zn sobre Cu, y Ag sobre Au, y la frecuencia del mineral antimonio. Los tipos de yacimientos más importantes son: 1) Yacimientos de contacto en tactitas; 2) Vetas relacionadas con cuerpos ígneos; - 3) Yacimientos de reemplazamiento; y 4) Yacimientos epitermales. Entre el primer grupo se describen en el texto: Tercerón (Cu-Fe) en Guatemala, y mina San Juan (Ag-Pb-Zn), El Tajado (Ag-Cu) San Casimiro (Pb-Zn-Ag), Cóbano (Fe), Cerro Colorado (Fe) en El Salvador. El Brujo o El Amate (Cu-Ag) y Santa Inés (Pb-Zn-Ag) en El Salvador; y las minas San Pantaleón (Ag-Pb-Zn), San Vicente y Atutilca (Ag-Pb-Zn), Xororagua (Cu-Ag) en Guatemala; y Las Monas (Ag-Pb-Zn) en Honduras, son ejemplos de vetas relacionadas con rocas intrusivas, ya sea dentro de rocas volcánicas o sedimentarias. Los yacimientos de reemplazamiento de sulfuros de plomo, zinc y cobre con plata, sustituyen calizas o conglomerados calcáreos de sedimentos del Mesozóico. Los más importantes son: Tajo de Montenegro, Ballena, Peñasco y Sta. Sofía en Concepción Las Minas, Guatemala. Los yacimientos epitermales son principalmente vetas de cuarzo llevando valores de oro y -- plata que comunmente cortan rocas volcánicas, aunque el yacimiento El Pato-El Pox te corta rocas intrusivas. Se incluyen en este grupo vetas de sulfuros de antimonio como el yacimiento El Quetzal, Honduras, que corta esquistos y El Carrizal en Guatemala, que está emplazado en calizas de la formación Atima.

Se han ubicado en Guatemala dos prospectos de uranio en Chanmagua y Sta. Anita, los cuales parecen haberse derivado de la lixiviación de tobas volcánicas y subsecuente deposición en conglomerados de la formación Subinal. Se des conoce aún su potencial.

Los principales yacimientos minerales productos no metálicos del área El TRIFINIO son: caliza en Metapán, bentonita y yeso en Los Cimientos, Guatemala

y yeso en La Labor, Honduras. Los yacimientos de caliza en El Salvador están siendo explotados en gran escala, ya que las canteras proporcionan material para dos fábricas de cemento que producen 1,800 toneladas métricas de clinker diariamente. Los yacimientos de bentonita ocurren en afloramientos de rocas volcánicas Terciarias de composición riolítica inmediatas a un recubrimiento de coladas de basalto. El yeso de Los Cimientos en El Camalote, se ubican al sur de la falla de Jocotán, en sedimentos fuertemente plegados de la formación Subinal y el de La Labor, Honduras, dentro de calizas de la formación Atima. En San Antonio, Ocotepeque, se encuentra un yacimiento de lignito, el cual está interestratificado con rocas volcánicas Terciarias. Otros yacimientos no metálicos de menor importancia, debido a la falta de estudios, son: caolín, mármol, diatomita, perlita, ópalo, grafito y travertino.

Más de dos tercios del área del TRIFINIO ha sido cubierta por proyectos de exploración minera regional auspiciados por el Programa de Desarrollo de Naciones Unidas en los tres países y por la Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA), en Guatemala, y mapeo geológico y un estudio de no metálicos en El Salvador por la Misión Geológica del Gobierno Federal de Alemania. Los proyectos regionales del PNUD se basaron en reconocimientos geoquímicos de sedimentos fluviales principalmente para metales básicos (Cu, Pb, Zn y Mo). JICA en cambio, analizó los sedimentos fluviales para oro y plata y descubrió -- así, el yacimiento de oro de El Pato - El Poxte en Guatemala. Las mejores anomalías fueron exploradas al detalle como Tercerón, Guatemala y Las Monas, Honduras. JICA y el gobierno Federal de Alemania Occidental y los gobiernos de Guatemala y Honduras, han efectuado varios estudios al detalle de los yacimientos de bentonita (Los Cimientos) y oro-plata (El Pato - El Poxte) en Guatemala; lignito en Honduras y mármol en El Salvador. JICA hizo un estudio de factibilidad de la bentonita de Los Cimientos, en el cual se delimitaron 900,800 toneladas métricas, así como los parámetros económicos (1982) que regirían una explotación comercial. Se ha recomendado un estudio de pre-factibilidad para una explotación comercial de menor escala que la del estudio de JICA. En El Pato - El Poxte, el Gobierno de Guatemala ha muestreado y perforado varios sondeos con los cuales se han cubicado 400,533 toneladas métricas de 11.78 g/tm Au y 8.23 g/tm Ag. Este yacimiento se continuará explorando en 1988 por medio de sondeos

y trabajos subterráneos, ya sea por el gobierno de Guatemala o el Fondo Rotatorio de Naciones Unidas. En Honduras, el yacimiento de lignito ha sido cubierto y se estima que contiene 3,192,300 toneladas métricas. Sin embargo, este yacimiento no es probable que se explote en gran escala por los factores económicos que se mencionan en el texto del informe.

En Guatemala, una compañía privada, Minas de Oriente, S. A. y compañías asociadas, efectuó un estudio de pre-facitibilidad ejecutando numerosas perforaciones y obras de interior mina, con los cuales se estima que en las minas Tajo de Montenegro, Ballena, Peñasco y Santa Sofía, existen 1,823,728 toneladas métricas, cuya ley promedio es de 4.29% Zn, 0.60% Pb y 2.44 oz.Troy/ton Ag. Ese mineral puede explotarse a tajo abierto, lo cual reduciría grandemente los costos de extracción. La tasa interna de retorno de estos yacimientos, debido a los bajos precios de los metales predominantes en 1982, no es muy atractiva para un negocio de alto riesgo, como es la minería.

En la anomalía de Las Monas, Copán, Honduras, valores de zinc, plomo y plata en sedimentos fluviales y suelos, parecen indicar que el área de mejores perspectivas aún no se ha cubierto. Se especula que en este lugar se encuentran vetas de metales básicos (Zn, Pb y Cu) con valores asociados de plata dentro de rocas volcánicas Terciarias. En Las Monas, se han muestreado trincheras con valores de hasta 204 g/tm Ag en 6 metros de longitud, que pudiesen explotarse a cielo abierto. Es necesario, igualmente, comprobar los altos valores de oro dosificados por el Depto. de Geología de la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras.

El área del TRIFINIO presenta evidencias de poseer un potencial de desarrollo de sus recursos geotérmicos que debe ser objeto de un programa de explotación conjunta de Guatemala y Honduras, países donde se han hecho pruebas favorables de geotermómetros como son las emanaciones naturales de agua caliente en el valle de Ipala y en la quebrada Agua Caliente, cerca de Camotán. En Honduras, ya se perforó un pozo en Platanares, cerca de la mina San Andrés, Departamento de Copán.

Para desarrollar el potencial minero del área del TRIFINIO, los gobiernos

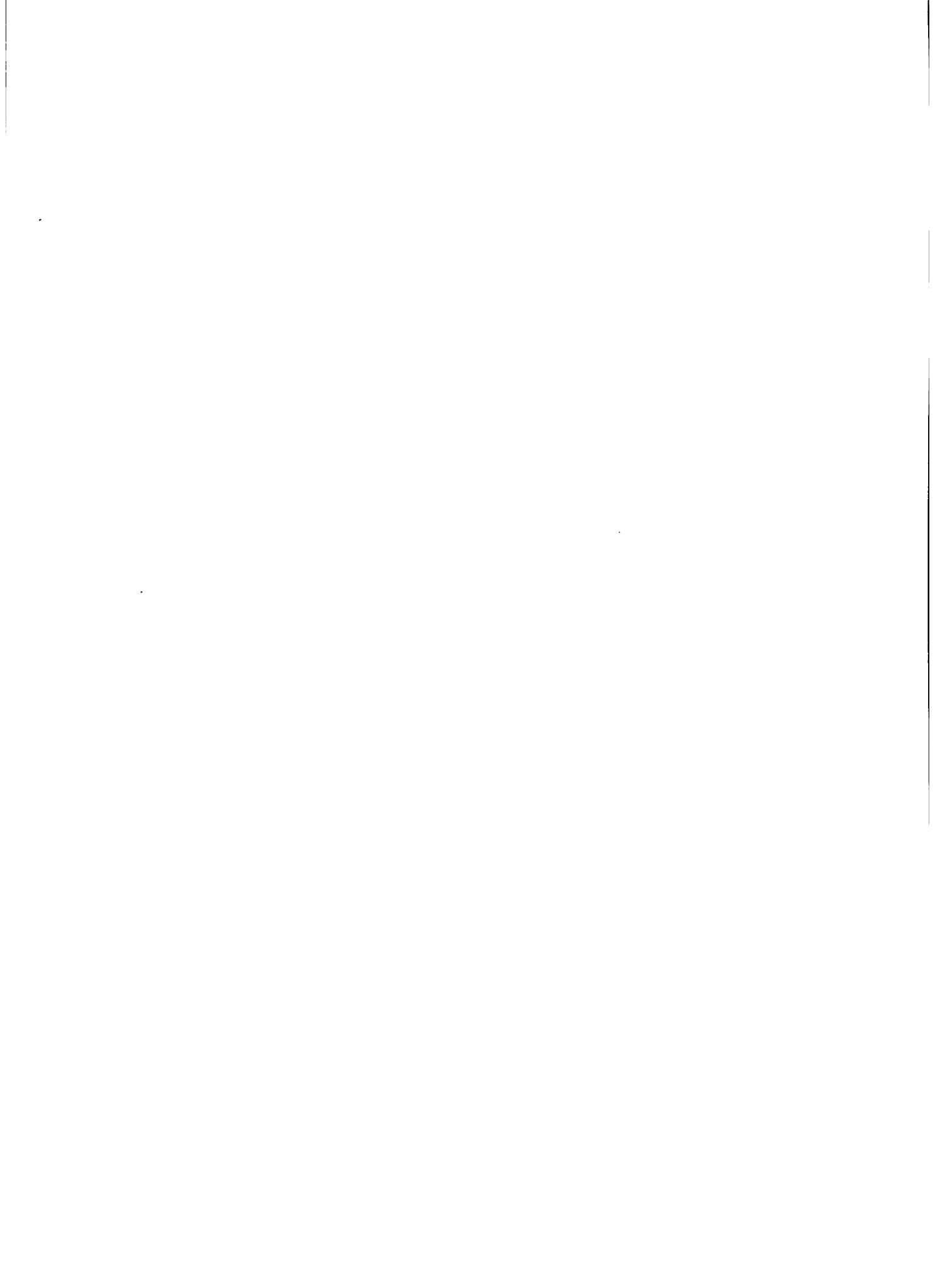
deben promulgar leyes que incluyan incentivos fiscales y garantías al inversionista. Se mencionan varias medidas que deben adoptarse para dinamizar la economía de esta región.

Las dos fábricas de cemento de El Salvador, ubicadas en Metapán, son los complejos industriales de mayor envergadura en El TRIFINIO, con una producción total de 1,800 toneladas diarias.

La única mina de minerales metálicos operando en la región es la mina de oro de San Andrés. Existen además, pequeñas operaciones artesanales de explotación de bentonita, yeso, hierro y caolín en Guatemala, y yeso en Honduras. - En los tres países hay pequeños hornos de cal.

Se ha recomendado un proyecto regional de exploración de oro y plata dentro de la faja volcánica o provincia metalogenética VP -1, para el cual se exponen los lineamientos de ataque. Entre los proyectos de desarrollo minero a corto plazo, se menciona: a) El Pato - El Poxte, Au-Ag; b) Los Cimientos, - bentonita; c) El Quetzal, Sb; d) La Labor y Camotal, yeso; e) La Florida, - caliza; f) Las Monas, Ag-Pb-Zn; g) San Antonio, lignito; h) Metapán, mármol. Los proyectos de mediano y largo plazo más importantes: a) El Pato - El Poxte; b) Tajo de Montenegro y minas vecinas; c) Los Cimientos, bentonita; d) Desarrollo de Recursos Geotérmicos.

Serían éstos, estudios de factibilidad que deben prepararse inmediatamente o posterior a los estudios a corto plazo. Se ha recomendado que se preparen - estudios de gabinete para promover el desarrollo de varias minas abandonadas, que pudiesen tener un potencial de desarrollo. Son ellas, San Pantaleón en -- Guatemala; San Juan, San Casimiro y El Tajado en El Salvador; mina Idria de oro y El Quetzal de antimonio, en Honduras.



I INTRODUCCION

1.1 Origen y Propósitos

El proyecto TRIFINIO, auspiciado por la OEA y los gobiernos de Guatemala, El Salvador y Honduras, han encomendado al suscrito efectuar un estudio y análisis del potencial de los recursos minerales de la región, ya que ellos tendrían un papel de primordial importancia en el desarrollo integral económico y social. La región del Trifinio, exceptuando los estrechos valles intermontanos es muy agreste y ha sido desforestada intensamente por lo cual la agricultura y ganadería tienen un potencial limitado. Se presenta un diagnóstico preliminar que tiene por objeto recomendar proyectos o programas que pudiesen alcanzar un desarrollo integral en beneficio de los habitantes de la región y la economía de los 3 países.

Los objetivos principales de este estudio, según los términos de referencia son: 1) Presentar información geológica regional integrada del área así como una cartografía metalogenética que permita visualizar el tipo o tipos de yacimientos minerales que pudiesen descubrirse mediante programas de exploración minera regional y al detalle. 2) Posibilidades de desarrollo y explotación a corto, mediano y largo plazo de los yacimientos minerales conocidos y las inversiones requeridas. 3) Conveniencia y recomendaciones sobre un programa regional de prospección y/o exploración minera. 4) Presentar estadísticas de producción y exportación de los minerales en explotación y sus usos actuales.

1.2 Actividades Desarrolladas

Primeramente se elaboró un índice o guía del informe final con objeto de concretar los objetivos y alcances del proyecto. Se inició el trabajo de compilación con informes propios del archivo personal. Seguidamente se elaboró el itinerario del viaje de campo el cual se detalla en el Apéndice 1. Dicho viaje tuvo una duración de 7 días y se visitaron minas y prospectos importantes, principalmente en Honduras, ya que el autor conoce personalmente los distritos mineros de Concepción Las Minas y Metapán en Guatemala y El Salvador, respectivamente. En San Salvador se visitó el CEIG (Centro de Estudios e Investigaciones Geotécnicas) donde se sostuvieron pláticas con el Lic. Reyes y Carlos Aguilar, quienes contribuyeron con la información disponible en sus archivos y donaron al proyecto el mapa geológico 1:100,000 elaborado por la



Misión Geológica Alemana y el CEIG. En Honduras el técnico Pedro Mejía de la Dirección de Minería e Hidrocarburos actuó de guía y proporcionó valiosa información geológica y cartográfica, así como sus conocimientos personales del área.

Posteriormente, el suscrito con asistencia de un dibujante elaboró un mapa a escala 1:250,000 del área Trifinio que servirá de base al mapa geológico y de cartografía metalogenética. Finalmente, el suscrito analizó y compiló la información geológica y minera del departamento de Chiquimula - que proporcionó gentilmente la Dirección General de Minería con la debida aprobación del Ministerio de Energía y Minas. La última parte lógicamente fue la integración de toda la información y redacción del informe sobre el diagnóstico de los recursos minerales del área Trifinio.

II. AREA CUBIERTA Y VIAS DE COMUNICACION

2.1 Area Cubierta

El mapa índice adjunto muestra el área (7541 Km²) cubierta por el proyecto TRIFINIO y da una idea de los ríos principales y sus vías de acceso. Los límites políticos en Guatemala incluyen todo el departamento de Chiquimula y 4 municipios del departamento de Jutiapa; en El Salvador, la parte norte del departamento de Santa Ana; y, en Honduras, el departamento de Ocotepeque y parte del departamento de Copán.

2.2 Vías de Comunicación

El mapa índice muestra únicamente las carreteras y caminos vecinales pero no el ferrocarril, temporalmente discontinuado, que une a Metapán con Ipala y Chiquimula. Las carreteras pavimentadas que la cruzan son, en Guatemala: 1) Chiquimula - Quezaltepeque - Esquipulas y Agua Caliente, frontera Guatemala-Honduras. 2) Quezaltepeque - Anguiatú, frontera Guatemala - El Salvador. En El Salvador: 1) Metapan - Angiatú y 2) Metapan - Santa Ana. En Honduras: 1) Nueva Ocotepeque - El Poy, frontera Honduras - El Salvador. 2) Nueva Ocotepeque - Agua Caliente, frontera Honduras - Guatemala. 3) -- Nueva Ocotepeque - Santa Rosa Copán (carretera a Occidente) 4) Santa Rosa de Copán - La Entrada.

Hay muchos otros caminos de tránsito permanente entre los cuales se citan: 1) Chiquimula - Ipala - Asunción Mita y 2) La Entrada - Copán Ruinas. 3) Cucuyagua - Corcuín - San Andrés. 4) La Labor - San Marcos Ocotepeque, etc.

III. INFORMACION GEOLOGICA

La información geológica contenida en el mapa geológico 1:250,000 ha sido compilada de mapas geológicos ya publicados o en los archivos de las dependencias estatales; el mapa geológico muestra o cita las fuentes donde se obtuvo la información. El autor, en algunos casos, como en El Salvador, tuvo que resumir o agrupar unidades geológicas volcánicas con objeto de presentar una información más uniforme. En el caso de la descripción de la geología regional y descripción de las distintas unidades litológicas y formaciones geológicas, así como yacimientos minerales, se citan las referencias o literatura al final del informe. En algunos casos, como la génesis de los yacimientos minerales y la distribución de los mismos en provincias metalogenéticas, se expresan opiniones propias del suscrito.

3.1 Fisiografía

El área del Trifinio es una región sumamente montañosa que se ubica al sur del gran valle del río Motagua e incluye la parte norte de la cuenca del río Lempa. Elevaciones sobre el nivel del mar varían desde los 2,416 metros (TRIFINIO) hasta los 400 metros en el valle de Chiquimula. La región pertenece al sistema montañoso de las Sierras del Norte de América Central, el cual es una continuación de la Sierra Madre del Sur de México. Los ríos Jocotán, Shutaque y San José fluyen hacia el norte y son afluentes del Motagua. El río Lempa es el río más caudaloso de El Salvador y penetra en Honduras cerca de Citala, pasando próximo a Nueva Ocotepeque y tiene sus nacimientos cerca de Olopa en Guatemala. Todos los ríos del valle de Asunción Mita y la parte sur de Ipala son parte de la cuenca del río Lempa, así como el río Anguiatú que corre a lo largo de parte de la frontera entre Guatemala y El Salvador. Los ríos La Mina y Morel que drenan la parte sur-oriental del área dentro de Honduras siguen su curso hacia el sur y son afluentes o tributarios del río Sumpul, el cual a su vez, es afluente del río Lempa.

Estructuras geológicas o fallas han influenciado grandemente la ubicación de varios de los grandes ríos de la región, como el río Grande de Jocotán en Guatemala y el río Chamelecón en Honduras. La gran falla de Jocotán sigue el curso del río San José y el río Grande de Jocotán en Guatemala y el valle del río Chamelecón está ocupado por un extenso sistema de fallas de orientación noreste. Otra unidad morfoestructural de gran importancia es el graben, o depresión geológica de Ipala y Lago de Guija, el cual tiene una orientación norte sur y ha sido rellenado por abundantes productos volcánicos provenientes de varios edificios volcánicos como el Volcán de Ipala, Suchitán, Metaltepe, San Diego y numerosos conos adventicios.

Las montañas al este y noreste del graben Ipala - Lago de Guija presentan una geomorfología joven con ríos de valles estrechos y fuertes gradientes y drenajes de carácter dendríticos sobre rocas homogéneas.

3.2 Geología Regional e Histórica

Los estudios e hipótesis presentados por varios geólogos (ver literatura) de la tectónica global de placas en el área del Caribe y Centro América, han logrado establecer que al cesar el movimiento de la placa del Caribe hacia el norte, se desactivó la zona de subducción de las Antillas Mayores. La fosa de Cayman o Bartlett (ver Fig. 2) y su extensión occidental, el valle del río Motagua, son evidencia o constituyen la antigua fosa oceánica que se formó a lo largo de esta zona fósil de subducción. La placa de Cocos, debido a un incremento notable en la separación de las placas oceánicas en el Pacífico Central ("East Pacific Rise") a partir del Mioceno, comenzó a moverse hacia el Noreste lo cual indujo un movimiento de traslación horizontal a lo largo de un sistema de fallas gigantes que se extiende desde Guatemala hasta Puerto Rico. La placa de Norte América al norte de estas fallas se ha movido no menos de 130 kms. (Weyl, 1981), hacia el oeste en relación con la placa del Caribe al sur. El movimiento de traslación de la placa de Cocos hacia el noreste provocó un choque con la placa del Caribe, lo cual a su vez, creó la zona de subducción, la cual se inició durante el Mioceno. La zona de subducción se manifiesta por la presencia de abundantes focos sísmicos profundos bajo Centro América, así como por la fosa de Meso América, la cual se extiende en el Océano Pacífico desde el sur de México hasta Costa Rica. Variaciones en el ángulo de subducción de la placa de Cocos bajo la placa del Caribe ha cau

PLACAS EN EL AREA DE CENTROAMERICA Y CARIBE

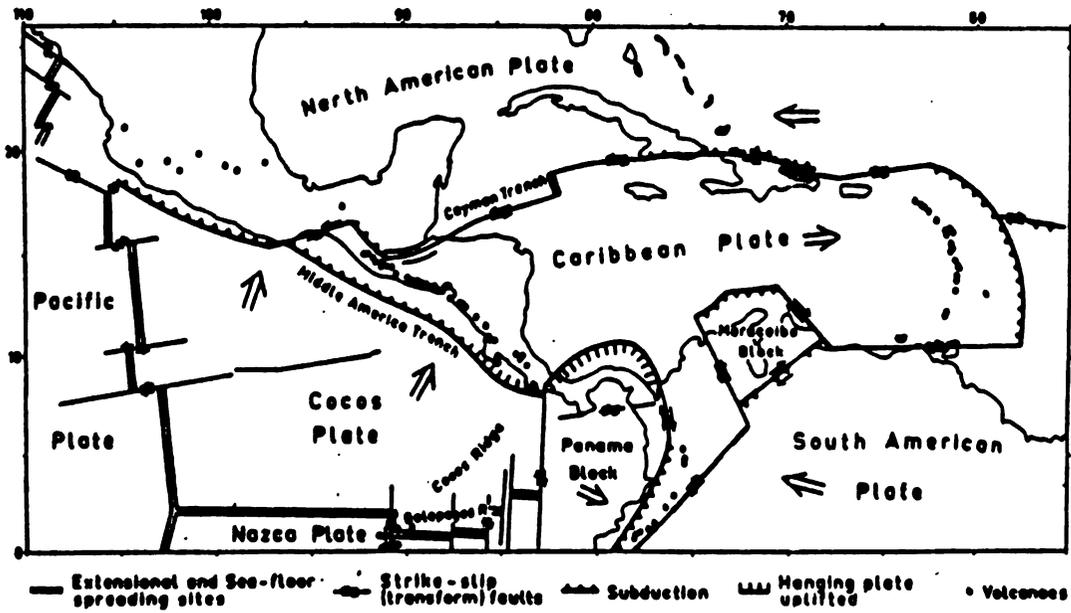
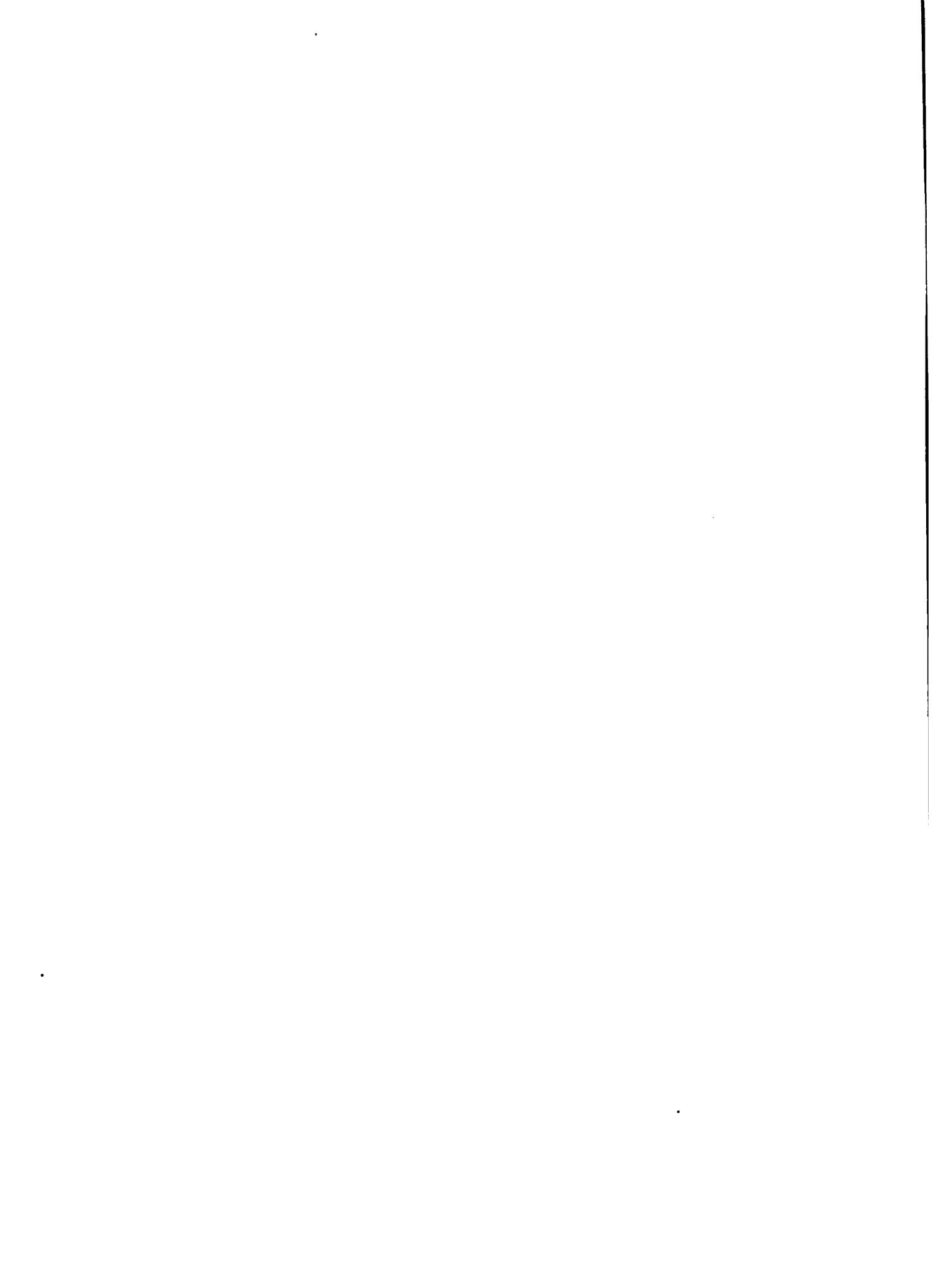


Fig. 170. Inferred present plates and plate boundaries in the Central America-Caribbean region. (Re-drawn from PLAFKER 1976, Fig. 6 and BOWEN 1976, Fig. 16).

Fig. 2



sado una migración de la actividad volcánica de norte a sur como son las mesetas volcánicas del sur de Honduras, la cadena de volcanes extinguidos de edad Pliocénica en Guatemala y norte de El Salvador y, últimamente, la impresionante cadena de grandes aparatos volcánicos, algunos de ellos activos, que se sitúan próximos a la costa del Pacífico desde Guatemala hasta Costa Rica.

El movimiento sinistral hacia el oeste de la placa de Norte América causó esfuerzos de tensión orientadas norte sur a lo largo de los cuales se formaron extensos "grabens" o depresiones geológicas que han servido de loci de actividad ígnea, yacimientos minerales y una fase de volcanismo Reciente que ha relleno los grabens de voluminosos productos volcánicos piroclásticos que emanaron de grandes fracturas y de conos volcánicos como el Volcán de Ipala, Suchitán, Cerro Las Víboras en Guatemala y Volcán San Diego en El Salvador.

Posterior a la acumulación de los sedimentos de edad Paleozóica situados actualmente al norte de las fallas de Jocotán y Pueblo Nuevo, éstos fueron enterrados a gran profundidad en un gran geosinclinal, lo cual causó su metamorfismo por incremento de la temperatura. Este metamorfismo indujo un cambio de los sedimentos a esquistos y gneisses. Esto fue seguido de un rápido levantamiento u orogénesis o formación de una cadena montañosa, la cual fue erosionada posteriormente.

Las cuencas de sedimentación durante el Jurásico y Cretácico, que produjeron las formaciones El Plan, Todos Santos y las calizas del Grupo Yojoa, se caracterizaron por cambios continuos en el tipo de sedimentos acumulados como son las lutitas negras o carbonáceas, conglomerados cuarcíticos y calizas masivas. Esta sedimentación marina hacia el final del Cretácico, cambió radicalmente con la depositación de lutitas, areniscas y conglomerados rojos de la formación Valle de Angeles y Subinal. Estas capas rojas se depositaron en cuencas restringidas con grandes y frecuentes variaciones en el nivel de las aguas que produjeron la rápida y casi simultánea oxidación del hierro contenido en los minerales ferromagnesianos y biotita de las rocas metamórficas originales.

Las coladas de lava basáltica y riolitas intercaladas en la parte superior de las capas rojas hacen suponer que éste fue el inicio de la actividad volcánica que continuó a través de todo el Cenozoico.

A fines del Cretácico y principios del Terciario cuerpos ígneos de rocas ácidas e intermedias invadieron los sedimentos del Mesozóico y rocas volcánicas tempranas. No existe información sobre la edad de estos intrusivos que invadieron las rocas metamórficas en Honduras. Sin embargo, la información en Guatemala indica que la actividad ígnea se vuelve progresivamente más joven hacia el Sur. Los cuerpos ígneos del área de Metapán y Concepción Las Minas son claramente de edad Oligoceno, contrastando con la edad o edades de 71.9 ± 3.6 m.a y $88.6 \pm$ del plutón de Chiquimula e intrusivos de la Cordillera de Merendón en el área de La Unión, Zacapa.

La falla de Pueblo Nuevo en Honduras debe haberse movido antes del inicio de la actividad volcánica Terciaria y posterior a la sedimentación de la formación Valle de Angeles (PNUD, Honduras, 1972). Antes de la extrusión de las rocas volcánicas más antiguas o "Serie Matagalpa" del Terciario temprano a medio, la superficie de la región había sido nivelada por erosión hasta cerca del nivel del mar. Las ignimbritas del Mioceno cubrieron gran parte del área del TRIFINIO al sur de las fallas de Pueblo Nuevo y Jocotán, ocupando actualmente la parte alta de las mesetas lo que presupone que ellas fueron elevadas posterior al Mioceno o talvez, Plioceno y subsiguientemente sujetas al actual período de erosión.

Los depósitos minerales formados por metamorfismo de contacto, de los distritos mineros de Concepción Las Minas (Ag. Pb. Zn.) y Metapán (Ag. Pb. Zn.) están relacionadas con la consolidación y enfriamiento de troncos intrusivos de composición intermedia a ácida. Igual origen pudieron haber tenido las vetas de sulfuros de metales básicos (Cu. Pb. Zn.) y cuarzo como Tercerón y Xororaguas en Guatemala y El Amate en El Salvador. Las vetas de cuarzo aurífero de El Pato-El Poxte en Guatemala parecen haberse producido por una actividad fumarólica o fuentes termales relacionado con la extrusión de rocas volcánicas de composición riolítica.

Durante el Plioceno y probablemente el Pleistoceno emanaron de grandes fracturas una nueva serie de rocas volcánicas riolíticas e ignimbritas las cuales constituirían la parte alta de la formación Padre Miguel en Guatemala y la formación Cuscatlán en El Salvador.

Las rocas volcánicas Cuaternarias del graben de Ipala y Lago de Guija en El Salvador deben haber tenido una larga historia desde el Pleistoceno hasta períodos relativamente recientes como lo atestiguan los pequeños conos de escoria volcánica en el Valle de Ipala y riberas del Lago de Guija.

Los depósitos aluviales son relativamente reducidos encontrándose como rellenos poco consolidados de valles intramontanos como el Valle de Asunción Mita, Chiquimula, Esquipulas y Chanmagua en Guatemala. En Honduras existen varios extensos valles estructurales como el de Nueva Ocotepeque, Sensenti, río Higuitos que se han formado por la deposición y erosión de sedimentos volcánicos, así como la acumulación de abanicos de aludes o depósitos poco consolidados, también llamados de Pie de Monte (PNUD, Honduras, 1972).

Para una más completa descripción de la geología del área del Trifinio, se describen a continuación la litología y distribución de las formaciones geológicas comenzando por las más antiguas. Su distribución y posición relativa en la columna estratigráfica pueden apreciarse en el mapa geológico 1:250,000 que acompaña este informe.

3.2.1 Pre Mesozóico

Las rocas metamórficas al norte de las fallas de Jocotán y Pueblo Nuevo, se asume que son de edad Paleozóica pues se han observado varios lugares donde la caliza del Grupo de Yojoa, de edad Cretácica la sobreyacen, así como en la base de la formación de Todos Santos del Jurásico se encuentran cantos rodados de cuarcita que claramente provienen de esta serie metamórfica.

Tanto la Misión Geológica de Japón en Guatemala como el PNUD en Honduras, han hecho notar que las rocas metamórficas en Honduras y áreas adyacentes en Guatemala han sufrido un fuerte metamorfismo dinámico produciendo gneisses, anfibolitas, esquistos y cuarcitas fuertemente plegados a lo largo de ejes de orientación noreste. En la parte sur en Guatemala próximo a la gran falla de Jocotán, las rocas metamórficas muestran un menor grado de metamorfismo y consisten en filitas, esquistos grafiticos y cuarcitas derivadas de rocas sedimentarias pelíticas. Estas rocas se pueden observar en el río San José y parte alta del río San Diego. Estos esquistos de menor grado de metamorfismo pudiesen correlacionarse con la formación Sta. Rosa, de posible edad Pennsilvánica o Pérmica.

3.2.2 Mesozóico

La historia geológica de las Sierras del Norte de Centro América y el área del TRIFINIO durante el Mesozóico tiene una larga y compleja secuencia de levantamientos orogénicos alternándose con períodos de sedimentación en cuencas marinas y márgenes de los continentes, así como de complejos períodos de tectogénesis que produjeron plegamientos y grandes fallas. Se describe a continuación las diferentes unidades sedimentarias y productos ígneos que pertenecen a este período en su evolución prehistórica. Las descripciones de las unidades litológicas en Honduras se obtuvieron de los trabajos de -- Mills, Hugh, Ferray y Swolfs (1967) y en Guatemala de la tesis de Clemons, -- Burkart y Crane, quienes mapearon las hojas de Chiquimula, Zacapa, Esquipulas, Cerro Montecristo, Chanmagua y Jocotán - Timushan.

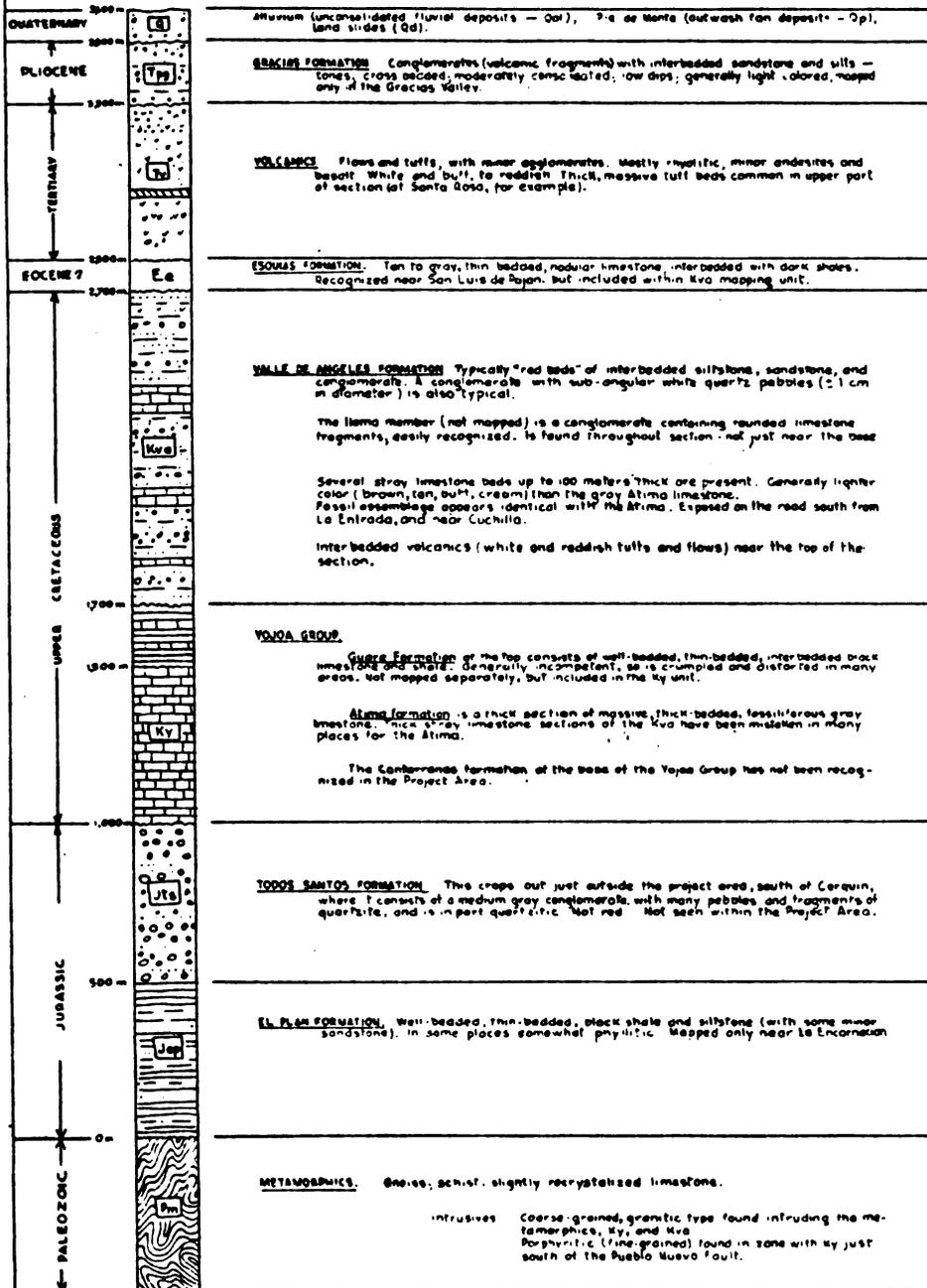
3.2.2.1 Formación El Plan (Jep) y Todos Santos (JKts). La formación El Plan de edad Jurásica se ha identificado únicamente en la vecindad de Encarnación, Honduras, por similitud litológica con la misma unidad cerca de la mina San - Juancito, próxima a Tegucigalpa. Las rocas cerca de Encarnación están levemen te metamorfizadas pero existen dudas sobre su verdadera identidad ya que no se encontraron fósiles. Las rocas de esta formación presentan estratos bien defi nidos de areniscas intercaladas con lutitas o filitas.

La formación Todos Santos tiene su mayor distribución en la secuencia sedimentaria Mesozóica de Metapán, El Salvador, y el distrito minero de Concepción Las Minas en Guatemala. En Honduras sólo se ha localizado positiva-- mente a 5 kms. al este de Sensenti. Los mapas geológicos de Guatemala y El Sal vador sitúan a la Todos Santos en el Jurásico y principios del Cretácico, y el PNUD en Honduras la califica dentro del Jurásico-Triásico. Esta secuencia de capas rojas no contiene fósiles y ha sido ubicada entre las rocas metamórficas del Paleozóico tardío y las calizas Cretácicas del Grupo Yojoa. Mills (1967) en Honduras midió una secuencia de estratos con un espesor de hasta 1,000 me-- tros en un sitio 9 kms. al este del poblado de Atima. Sin embargo, en el oeste de Honduras el PNUD estimó un espesor de 500 metros.

La formación Todos Santos en Metapán y en Honduras tiene litologías muy similares. Contiene abundantes conglomerados de cuarzo y cuarcita grisácea, areniscas bien consolidadas y lutitas rojas muy similares a las lutitas ro-

Fig. 2. GENERALIZED LITHOLOGIC COLUMN
western Honduras

MILLS, HUGH, FERRAY, SWOLFS, 1967





jas de las formaciones Valle de Angeles y Subinal. En el Cerro Ortona al oeste de Metapán, se aprecia claramente la posición estratigráfica de la caliza Atima (Grupo Yojoa) sobre arenisca de color amarillento.

En el área de Metapán la formación Todos Santos se encuentra ocupando un arco cóncavo al sur de unos 20 a 30 kms. de largo. Hacia el sur está cubierta parcialmente por rocas volcánicas Cuaternarias y cortada por un intrusivo de granodiorita. Dentro de esta formación y en sus bordes se aprecian listones o bandas de caliza del Grupo Yojoa. Hacia el norte la Todos Santos está recubierta por rocas volcánicas del Mioceno y al este por la formación Subinal o Valle de Angeles.

La ausencia de estratos contínuos de caliza sobre la Todos Santos en Metapán hacen suponer que antes del inicio de la sedimentación de la Subinal debe haber habido un levantamiento regional sobre el nivel del mar y un largo período de erosión de las calizas del Grupo Yojoa.

3.2.2.2 Grupo Yojoa (Ky). El Grupo Yojoa en Honduras, según Mills (véase columna estratigráfica) está constituido por cuatro distintas formaciones: a) Cantarranas 2) Atima 3) Guare 4) Ilima. De éstas, la Atima es la más potente. En Honduras, el proyecto del PNUD no mapeó estas unidades estratigráficas separadamente por la falta de afloramientos, recubrimiento del suelo, caracter lenticular de las formaciones y numerosas fallas.

La edad de los fósiles identificados por Mills le dan una edad del Cretácico Superior. El verdadero espesor de esta formación se desconoce (400 a 1000 m) pues ya ha sido erosionada en parte, ya que la formación Ilima está compuesta de conglomerados de caliza de la Atima.

Las calizas de la Atima se intercalan con capas de lutitas, areniscas y capas rojas. Es frecuente encontrar horizontes fosilíferos. Las calizas tienen un color gris oscuro a negro, aunque también se observan calizas color crema.

Los estratos de la base de la formación Atima son bancos gruesos y hacia la parte alta los estratos son más delgados y están intercalados con lutitas.

En Guatemala, los escasos afloramientos de caliza Atima descansan sobre

rocas metamórficas por lo cual se especula que la formación Todos Santos fue erosionada o bien, no se depositó por ser ésta un área emergente.

3.2.2.3 Formación Valle de Angeles (Kva) y/o Subinal (Ts). En Honduras, - Williams y McBirney (1969) discutieron las diferencias de nomenclatura de estas dos formaciones, sus características litológicas y edad relativa. En -- Honduras, la formación Valle de Angeles es pre-volcánica (?) y fue depositada en un ambiente deltáico de poca profundidad y de cambios repentinos en el nivel de las aguas lo cual produjo su color rojo. La Subinal en el oriente de Guatemala, son capas rojas depositadas en valles estructurales intramontananos y algunos estratos contienen cantos rodados y fragmentos de rocas volcánicas. Esto hace especular que la formación Subinal es más joven (Oligoceno a Mioceno Medio) y la formación Valle de Angeles fue depositada entre la parte superior del Cretácico y el Eoceno.

La formación Valle de Angeles en Honduras consiste en capas rojas epicontinentales de lutitas poco consolidadas, lodolitas, lutitas arenosas, areniscas y conglomerados de cuarzo y cuarcitas. La Valle de Angeles contiene varias coladas de lavas andesíticas.

Rumbo y buzamientos de la formación Valle de Angeles en la hoja de Dulce Nombre en Honduras parecieran indicar que la faja de Valle de Angeles que se extiende en dirección noreste desde la frontera con Guatemala y cubre gran parte de la hoja Naranjito pudiera representar un "sinclinorio" con un flanco al norte de calizas del Grupo Yojoa y cubiertas al sur por rocas volcánicas Terciarias.

La formación Subinal en Guatemala fue descrita y mapeada por T. Hirschman en una cuenca al sur del río Motagua y al oeste de El Rancho. Afloramientos discontinuos se extienden a lo largo del Valle del río Motagua hasta las ruinas Maya de Quiriguá. En el departamento de Chiquimula aflora en la carretera entre Quezaltepeque y Esquipulas, en Concepción Las Minas y en El Salvador en la carretera entre Angiatú y Metapán. Aflora también en Chanmagua, Guatemala, al este de Esquipulas y próximo a la frontera con Honduras.

La formación Subinal presenta características de sedimentación muy similares a la Valle de Angeles y es casi imposible distinguir la una de la otra. En el río Angiatú, en la proximidad de la Aldea El Brujo, un tronco intrusivo de edad Oligoceno corta la Subinal y la ha metamorfizado a tal grado que

estratos basales de conglomerados de caliza han sido convertidos en granate y las capas rojas por varios kilómetros tienen un color verde debido a la introducción de clorita y epidota.

Por las razones antes expresadas, cree el autor que la Subinal en Guatemala y las capas rojas mapeadas por el PNUD en el occidente de Honduras, son la misma formación. La ausencia de rodados de rocas volcánicas en Honduras pudiera significar un mayor grado de erosión o bien, que la sedimentación de estas capas rojas cesó primero en Honduras y continuó en Guatemala.

3.2.2.4 Intrusivos. Anteriormente se comentó que las edades radiogénicas y evidencia geológica en el nororiente de Guatemala y occidente de Honduras y - El Salvador parecen indicar que la actividad ígnea tuvo una migración hacia - el sur, ya que los cuerpos intrusivos al norte en Chiquimula y Zacapa y el nor occidente de Honduras, próximos a las fallas del Motagua y Pueblo Nuevo, son - más antiguos y de mayor extensión superficial que los troncos intrusivos del - distrito minero de Metapán en El Salvador. En la llamada "zona" de 100 kms. de largo y 4 de ancho, próxima a la falla de Pueblo Nuevo, el PNUD en Honduras -- describe intrusivos dioríticos porfiríticos que contienen abundantes xenolitos de caliza del Grupo Yojoa; aunque no se han reportado mineralizaciones relacio nadas a los cuerpos dioríticos de los cuales aún se desconoce su edad.

El plutón de Chiquimula, situado entre Chiquimula y Zacapa, cubre más de 200 kms² y es un cuerpo ígneo con una larga y compleja historia en la que el magma originalmente produjo dioritas y por diferenciación magmática, se emplazaron posteriormente granodioritas y, finalmente, granitos. Culminó esta actividad con una fase pneumatolítica que produjo pegmatitas simples y diques de aplita. Esta última fase fue responsable de la formación de las vetas de cuarzo aurífero de El Pato-El Poxte, al oeste de Chiquimula.

El plutón de Chiquimula corta principalmente rocas metamórficas de la formación Sta. Rosa y unidades más antiguas. En el Cerro Tercerón, cerca - de San José La Arada, intrusión las calizas del Grupo Yojoa.

Determinaciones radiogénicas del plutón de Chiquimula (1980) por la - Misión Geológica del Japón han resultado en edades de 71.9 ± 3.6 m.a. (Maestrichtian) y 88.6 ± 4.4 m.a (Turonian) o sea, del Cretácico Superior.

En la hoja de Dulce Nombre, Honduras, el Proyecto Minero mapeó varios

intrusivos de granito blancuzco y grano grueso que cortan las capas rojas de la formación Valle de Angeles. No se observaron efectos de metamorfismo de contacto o mineralización relacionada con ellos.

3.2.3 Terciario

La geología histórica durante el Terciario se caracteriza por una intensa actividad ígnea cuya expresión principal son la extrusión de grandes masas de rocas volcánicas, las cuales se alternaron con períodos de total inactividad, movimientos epirogénicos (verticales) y afallamientos en bloques. Ellos indujeron la formación de valles intramontanos donde se depositaron en pequeñas cuencas productos volcánicos sedimentarios lacustres derivados de la erosión de los bloques elevados y piroclásticos provenientes de centros volcánicos. (Véase foto 7).

En la descripción de las rocas volcánicas del área del TRIFINIO que sigue, se han integrado las diferentes unidades descritas en cada país en dos grupos de formaciones volcánicas llamadas Tv_1 y Tv_2 . En Honduras y en Guatemala los mapas geológicos de 1:250,000 muestran únicamente rocas volcánicas Terciarias sin diferenciar pero el mapa geológico de El Salvador (1:100,000) sí contiene una diferenciación más completa y aquí se han agrupado varias unidades volcánicas como las formaciones Morazán y Chalatenango, del Paleoceno al Mioceno como Tv_1 y la formación Bálsamo del Mioceno-Plioceno como Tv_2 . (véase Leyenda del Mapa Geológico 1:250,000).

3.2.3.1 Tv_1 . Esta unidad de rocas volcánicas en El Salvador corresponde a las formaciones volcánicas denominadas Morazán y Chalatenango que fueron extruídas desde el Paleoceno hasta la parte media del Mioceno. No se ha tenido a la vista una descripción detallada de dichas formaciones pero en el mapa geológico de El Salvador están descritas muy brevemente como una secuencia de productos piroclásticos ácidos a intermedios en la parte basal cambiando a coladas de lava ácidas e ignimbritas y alternando con coladas de lava intermedias y productos piroclásticos. Estas dos formaciones probablemente se correlacionan con la parte baja y media del Grupo Padre Miguel, en Guatemala, que consiste de coladas de basalto y andesita intercaladas con lahars y rocas piroclásticas ácidas. En Honduras la base de las formaciones volcá-

nicas según Williams y McBirney (1969) están constituídas por tobas ácidas a intermedias intercaladas con sedimentos lacustres de origen volcánico, las cuales fueron cubiertas al principio del Mioceno por colosales y extensos estratos de ignimbritas (flujos de cenizas volcánicas), que fluyeron de grandes fracturas y se esparcieron sobre gran parte del noroeste de Honduras. Contemporáneamente se depositaron en cuencas lacustres de poca profundidad sedimentos de cenizas volcánicas y pómez (véase Foto No. 7). En Honduras, este volcanismo continuó hasta la mitad del Mioceno, cuando el volcanismo cesó casi en su totalidad. Las rocas volcánicas en Honduras, fechadas por Williams y Mills (1969), caen todas entre 15 y 19 millones de años, o sea, de edad Miocénica.

3.2.3.2 Tv_2 . En El Salvador y Guatemala la actividad volcánica del Terciario continuó hasta el Plioceno y se acumularon grandes espesores de epiclastitas volcánicas y piroclastitas y efusivas básicas e intermedias, y algunos edificios volcánicos, como el volcán erosionado al sur de Sta. Rosa Guachipilín, en Metapán.

En Guatemala, la parte superior del Grupo Padre Miguel fue mapeada por la Misión Geológica del Japón en el área del yacimiento de bentonita. Consisten ellos de la riolita Cimientos localmente perlítica sobre la cual corrieron lavas basálticas del Pleistoceno, llamadas Encarnación. La riolita Cimientos consiste en riolita con biotita diseminada, la cual presenta finas texturas de flujo, perlita parcialmente devitrificada y tobas riolíticas. Su espesor varía de 65 a 100 metros y yace sobre la formación Rincón que consiste en 350 metros de conglomerados con fragmentos de tobas lapilli y tobas. Esta formación también contiene fragmentos de esquistos en una matriz de tobas volcánicas y material arenoso mal estratificado e intercalado con lodolitas y lutitas. Los estratos tienen un rumbo EW y buzan de 20° a 40° al sur.

3.2.3.3 Intrusivos. Dentro y durante esta intensa actividad volcánica se emplazaron varios troncos intrusivos ubicados en los distritos mineros de Concepción Las Minas, Guatemala y el colindante distrito minero de Metapán. El cuerpo intrusivo que aflora en el río Anguiatú parece ser de pórfido granfítico o monzonítico

que ha producido intenso metamorfismo de contacto tanto en las calizas del Grupo Yojoa en Guatemala como en la formación Subinal en El Salvador. Como resultado de este metasomatismo, se han formado los yacimientos de Ag-Pb-Zn de Tajo Montenegro y Ballena en Guatemala y el prospecto minero de cobre El Amate en El Salvador. Más al sur, y al este de la ciudad de Metapán, hay un pórfido de monzonita de 1.5 kms. de diámetro que ha cortado y metamorfizado las formaciones calcáreas del Grupo Yojoa produciendo el pequeño yacimiento de Ag-Pb-Zn -- que se explotó en la mina San Juan y en el lado sur sobre una falla de orientación noroeste, el yacimiento de Ag - Au de El Tajado explotado durante los años de la Colonia Española. Hacia el este y al oeste de Citla, en el lugar llamado San Ramón, existe otro tronco intrusivo que ha alterado hidrotermalmente las rocas volcánicas en el contacto y probablemente ha causado la mineralización de Pb-Zn de Sta. Inés en la vecindad de Citla.

3.2.4 Cuaternario

3.2.4.1 Volcánicas. La actividad volcánica del Pleistoceno y Reciente se centró a lo largo de extensas fallas de orientación norte-sur que formaron una depresión estructural llamada el graben de Ipala, y fallas conexas, próximas a la depresión del Lago de Guija. Gran parte del volumen de las rocas volcánicas del Cuaternario salieron de numerosos colosos volcánicos y abundantes - conos parasíticos entre los cuales merece citarse el volcán de Ipala, Suchitán, Ixtepeque, Cerro Las Víboras, Cerro Mongoy y Cerro Largo en Guatemala y en El Salvador el volcán Masahuat y volcán San Diego. Este volcanismo primordialmente de tipo explosivo produjo abundantes cenizas volcánicas negras de composición básica, las cuales se intercalaron con lavas basálticas. Estos flujos de lava basáltica del volcán San Diego en El Salvador, causaron la represa que inundó parte del Valle de Asunción Mita y formó el Lago de Guija. Similar fenómeno se produjo en el actual Valle de Chiquimula por el campo volcánico Reciente, al salir las lavas de los pequeños conos volcánicos de Maraxco que interrumpieron el paso de los ríos San José y Shutaque. Al llenarse de agua y sedimentos lacustres subió el nivel del lago que eventualmente, encontró una salida, la cual fue erosionando y bajando de nuevo el nivel del lago. El mismo río erosionó los sedimentos lacustres dejando remanentes de ellos en los flancos del actual valle, los cuales afloran en la carretera entre Chiquimula y Zacapa.

3.2.4.2 Aluviones. Los aluviones Recientes en el área del TRIFINIO se encuentran en valles intramontanos y valles estructurales de pequeñas dimensiones. Entre los primeros se pueden citar los valles de Chiquimula, Esquipulas, Asunción Mita en Guatemala, y Río Higuitos, en Honduras. Entre los valles estructurales están el valle de Ocotepeque por donde corre el Río Lempa y el valle del río al norte del pueblo llamado Florida, en la hoja topográfica del mismo nombre.

Los mapas geológicos 1:50,000 del Proyecto Minero del PNUD en Honduras -- muestran grandes áreas en los valles del río Lempa y río Higuitos de abanicos aluviales que se traslapan y son llamados Pie del Monte, los cuales consisten en cantos rodados no consolidados de aluviones que se depositan abruptamente -- donde la quebrada cambia de gradiente al salir de las colinas y entrar al valle.

Existen, por supuesto, terrazas fluviales antiguas y relleno de los valles en los ríos más caudalosos, los cuales antiguamente corrían en valles más anchos pero que actualmente, debido a movimientos verticales de toda la región, se han encausado en valles más estrechos.

3.2.5 Estructuras Geológicas.

La parte norte del área del TRIFINIO está comprendida entre el sistema de fallas del valle del río Motagua y la falla de Jocotán-Chamelecón en Honduras, las cuales tienen un rumbo noreste. Al norte de la falla Chamelecón en Honduras, se ubica la gran falla de Pueblo Nuevo, que ha sido desplazada por la falla Chamelecón, la cual, al igual que la falla Motagua, muestra un movimiento sinistral (bloque norte se mueve al oeste) de traslación horizontal. Estos esfuerzos han provocado fallamientos y fracturamiento semi--regionales y locales en sentido paralelo, tangencial y perpendicular a las estructuras mayores. Estas estructuras geológicas secundarias han influenciado la orientación y densidad del drenaje actual.

El movimiento horizontal a rumbo de las fallas del Motagua y Jocotán-Chamelecón, han provocado esfuerzos conjugados que produjeron esfuerzos --- tensionales dirigidos EW lo cual, provocó a su vez, grandes fallas normales orientadas NS. Desplazamientos verticales a lo largo de estas grandes fallas orientadas al norte provocaron la formación de varios bloques hundidos, o gra

bens como el valle de la Ciudad de Guatemala, valle de Ipala y depresión del Lago de Guija y el valle del río Ulúa en Honduras. Estos grabens pueden haberse iniciado en el Mioceno y haber sido el foco de actividad ígnea y procesos de mineralización como las vetas de cuarzo aurífero de El Pato - El Poxté y los troncos intrusivos y yacimientos de metasomatismo de contacto en Concepción las Minas y Metapán. Estas grandes fracturas tensionales pudieron haber sido la salida de los grandes volúmenes de rocas volcánicas ácidas como las ignimbritas del Terciario en Guatemala y Honduras que cubrieron grandes extensiones. Una reactivación o resurgimiento de los movimientos tectónicos en el Pleistoceno y época Reciente produjo voluminosos productos volcánicos que rellenaron el graben de Ipala y los volcanes actuales han creado una meseta elevada que pierde altura hacia el sur.

Estas dos fallas de Jocotán y Pueblo Nuevo ponen en contacto unidades geológicas de gran contraste litológico y edad, ya que al norte de ellas se sitúan las rocas metamórficas del Paleozóico y rocas intrusivas del Cretácico con formaciones sedimentarias del Grupo Yojoa y Valle de Angeles y Subinal de edad Cretácica y Terciaria. Al sur de las fallas el territorio está cubierto por grandes extensiones de rocas volcánicas Terciarias.

Dentro de la zona entre las dos fallas, el Proyecto El Pato - El Poxté del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala llevó a cabo estudios estadísticos de fallas, fracturas, vetas y diques que ilustran su secuencia y rumbos preferenciales. El diagrama o Fig. 3 resume las conclusiones que siguen: Se hace notar que en el área de estudio los esfuerzos de compresión han cambiado a través del tiempo. Inicialmente, su orientación fue causada por el emplazamiento del plutón de Chiquimula (Elipse No. 1). Estos produjeron --- fracturas abiertas de tensión y zonas de cizalla que fueron rellenadas posteriormente de cuarzo aurífero y las cuales tienen una orientación $N56^{\circ}E$ y $N70^{\circ}W$.

El movimiento de traslación de las fallas Motagua y Jocotán se inició inducido por esfuerzos de compresión dirigidos casi norte sur y provocado, a su vez, por el choque de las placas de Cocos y Caribe. La elipse No. 2 de la Fig. 3 muestra fallas o fracturas de tensión orientadas casi norte sur o sea, paralelas a las fallas que provocaron el hundimiento de bloques o grabens antes mencionados. Las fracturas de cizalla orientadas noreste también pueden haber servido de loci de emanaciones hidrotermales con sulfuros metálicos.

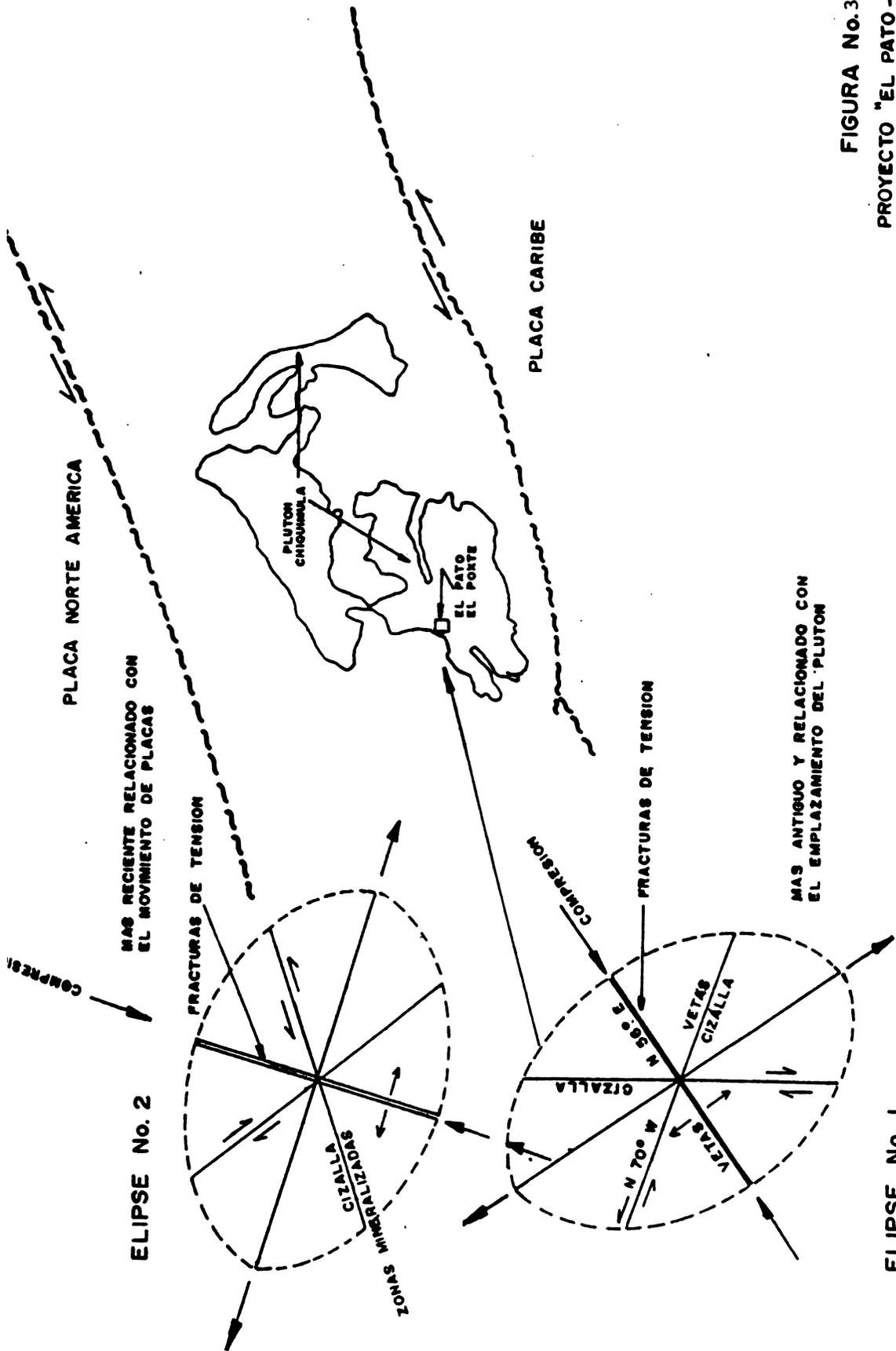


FIGURA No.3

PROYECTO "EL PATO - EL POXTE"
 ANALISIS E INTERPRETACION
 SISTEMAS DE VETAS ZONAS MINERALIZADAS

ESCALA: 1:500,000
 INTERPRETO: E. LEVY
 DIBUJO: LUIS HERNANDEZ
 NOV. 1986.

3.2.6 Infraestructura Vial e Hidráulica. Para efectos del mantenimiento de las carreteras actuales y planeamiento de nuevas redes de comunicación dentro del área TRIFINIO se pueden hacer las siguientes generalizaciones: Los terrenos más estables son las calizas del Grupo Yojoa (Ky) y las rocas volcánicas (Tv, Tv₁ y Tv₂), especialmente si sus estratos son horizontales y no están -- fracturados. El mapa geológico muestra que el área está cubierta por más del 60% de estos dos tipos de roca. Las rocas metamórficas (Pm y UPm) al norte -- de la falla de Jocotán pueden dar problemas de deslizamientos cuando están -- muy intemperizadas y fracturadas (carretera Chiquimula-Ipala). Como se menciona a continuación, las formaciones Subinal (Ts) y Valle de Angeles (Kva) son -- muy inestables.

En el área del TRIFINIO se producen deslaves y hundimientos donde las carreteras y caminos de la red vial transitan por zonas montañosas que cortan formaciones geológicas de rocas poco consolidadas, como la formación Subinal, en Guatemala, y la formación Valle de Angeles, en Honduras. Estos daños a las carreteras son más frecuentes y serios donde los estratos o capas de lutitas o tobas volcánicas poco consolidadas se inclinan en la misma dirección que el declive o gradiente del cerro. En casos como éste, si no se puede desviar la carretera hacia zonas más estables, es necesario construir fuertes muros de contención y hacer inyecciones de concreto. Casos típicos son los tramos de las carreteras Cucuyagua - Sta. Rosa Copán - La - Entrada, en Honduras, y Quezaltepeque - Esquipulas, en Guatemala.

El INDE (Instituto Nacional de Electrificación) en Guatemala, dentro del Plan Maestro del desarrollo de sus recursos hidráulicos ha estudiado las posibilidades de contruir pequeñas represas de riego y producción de energía eléctrica en la cuenca del río Grande de Jocotán.

3.3 Cartografía Metalogenética

La definición de provincias metalogenéticas es muy útil para conocer el tipo de yacimientos minerales metálicos y no metálicos que puedan ubicarse dentro de ella y, consecuentemente, orientar los esfuerzos o programas de exploración.

El autor, en 1984 expuso en un documento no publicado modificaciones a los límites de las provincias metalogenéticas publicadas en 1970 por ICAITI, titulado: "Estudios Metalogenéticos de América Central". Una provincia metalogenética se distingue por la presencia de yacimientos minerales de origen o génesis similar, con asociaciones de metales y parámetros geométricos conocidos. Estos yacimientos se originaron en épocas metalogenéticas bien definidas.

Las unidades morfotectónicas propuestas por G. Dengo (1966) se han utilizado para definir los límites de las provincias metalogenéticas. El área del TRIFINIO se ubica en el borde o frontera de tres provincias metalogenéticas, a saber: a) Sierras del Norte, N - 1; 2) Sierras del Norte, N - 2 y 3) Mesetas Volcánicas VP - 1. Las épocas metalogenéticas están claramente ligadas con ciclos orogénicos y tectónicos del final del Mesozóico y Terciario que a su vez, resultaron en el emplazamiento de rocas ígneas y extrusión de las rocas volcánicas.

Los yacimientos minerales dentro de cada provincia se distinguen por asociaciones mineralógicas y similitudes genéticas.

El mapa 1:250,000 de la cartografía metalogenética ilustra claramente los límites de las tres provincias que convergen en el área del TRIFINIO, así como la ubicación de los yacimientos minerales más importantes. Las fallas de Jocotán y Pueblo Nuevo definen el límite sur de la provincia Sierras del Norte o N - 1. La provincia Sierras del Norte N -2, en Guatemala y El Salvador se distribuye en pequeñas áreas de rocas sedimentarias Mesozóico - Cenozóico, que emergen como "islas" dentro de un "mar" de rocas volcánicas - Terciarias. En Honduras esta provincia metalogenética se ensancha grandemente y está compuesta de las formaciones calcáreas del Grupo Yojoa y capas rojas de la formación Valle de Angeles. Dentro de esta provincia, fuera del á

rea del TRIFINIO se ubican los yacimientos minerales más productivos de Honduras, como Mochito, San Juancito, Las Animas, Coloal, etc., los cuales han producido millones de onzas de plata y sulfuros de zinc, plomo y cobre. La provincia de las Mesetas Volcánicas VP - 1 se extiende desde el límite oriental del graben de Ipala hacia el noreste teniendo por límite al norte las formaciones sedimentarias del Grupo Yojoa y Subinal en Guatemala y Valle de Angeles en Honduras. Hacia el sur la provincia VP - 1 termina en las rocas volcánicas Cuaternarias de Guatemala y El Salvador.

3.3.1 Sierras del Norte N - 1. Las rocas predominantes son, esquistos, filitas y gneisses del Paleozóico equivalentes a las formaciones Sta. Rosa y Chacus. Estas rocas metamórficas han sido cortadas por el plutón de Chiquimula y varios cuerpos intrusivos de edad Cretácica. Las rocas metamórficas en contacto con los intrusivos no son muy reactivas químicamente y no se fracturan fácilmente, por lo cual no puede esperarse la existencia de yacimientos minerales de metales básicos. En el Cerro Tercerón, al Sur de Chiquimula, y al norte de la falla de Jocotán, el plutón de Chiquimula en contacto con calizas ha generado la formación de vetas de sulfuros masivos de cobre, las cuales se describen en detalle más adelante. Al oeste de Chiquimula se han explorado vetas de cuarzo aurífero dentro del plutón de Chiquimula, que tienen perspectivas de convertirse en la primera mina de oro de Guatemala. La geología, ley, y reservas se discuten más adelante. Los intrusivos al norte de la falla de Jocotán tienen el mismo potencial de albergar yacimientos de este tipo. Finalmente, los esquistos de la formación Sta. Rosa en varios lugares en Guatemala y Honduras, contienen estratos plegados de esquisto graffítico que pudiesen explotarse comercialmente.

En los esquistos al norte de la falla de Jocotán hay varios pequeños yacimientos de hierro ubicados dentro de fracturas. Estos yacimientos de hierro al este de Chiquimula fueron formados por lixiviación de estratos con alto contenido de pirita depositando hematita y limonita en fracturas y cavidades. Se cree que estos yacimientos son de pequeñas dimensiones y tienen un bajo valor económico. El hierro lo exportan a las fábricas de cemento de El Salvador.

3.3.2 Sierras del Norte N- 2. En el área del TRIFINIO, como lo ilustra la carta metalogenética, la provincia N - 2 en Guatemala y El Salvador incluye únicamente una pequeña banda de rocas calcáreas al sur de la falla de Jocotán y los distritos mineros de Concepción Las Minas y Metapán, donde afloran rocas sedimentarias del Cretácico y Terciario, las cuales fueron intruídas por troncos intrusivos. En Honduras, incluye una amplia zona al sur de la falla de Pueblo Nuevo en la que afloran calizas del Grupo Yojoa en el norte y las - capas rojas Valle de Angeles al sur. Dentro de ellas hay varias áreas de rocas volcánicas que estarían incluídas en las mesetas volcánicas.

En el distrito minero de Concepción Las Minas, hay dos tipos de yacimientos que pudieran haber tenido el mismo origen: 1) Vetas de sulfuro de Ag-Pb-Zn en rocas volcánicas, y 2) Cuerpos o mantos de sulfuros de Zn-Pb-Ag como reemplazamientos de calizas del Grupo Yojoa (Atima) y conglomerados de la formación Todos Santos del Jurásico. Estos yacimientos están íntimamente relacionados con la consolidación del cuerpo intrusivo monzonítico que aflora en el río Angiatú y que ha provocado efectos de metasomatismo de contacto de la formación Subinal por al menos un kilómetro al oeste de la aldea El Brujo.

En El Salvador, la mina San Juan de Pb-Zn-Ag está situada al este de Metapán y se ha formado en el contacto del intrusivo monzonítico con caliza Atima. Los sulfuros de plomo y zinc están dentro de una zona de tactita. Al -- sur de este yacimiento, sobre una falla de orientación noroeste, se encuentra la mina antigua El Tajado (Ag-Pb-Zn-Cu) que fue explotada por los españoles y de la cual deben haberse extraído plata y oro y, probablemente, pequeñas cantidades de magnetita y hematita especular. Hay varios otros prospectos mine -- ros de vetas de cobre en El Amate al sur del río Angiatú, cerca del Brujo y - San Casimiro, al norte de la mina San Juan. La mina San Casimiro consiste en lentes de sulfuros de zinc y cobre en calizas cerca del contacto con un cuerpo de granodiorita. En el distrito de Metapán se ubican también varios pequeños prospectos de magnetita y hematita en Cerro Colorado al oeste de El Tajado y El Cóbano, situado 4 kms. al noreste de Metapán, en el camino que conduce de Metapán a San José Ingenio.

Existe otra serie de hallazgos minerales de poca importancia con pirita, calcopirita, y pirita con esfalerita y galena, a lo largo del río Chimalapa

que se denominan El Chahuite, El Chicharrón, Quebrada El Tigre y La Reginalda, y en la proximidad del intrusivo de diorita al oeste de Metapán (Orlona, San Isidro, Santa Rosa y La Esperanza).

En Guatemala cerca de Olopa y en Honduras al noroeste de Sta. Rosa de Copán, se sitúan un prospecto de antimonio en calizas y la mina abandonada de antimonio El Quetzal. En esta última, los lentes de estibnita se encuentran en una zona de cizalla orientada N10°E con fuertes buzamientos al oeste dentro de esquistos micáceos y grafiticos. Se han reportado varios otros yacimientos de este tipo en la proximidad de la mina El Quetzal. Roberts & Irving (1957), reportaron otro yacimiento de antimonio, llamado Las Flores, al oeste de Copán Ruinas y cerca de la frontera con Guatemala. Existe un interesante potencial para este tipo de yacimientos de antimonio tanto en Honduras, como en Guatemala.

No se han descubierto en Honduras yacimientos de metasomatismo de contacto en tactita como los de Guatemala y El Salvador, y el muestreo geoquímico del PNUD en Honduras no ha detectado anomalías de metales básicos provenientes de la zona de caliza en intrusivos dioríticos al sur de la falla de Pueblo Nuevo. La formación Valle de Angeles no es propicia para la creación de este tipo de yacimiento de contacto, o vetas de sulfuros masivos.

En Honduras, hacia el este de los departamentos de Nueva Ocotepeque y Copán, dentro de esta provincia N - 2 existen los yacimientos más ricos de plata de Centro América, como El Mochito, San Juancito, Las Animas y Coloal, - los cuales han producido varios millones de onzas de plata y concentrados de plomo, zinc y cadmio. Sin embargo, en el área del Trifinio no se cree que existan este tipo de yacimientos con altos valores en plata pues los yacimientos de Zn-Pb-Ag de Concepción Las Minas y Metapán están más inmediatos al contacto con cuerpos ígneos y los valores de plata son mucho más bajos.

Las calizas de esta provincia cerca de Florida, Copán, se pueden utilizar en la producción de cemento y cerca del contacto con rocas ígneas se han formado calizas recristalizadas o mármol de bajo grado que pudieran utilizarse como pisos o rocas decorativas.

3.3.3 Mesetas Volcánicas. VP-1. Las mesetas volcánicas se extienden hacia el este desde el graben de Ipala en Guatemala hasta el río Lempa en El Salvador y en la parte sur de Honduras tienen su límite en el contacto de las rocas volcánicas con la formación Valle de Angeles.

Los yacimientos minerales metálicos típicos de esta provincia metalogénica en el área del Golfo de Fonseca son vetas de cuarzo con metales preciosos (Au - Ag) los cuales tienen un origen epitermal (baja temperatura) y que resultaron de actividades fumarólicas relacionadas con volcanismo latente, probablemente al fin del Mioceno o durante parte del Plioceno. Dentro del área del -- TRIFINIO se conocen muy pocos yacimientos de este tipo, probablemente debido a que gran parte de las rocas volcánicas presentes son más jóvenes que la época de formación de este tipo de yacimiento. Por ello es necesario efectuar un mapeo geológico en Guatemala y Honduras que defina las diferentes unidades o formaciones volcánicas como lo hizo la Misión Geológica Alemana en El Salvador. En este país, las unidades volcánicas que tienen mejor potencial para este tipo de yacimiento son las formaciones Morazán y Chalatenango.

En el área de las Monas, 8 kms. al oeste de La Unión, en Honduras, el -- PNUD descubrió hallazgos de minerales de plata asociados con zinc y plomo en rocas volcánicas, alteradas hidrotermalmente. Estas manifestaciones de plata están situadas en el flanco oriental de la montaña Erapuca, que tiene una altura de 2,300 metros. Se han reportado valores de plata de hasta 272 g/t en 4 metros, y una muestra escogida de mineral analizó 684 g/t Ag y 1.64 % Pb. El Ministerio de Recursos Naturales efectuó un muestreo de trincheras y los análisis de oro que se reportan más adelante, otorgan una alta prioridad a esta zona por lo que se recomienda un estudio al detalle de la geología, con énfasis en áreas alteradas hidrotermalmente y la excavación de varias trincheras.

La mina de oro de San Andrés al noroeste de Sta. Rosa de Copán tiene todas las características de un yacimiento formado por actividad fumarólica, que ha depositado oro y plata en vetas de cuarzo y calcita dentro de una zona de fallas fuertemente fracturada y alterado hidrotermalmente rocas volcánicas de composición andesítica.

Se recomienda que todas las muestras de sedimento fluvial recolectadas por los proyectos del PNUD en Guatemala, El Salvador y Honduras, se analicen para metales preciosos y se complemente este trabajo con mapeo geológico de las rocas volcánicas.

Dentro de esta provincia metalogénica se encuentran yacimientos de bentonita y yeso en Guatemala, que están siendo explotados actualmente. Estos yacimientos están situados al sur de la falla de Jocotán en la vecindad de la Aldea Los Cimientos (véase mapa 1:250,000). Los yacimientos de bentonita ocurren en tobas riolíticas que fueron alteradas por fuentes termales en la proximidad de la falla de Jocotán. Los yacimientos de yeso están situados en la parte alta de la formación Subinal y se encuentran interestratificados con lutitas y areniscas fuertemente deformadas.

En las afueras de la aldea San Antonio, Departamento de Ocotepeque, se encuentra un manto de lignito el cual aflora en el lecho y los bancos de las quebradas Las Méndez, Chiquita y río Sixe. El yacimiento se encuentra dentro de sedimentos lacustres que están intercoladas con tobas volcánicas. Este yacimiento y su potencial se describe más adelante.

Seis kilómetros al suroeste de La Labor, Departamento de Ocotepeque en una ventana de calizas y capas rojas Valle de Angeles, rodeada de rocas volcánicas, se está explotando intermitentemente un depósito de yeso que tiene -- buen potencial de desarrollo.

3.4 Yacimientos Minerales Metálicos

Parece más apropiado y lógico agrupar y describir los yacimientos de minerales metálicos por su génesis o modo de formación. La génesis de los yacimientos minerales metálicos está íntimamente ligada a procesos geológicos que se sucedieron a través del tiempo, como el magmatismo y volcanismo desarrollado con la evolución de un geosinclinal o volcanismo y actividad ígnea, desarrollada durante la evolución de un arco de islas. Así la evolución metalogénica se puede dividir en depósitos formados en un basamento oceánico o basamento continental anterior al comienzo de volcanismo de arco y depósitos que resultaron de volcanismo y tectonismo (Kesler, Levy & Martín, 1987) propiamente dicho.

En el área del TRIFINIO, la mayoría de los depósitos minerales están relacionados con eventos ígneos y volcánicos provenientes de un basamento continental o próximos al margen del continente. Esto significa asociaciones metales conocidas y predominancia de unos metales sobre otros. Ejemplo de ello son la plata en asociación con zinc y plomo que predomina sobre oro, y la frecuencia de minerales de antimonio. El oro y el cobre están más íntima

mente relacionados con volcanismo y magmatismo de tipo oceánico aunque hay excepciones ya que existen muchos yacimientos epitermales de oro genéticamente ligados a rocas volcánicas ácidas. En el área del TRIFINIO hay únicamente dos yacimientos de oro, a saber: El Pato - El Poxte en Chiquimula, Guatemala y -- San Andrés, Copán, Honduras.

Los yacimientos metálicos que se describen a continuación se han agrupado en los siguientes tipos: 1) Yacimientos de contacto en tactitas 2) Vetas - relacionadas con cuerpos ígneos 3) Yacimientos de reemplazamiento 4) Yacimientos epitermales de metales preciosos y antimonio.

Los yacimientos, ya sea minas abandonadas o en operación y prospectos mineros están ubicados en el mapa de cartografía metalogenética. No se han incluido mapas de estos yacimientos por las limitaciones de tiempo disponibles. Sin embargo, estos mapas pueden consultarse ya sea en los archivos del Proyecto TRIFINIO o bien, en las dependencias del Estado en cada uno de los tres países involucrados.

La descripción que sigue tiene por objeto hablar sobre la geología, génesis y geometría de los yacimientos minerales metálicos más importantes, así como citar las reservas de mineral y ley promedio o cifras de producción de minas abandonadas y en operación o prospectos mineros cuando dichos datos están disponibles.

3.4.1 Yacimientos de Contacto - Tactitas. Este tipo de yacimientos de cobre y hierro o plomo - zinc y plata se producen en el contacto de cuerpos ígneos y rocas calcáreas. Parecen no tener gran importancia económica en el área del TRIFINIO. Se describen aquí los yacimientos de Tercerón, Guatemala; Mina San Juan, Tajado, San Casimiro, Cerro Colorado y El Cóbano en El Salvador.

3.4.1.1 Tercerón - Cu - Fe. Las canteras de hierro o "gossans" están ubicados en las inmediaciones de Tierra Colorada, aldea situada a sólo 6 ó 7 kms. al sur de Chiquimula.

El yacimiento de Tercerón fue explorado por el Proyecto Minero de Naciones Unidas entre 1969 y 1971, y por la Misión Geológica Japonesa entre 1980 y 1982 .

El yacimiento de Tercerón consiste en "gossans" o sombreros de hierro en

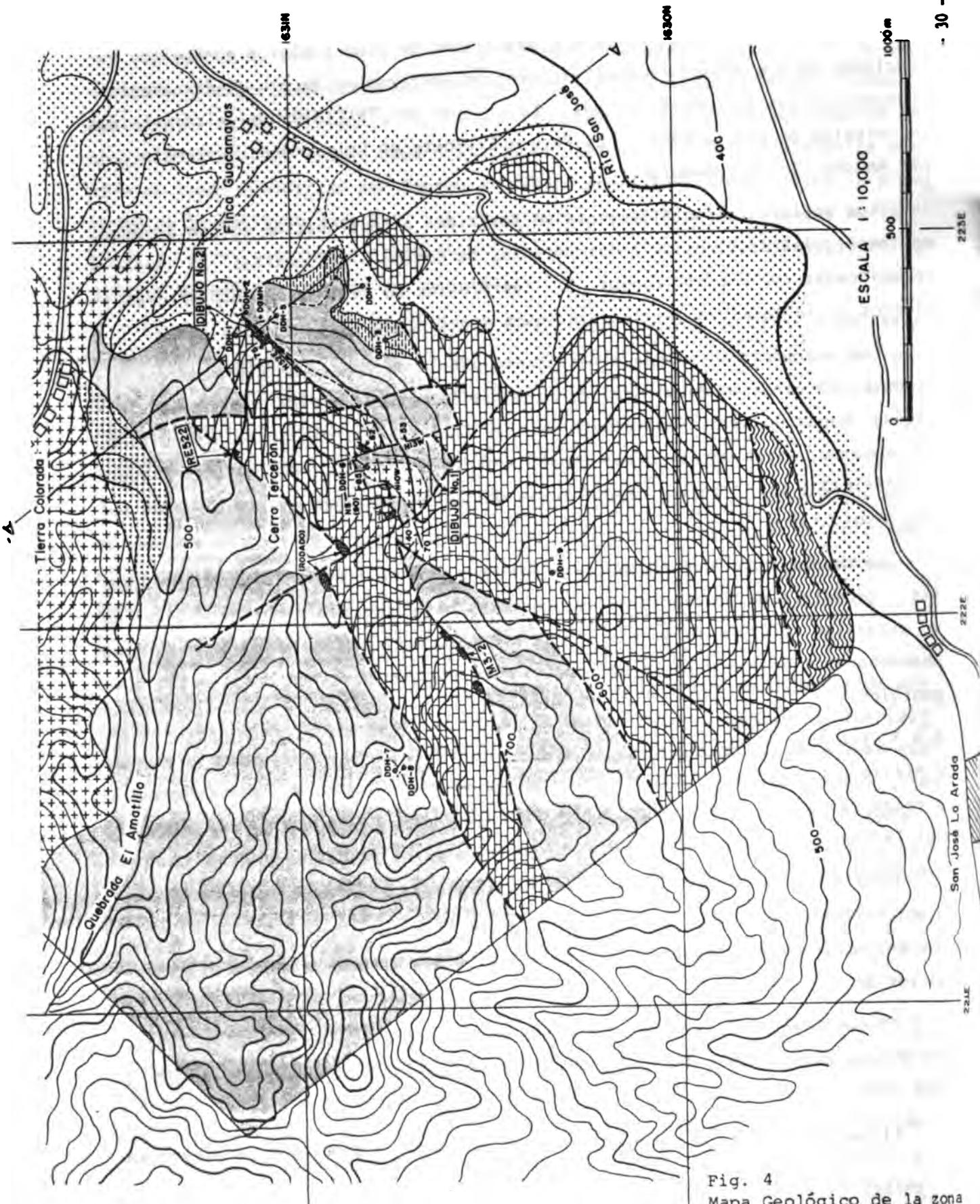
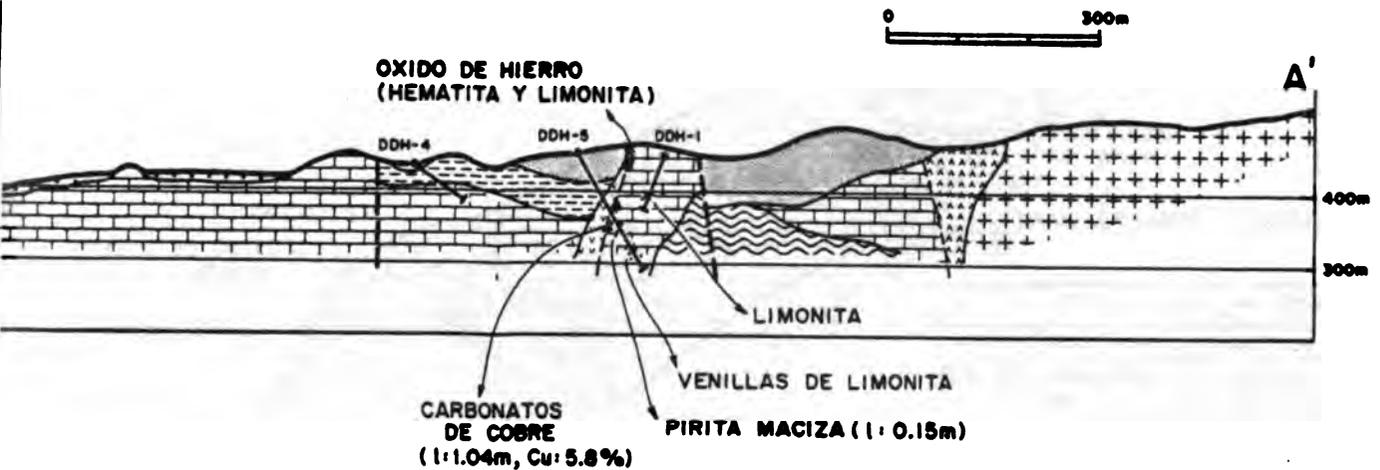


Fig. 4
Mapa Geológico de la zona
de Mina Tercerón

SECCION GEOLOGICA



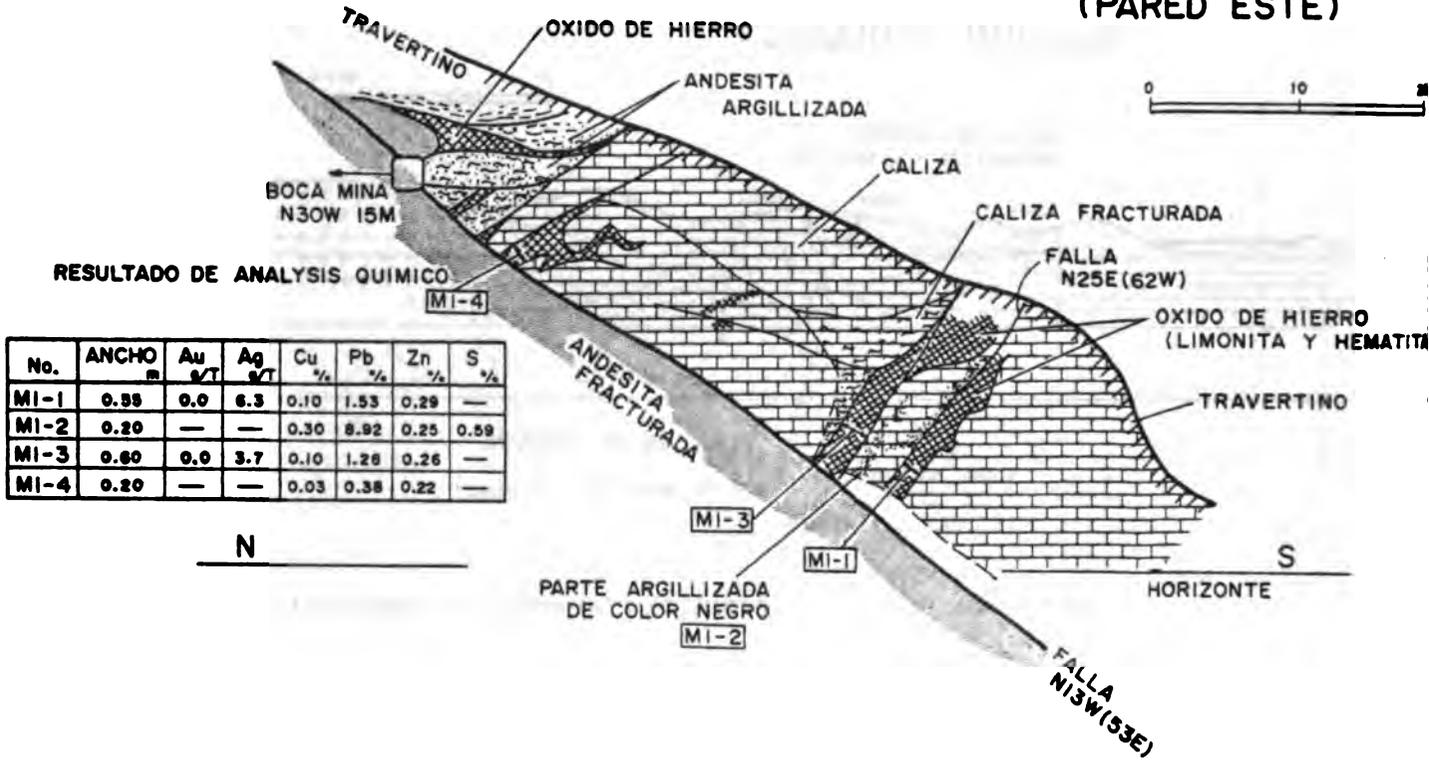
MODIFICADA POR LOS REGISTROS DE PERFORACION A DIAMANTINA POR O.N.U.

LEYENDA

- | | | |
|-------------------------|--|--|
| QUATERNARIO | | GRAVA Y ARENA |
| TERCIARIO | | COLADA ANDESITICA Y TOBAS ANDESITICAS,
CONTIENE ALGO DE ROCAS VOLCANICAS ACIDAS |
| | | LUTITA, CONGLOMERADO Y ARENISCA |
| CRETACICO | | CALIZA |
| PALEOZOICO | | ESQUISTO PELITICO |
| ROCAS INTRUSIVAS | | |
| | | BASALTO |
| | | PORFIDO ANDESITICO |
| | | DIORITA CUARZOSA |
| | | OXIDO DE HIERRO |
| | | FALLA OBSERVADA |
| | | FALLA INFERIDA |
| | | SITIOS DE PERFORACION A DIAMANTINA POR O.N.U. |
| | | LINEA DE SECCION |

Fig. 5
Sección Geológica en Mina
Tercerón

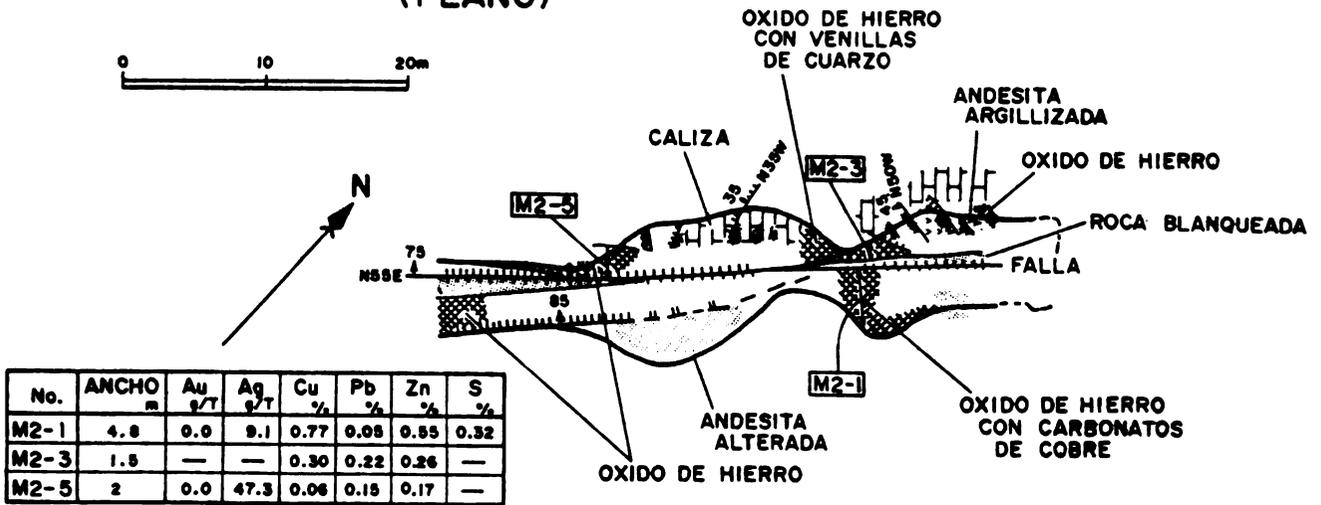
DIBUJO DE LA CANTERA No. 1
(PARED ESTE)



RESULTADO DE ANALISIS QUIMICO

No.	ANCHO m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %	S %
MI-1	0.55	0.0	6.3	0.10	1.53	0.29	—
MI-2	0.20	—	—	0.30	8.92	0.25	0.59
MI-3	0.60	0.0	3.7	0.10	1.26	0.26	—
MI-4	0.20	—	—	0.03	0.38	0.22	—

DIBUJO DE LA CANTERA No. 2
(PLANO)



No.	ANCHO m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %	S %
M2-1	4.8	0.0	9.1	0.77	0.08	0.55	0.32
M2-3	1.5	—	—	0.30	0.22	0.26	—
M2-5	2	0.0	47.3	0.06	0.15	0.17	—

No.	ANCHO m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %	S %
M3-2	2.00	0.0	3.8	0.01	0.00	0.03	0.02
RE-522	—	—	—	3.32	0.02	0.03	—

→ CARBONATOS DE COBRE (RODADO)

Fig. 6
Cantera en Mina Tercerón

forma de lentes irregulares y vetas que se han derivado de la oxidación de sulfuros de cobre (calcopirita), hierro (pirita) y galena o sulfuro de plomo. Estos lentes y vetas están ubicados en calizas parcialmente cubiertas por andesitas que han sido cortadas por diorita cuarcífera del plutón de Chiquimula. -- Mapas geológicos al detalle y 12 perforaciones ha permitido establecer que el óxido de hierro es un "gossan" que bajo el nivel de aguas se torna en sulfuros de hierro y cobre. Las perforaciones hechas por el PNUD y perforaciones efectuadas por los Japoneses, han intersectado valores de cobre de hasta 5.8% en 1.04 m. de espesor a una profundidad de 90 metros bajo la superficie. En la superficie los valores de cobre son inferiores al 1%. Una muestra en la cantera No. 2 analizó 47.3 g/t de Ag. El mejor análisis de Pb fue de 8.92% y el contenido de zinc siempre es menor de 1%. (Ver Fig. 4,5 y 6).

La mineralización de Cu. Pb. Ag. sigue fallas EW y NW en forma de vetas o delgados lentes discontinuos (veta Sur y Veta Norte). Vetas NS desplazan las estructuras mineralizadas y han ubicado numerosos diques de andesita. La veta Sur es la más prominente (N50-55° E y 75°-80°N) y se extiende discontinua por 1,200 m. Las canteras de hierro se encuentran en el extremo sur así como el pozo ddh 5 que intersectó la mineralización de cobre. La veta Norte sólo se ha inferido por la presencia de rodados manchados de óxidos de cobre y hierro.

3.4.1.2 Mina San Juan - Ag.Pb.Zn. La mina San Juan está situada en la vecindad de la Aldea El Zapote, 12 km. al sureste de la ciudad de Metapán (véase -- Carta Metalogenética 1:250,000).

El yacimiento consiste en lentes o bolsones de sulfuros de plomo y zinc de formas irregulares distribuidas en una zona de tactita (wollastonita y granate color verde) que constituye el contacto de un pórfido de monzonita cuarcífera y calizas de la formación Atima (Grupo Yojoa). Las bolsas de mineral se encuentran en forma discontinua, distribuidos en una distancia de 100 metros paralelo al contacto, el cual tiene un rumbo norte-sur. El echado es hacia el oeste, entre 30° y 60°. Los minerales metálicos son esfalerita y galena, la cual contiene la plata ya sea en forma de tetrahedrita o bien, electrum; otros minerales metálicos en menor abundancia son pirita, magnetita y calcopirita. Estos minerales están incluidos dentro de mármol color gris claro que ha sido reemplazado por un intercrecimiento de granate, diopsida o hedenbergita, vesubianita y menores cantidades de wollastonita, tremolita y clorita.

Las operaciones mineras se han confinado enteramente a la aureola de contacto y en tres niveles sobre una distancia vertical de 60 metros. El nivel inferior no fue explotado. La extracción de los lentes de sulfuros ha sido muy irregular, lo que indica que los lentes individuales tienen formas caprichosas. Siendo que las operaciones mineras se han restringido a una zona del contacto de sólo 100 metros de largo por 24 m. de ancho, hay buenas perspectivas para descubrir sulfuros adicionales a lo largo del contacto caliza-intrusivo.

La explotación más significativa entre 1949 y 1952 por el Sr. René Keilhauer produjo 1,418 toneladas de plomo y 63,750 oz. Troy de plata del tratamiento de 48,855 toneladas métricas; ello da un promedio de 2.9% plomo y 1.31 oz. Troy de plata. El zinc no fue recuperado.

Los bajos precios actuales del plomo y zinc y el bajo contenido de plata no indican buenas perspectivas de desarrollo para la mina San Juan.

Posteriormente al Proyecto Minero del PNUD, el Centro de Investigaciones y Estudios Geotécnicos (CEIG) efectuó varias perforaciones en la Mina San Juan pero se desconocen los resultados.

Cerca de 600 metros al noreste de la Aldea El Zapote se ubica un afloramiento de jaspe al que se le ha llamado Carolina. Este afloramiento pudiese tener un potencial económico, pues se ubica en el contacto norte del intrusivo.

3.4.1.3 El Tajado. Esta antigua mina, se ubica en un prominente cerro en el borde meridional del intrusivo de San Juan sobre una falla de orientación $N70^{\circ}W$ que buza 75° al sur. El Tajado fue explotado por los Españoles durante La Colonia de donde probablemente, extrajeron plata y oro y probablemente, hierro. El cerro tiene 200 metros de largo y 110 metros de ancho y en él hay varios cortes abiertos y excavaciones subterráneas. El flanco norte del cerro está constituido por granodiorita no alterada y el copete y lado sur por una especie de "stockwork" o macizo de vetas y vetillas de cuarzo y hematita especular dentro de lutitas y areniscas calcáreas que presentan capas casi verticales -- con orientación casi paralela a la falla. Las vetillas y vetas miden desde varios centímetros hasta más de un metro. La hematita especular es más abundante donde se juntan varias vetas y se asocian con sulfuros metálicos que han sido lixiviados dejando limonita pulverulenta y carbonatos de cobre y menores --

cantidades de óxido de zinc y plomo. Este yacimiento de Ag-Cu-Pb y Zn pudiera ser una chimenea de brecha. Hay muy poca evidencia de minerales de contacto o tactita.

En los años 30 el Sr. René Keilhauer excavó un túnel de 70 metros que se desplomó antes de llegar a su objetivo. En 1960 fue muestreada por Camagra - (W. R. Grace) con valores de plata oscilando entre 0.3 y 8.9 oz. Troy/ton, plomo hasta 2.5%, zinc hasta 6.6% y cobre hasta 1.9% en muestras desde uno hasta 6 metros de largo. Una muestra de 2 metros de ancho analizó 251.8 oz. Troy/ton plata y 0.5 oz. Troy ton de oro. Tres perforaciones inclinadas por Camagra no intersectaron la zona mineralizada por lo que se especula que la chimenea de brecha se inclina suavemente hacia el sureste.

3.4.1.4 San Casimiro. La mina San Casimiro, está situada 1.5 kms. al norte de la Aldea El Zapote, Metapán, en el contacto de la granodiorita Cañas Dulces y sedimentos calcáreos Cretácicos. En la quebrada se observa un afloramiento orientado NS que buza 50° al oeste y tiene 100 m. de largo y 10 de ancho. El yacimiento de lentes de sulfuros metálicos está emplazado en rocas calcáreas silicificadas y muy fuertemente fracturadas que están envueltas por una aureola de pirita. Los lentes de metales básicos son pequeños, y no más de 5 metros de ancho.

En el respaldo de encima predomina una esfalerita color amarillo con café claro, galena y algo de pirita; en el respaldo de abajo predomina pirita con algo de calcopirita. El yacimiento está controlado por una falla NS que sigue el curso de la quebrada y se inclina al oeste, o sea, en dirección opuesta al buzamiento de 10° a 30° de las calizas.

Los túneles tienen una longitud total de 300 metros y en la parte norte se ubica un pozo de 20 m. de profundidad. Muestreo de las zonas mineralizadas dentro de los túneles ha dado los siguientes resultados (Proyecto Minero PNUD, El Salvador).

(Ver Página No. 27)

		Metros Ancho	Por Ciento			Oz.Troy/T	
			Pb	Zn	Cu	Ag	Au
Legget's	Túnel #3	19.00	0.7	1.8	-	6.50	
Legget's	Túnel #3	7.50	1.0	2.3	-	10.05	
Legget's	Túnel #3	4.00	9.6	-	-	9.01	
Legget's	Túnel #2	1.20	3.8	16.8	-	14.50	
Blum's	Túnel-Pozo	?	-	11.9	1.7	1.30	0.15
Blum's	Túnel-Pozo	?	-	10.7	1.6	1.70	0.12
Swanquist	Túnel-Pozo	1.50	1.3	-	2.61	2.28	0.04

El tercer túnel no contiene nada de mineralización. Esta pequeña mina - muestra algunos valores atractivos de metales básicos y plata, pero debe conocerse su potencial de reservas ampliando la exploración por estudios geofísicos y perforaciones a diamantina.

3.4.1.5 El Cóbano. Este prospecto minero está localizado 4 kms. al noreste de Metapán en el camino que conduce al ingenio de azúcar de San José. En El Cóbano se ubican pequeños lentes de magnetita muy oxidada dentro de un área de --- 150 x 100 metros de calizas finamente laminadas (PNUD, 1972). Durante la época colonial, se extrajeron varios miles de toneladas que se fundieron en el ingenio San José. En 1972, únicamente existían tres canteras de no más de 10 m. de profundidad y 15 metros de diámetro donde afloran en un espesor de 5 metros, óxidos de hierro y bloques residuales de magnetita. Se han extraído algunas toneladas de óxido de hierro de este lugar para la fabricación de cemento. El yacimiento de hierro no parece tener un buen potencial, pero sí sería indicado llevar a cabo un levantamiento magnetométrico para determinar extensiones laterales y en profundidad.

3.4.1.6 Cerro Colorado. Este pequeño cerro donde afloran óxidos de hierro y algunos bloques de magnetita está situado cerca de 600 metros al noroeste del Cerro El Tajado y sobre la misma falla de orientación noroeste que bisecta El Tajado y el Cerro Escorpión al sureste. De este cerro también se ha extraído óxido de hierro para las fábrica de cemento de Metapán. Hacia el oeste se encontraron varios bloques de mármol sin mineralización.

3.4.2 Vetas Relacionadas con Intrusivos.

Se incluyen aquí vetas de sulfuros de metales básicos con valores de plata que están en la proximidad de cuerpos ígneos. A estos yacimientos se les da u-

na temperatura de formación mayor (mesotermiales) que los yacimientos de oro y plata con pirita y arsenopirita (epitermales). Se describen aquí los prospectos mineros y minas abandonadas de El Brujo (Cu-Ag); San Pantaleón (Ag-Pb-Zn-Cu); Atutilca y San Vicente en los distritos mineros de Metapán y Concepción Las Minas. Dentro de este grupo pudiera incluirse la mineralización de la anomalía geoquímica de Las Monas, Candelaria o Santa Marta en la hoja de Dulce -- Nombre, Honduras.

3.4.2.1 El Brujo. Este prospecto de cobre al que también se le llama El Amate está situado al sur del río Angiatú, Negro o Frío que sirve de frontera entre Guatemala y El Salvador. Para llegar a él, hay que seguir una vereda por 4 kms. que se dirige de la Aldea de Angiatú, El Salvador, a la Aldea El Brujo. Por al menos 1 ó 2 kms. antes de llegar al mineral de cobre, la formación Subinal de capas rojas ha sido metamorfizada por un cuerpo ígneo de monzonita y/o granodiorita que aflora en el río Angiatú y en la Aldea El Brujo. Las capas rojas han sido transformadas a un color verde por reducción del hierro, introducción de clorita, epidota y localmente, minerales de cobre y pirita. Donde las capas rojas son calcáreas, o bien, son conglomerados con rodados de caliza se ha formado granate de color rojizo (grossularita).

Según Fleury (1915), este prospecto produjo 40 toneladas de carbonatos de cobre que se embarcaron a Inglaterra. El yacimiento consiste en veta o vetas de sulfuros masivos de cobre con moderado contenido de cobre que se han oxidado a carbonatos dentro de una zona de metasomatismo de contacto de lutitas, areniscas calcáreas y conglomerados de caliza con abundante epidota, sílice, pirita, calcopirita, y nódulos de granate.

Los trabajos subterráneos de donde provienen cerca de 1,000 toneladas de mineral de cobre ya se han aterrado por caídas de tierra en una pendiente muy fuerte del cerro. El material del terrero analiza entre 3 y 5% de cobre y la plata entre 0.5 y 1.5 oz. Troy/ton.

Blum (1930) muestra un esquema de los trabajos subterráneos con cerca de 100 metros de cruceros en roca estéril y 15 metros de galería. Sin embargo, parece que la galería no encontró roca mineralizada. Las muestras del terrero se asume han sido enriquecidas en cobre por procesos secundarios de lixiviación de la zona de oxidación y concentración en el nivel de aguas antiguo.

Recomienda el suscrito, un mapeo geológico detallado de un área de 2x1 kms. así como investigaciones geofísicas, ya que es posible que exista en -- profundidad un gran yacimiento de cobre en el contacto del intrusivo monzoní tico y las calizas del Grupo Yojoa que deben subyacer a las capas rojas y -- conglomerados de caliza que afloran en el sitio de la mineralización.

3.4.2.2 San Pantaleón. Este yacimiento de plata, plomo y zinc ubicado en el distrito minero de Concepción Las Minas, Guatemala, es la mina más productiva de la región. La mina fue operada por la Compañía Minera Centroamericana entre 1847 y 1867. Se ha reportado que San Pantaleón y otras vetas adyacentes produjeron entre 20 y 40 millones de onzas de plata. Los trabajos subterráneos exploran la veta o vetas por una longitud de casi 1,000 metros (N75°W - buzan al Sur) hasta una profundidad de 160 metros (Roberts & Irving, 1957). Las vetas están emplazadas en rocas volcánicas del Terciario. Se dice que la mina suspendió operaciones debido a un exceso de agua que no pudieron manejar las bombas. Ninguno de los trabajos subterráneos ha estado accesible y poca información existe sobre el sistema de vetas y la naturaleza del mineral extraído. De muestras recogidas de los antiguos terreros y de las minas vecinas se deduce que los minerales metálicos son pirita, galena, esfalerita, estibina, tetrahedrita, arsenopirita y sulfuros de plata. Los minerales no metálicos o de "gangue" son cuarzo y calcita. Es posible que parte del yacimiento se explotó dentro de la zona de oxidación. No se conoce la ley del mineral, pero las de las minas San Vicente y Atutilca se extrajo mineral de hasta 400 oz. Troy/ton de plata.

Se han hecho varios intentos de explorar los niveles inferiores de la veta San Pantaleón, por medio del túnel San José, el cual tiene poco más de un kilómetro de largo. El último intento se hizo en 1960 por la American Lead & Zinc Co., quienes reabrieron parte del túnel pero encontraron mucha agua - saliendo de una falla y no se pudo continuar.

Con el récord de producción de San Pantaleón amerita efectuar un estudio extensivo de compilación de información y trabajo de campo con objeto de planificar ya sea perforaciones a diamantina o un nuevo túnel, dirigido al norte.

3.4.2.3 San Vicente y Atutilca. Estas dos minas están localizadas 400 y 450 m. al noreste de San Pantaleón. Son vetas de cuarzo orientadas E - W que buzcan bruscamente al sur y cortan rocas volcánicas ya sea andesíticas silicifi-

cidas o dacita porfirítica. En 1961 el Sr. José Iten, propietario de la finca San José, explotó la mina San Vicente de la que se extrajo mineral de alta ley en plata, pues se reportan valores de hasta 400 oz. Troy/ton de plata. La plata, ya sea en forma de sulfuros o de electrum, se encuentra mezclada con sulfuros de zinc y plomo en una matriz de cuarzo y calcita. La veta se explotó por una distancia de 50 metros en una dimensión vertical de 16 m. La veta tenía un espesor de 50 cms. con un ancho máximo de un metro.

La veta Atutilca fue explotada por la compañía inglesa que desarrolló la mina San Pantaleón. Atutilca, al igual que San Vicente, es una estrecha veta de cuarzo y calcita de 20 cms. de sulfuros de metales básicos con plata. Otra veta de similar origen y características es la Santa Rosalía, ubicada al noroeste de la mina San Pantaleón.

3.4.2.4 Santa Inés. Este prospecto minero fue explorado por el PNUD durante el desarrollo del proyecto minero en El Salvador. Se encuentra ubicado cerca de la Aldea de San Ramón y próximo al río Lempa. Esfalerita y galena se encontró sobre una extensa área en sedimentos silicificados en la quebrada El Pital. Muestras escogidas dieron desde trazas hasta 8% Zn y 4% Pb. Otra muestra en la Aldea San Ramón de tobas ácidas silicificadas analizó 2% Pb.

El área fue mapeada a escalas de 1:10,000 y 1:1,000 y se perforaron 6 hoyos que totalizan 766 metros (2555 pies). Estudios geofísicos indican la presencia de dos anomalías débiles de PI (Polarización Inducida).

En la parte baja de la quebrada El Pital, afloran las capas rojas de la formación Subinal (véase Fig. 7) que consisten en capas rojas de areniscas calcáreas, conglomerados de caliza e intercalaciones de lutitas y calizas. -- Estos sedimentos están cubiertos por una espesa secuencia de tobas ícticas ácidas. Todas estas rocas han sido intruídas por un complejo ígneo de microdiorita y monzonita cuarcífera. La mineralización conocida está limitada por dos fallas EW y aparentemente controlada por las fallas NW-SE. La mejor mineralización se encontró en una arenisca calcárea que ha sido recristalizada y silicificada. En el fondo del hoyo ddh 1, un intercepto de 2.20 m. contiene 14.6% Zn y 1.9% Pb. Esta misma perforación en los últimos 22 metros analizó 1.47% Zn y 0.72% Pb. Los hoyos 2, 3 y 4 no encontraron sulfuros. En el pozo ddh 5 los últimos cuatro metros contienen 1.4% Zn y 0.5% Pb. ddh 6 no encontró sulfuros.

Las mejores perspectivas de este prospecto no son muy buenas debido a su difícil acceso y a la falta de valores de zinc, plomo y plata, suficientemente altos para justificar mayores inversiones.

3.4.2.5 Las Monas. Los hallazgos minerales situados en la falda oriental de la gran montaña (2,300 m.) Erapuca, Honduras, están en las inmediaciones de las aldeas El Trigo y Las Monas, y fueron descubiertas por seguimiento de anomalías geoquímicas de Zn-Pb-Cu efectuado por el PNUD, entre 1969 y 1974. Las tres mejores anomalías se encuentran sobre rocas volcánicas Terciarias (ver Fig. 8). Estos hallazgos minerales se incluyeron en este grupo pues se cree que la asociación de metales básicos con oro y plata los ubican en yacimientos mesotermales, probablemente asociados con cuerpos ígneos.

La región de Las Monas es accesible por un camino de verano desde La Unión, hasta la aldea El Trigo. De allí en adelante el camino para el paso de vehículos es dudoso.

Dos kms. al este de la aldea El Trigo se han reportado varios trabajos mineros abandonados.

El informe del PNUD (1974) del seguimiento de exploración de esta anomalía geoquímica detalla el tipo de trabajo efectuado y los resultados obtenidos. Se utilizó principalmente muestreo geoquímico de suelos (Monas I, II y III), y excavación de trincheras a mano. Las muestras de suelo se recogieron cada 20 metros a lo largo de líneas separadas 80 metros. Las trincheras se muestrearon horizontalmente cada metro.

En el área de las anomalías afloran principalmente basaltos, riolitas e ignimbritas. Inmediato a la cuadrícula Las Monas III hay un bloque de Valle de Angeles cubierta por rocas volcánicas y en contacto con formación El Plan. Esta formación El Plan hacia el sur está en contacto de falla con rocas volcánicas más jóvenes (?).

El muestreo geoquímico de sedimentos fluviales arroja valores de hasta 2,000 ppm Zinc (CH 12) arriba de las Monas II y la muestra CH 19 (Monas III) contiene 1,680 ppm Zn. Otra muestra (GS 143) al occidente de Las Monas III contiene 1400 ppm Zn. Todos estos valores anómalos de zinc van acompañados de valores altos de plata.

El suscrito deduce que por la distribución de los valores anómalos de -

zinc, las cuadrículas de muestreo II y III no han cubierto adecuadamente el me jo r l u g a r q u e d e b e e x t e n d e L a s M o n a s I I y a l s u r d e M o n a s I I I, hasta el contacto con la formación Valle de Angeles. Allí debe ubicarse una nueva cuadrícula de 4 kms. de largo orientada N55°W y un km. de ancho. Antes de hacer el muestreo geoquímico convendría efectuar un mapeo geológico a esca l a 1 : 2 0 0 0 y luego, orientarlo perpendicular a las estructuras mineralizadas - que probablemente están dirigidas NW - SE.

El muestreo geoquímico de suelos cubrió 3 áreas denominadas Monas I, II y III. Las tres áreas cubren 1.58 km² y en ellas se recogieron 1107 muestras. Los valores más altos de zinc se obtuvieron de Las Monas III (hasta 6,000 ppm Zn), y valores de plata de 66 ppm.

La conformación de los valores de zinc y plata en Las Monas II y III prue ba l a e x i s t e n c i a d e m i n e r a l i z a c i o n e d e L a s M o n a s I I y a l S u r d e M o n a s I I I.

En las tres áreas o cuadrículas se excavaron 10 trincheras, las cuales su m a n 1 8 4 . 6 5 m e t r o s. En Monas I no se encontraron valores mejores de 1,260 ppm zinc y 17 ppm Ag. En Monas II, plomo (2,400 ppm) en roca es más alto que zinc (182 ppm), y el mejor intervalo de plata en 4 metros analizó 77 g/t.

En Las Monas III, plomo predomina sobre zinc con valores hasta 12,130 ppm y zinc no más de 317 ppm. Aquí hay varios valores de plata que pu d i e s e n pu d i e s e n ex pl o t a r e a c i e l o a b i e r t o.

Monas III		Longitud (m)	Ag (g/mt)
	Trinchera No. 1	5	77
	3	6	110
	5	4	39
	5	6	204

Es interesante notar que en el informe del PNUD dice que chequeos de va l o r e s alt o s d e pl a t a ar ro j a r o n va l o r e s t r a z a d e o r o ú n i c a m e n t e. Sin embargo, al final de este párrafo se enumeran varios análisis de oro interesantes, e f e c t u a d o s p o r e l M i n i s t e r i o d e R e c u r s o s N a t u r a l e s.

El informe de Naciones Unidas no contiene suficiente información sobre el tipo de roca volcánica encajonante ni la naturaleza de los minerales de zinc, plomo y plata. Es posible que los altos valores de plata en Las Monas III i n

diquen un alto grado de oxidación y presencia de sales sulfatadas de plata, ya que este lugar se encuentra 100 metros más arriba que el área de Las Monas II.

La Dirección de Geología del Ministerio de Recursos Naturales excavó 21 -trincheras en dos cuadrículas de muestreo de suelos a las que llamaron Monas IV y V. Se desconoce, sin embargo, la ubicación o posición relativa de estas dos cuadrículas con respecto a la I, II, y III. En Monas IV se excavaron 9 -trincheras y en Monas V, 12 trincheras, de 20 m. de longitud y 1.5 m. de profundidad.

La mejor trinchera en Monas IV es la #9, que promedia en 15 metros 2.42 g/mt Au y 8.13 g/mt Ag. En la cuadrícula Monas V, en la trinchera #12, se ubicó un valor en un metro de muestra de 16.18 g/mt Au. Los promedios de plata en Monas V en las 12 trincheras varían desde 1.80 hasta 11.0 g/mt. Se desconocen los promedios de oro.

Se recomienda que se ploteen las trincheras en las cuadrículas IV y V y luego, se elabore un mapa ubicando las 5 cuadrículas de muestreo de suelos. - A la mayor brevedad posible deben de comprobarse los resultados de oro en las 21 trincheras, posiblemente re-analizando todas las muestras en otro laboratorio.

3.4.2.6 Xororagua. El prospecto de Cu-Ag de este nombre fue descubierto por el Proyecto Mínero del PNUD en Guatemala y está situado 5 kms. al SW de Chiquimula (X = 223.75; Y = 1635.03), 800 metros del camino a San José La Arada.

La mineralización de cobre está relacionada con estrechas vetas de cuarzo en granodiorita que tienen menos de un metro de espesor y tienen poca extensión lateral. La anomalía de cobre en suelos cubre un área de 320 m. (NNW) de largo y 200 m. de ancho. El mejor análisis del remuestreo efectuado por la Misión Geológica Japonesa analizó 151.5 g/t de Ag y 8.73% Cu en una veta de cuarzo (no se especifica el espesor) con hematita y malaquita. La leve alteración hidrotermal de la granodiorita próxima a las vetas y la falta de continuidad de las mismas obliga a pensar que este prospecto no tiene un buen potencial de desarrollo.

3.4.3 Yacimientos Reemplazamiento.

Este tipo de yacimiento es muy similar a los yacimientos de contacto en

tactita y se diferencian porque en los yacimientos de reemplazamiento el cuerpo intrusivo no está próximo, tal es el caso de los depósitos de Pb-Zn-Cu y -Ag de Tajo de Montenegro, Ballena, Peñasco y Santa Sofía del distrito minero - de Concepción las Minas, en Guatemala. En todos estos yacimientos los sulfuros de plomo, zinc y plata están contenidos en calizas o conglomerados del Mesozoico que muestran efectos de metamorfismo de contacto como la presencia de actinolita, tremolita, vesuvianita, wollastonita, cuarzo, epidota, calcita y piritita. Los minerales con valor económico de más importancia son esfalerita --- (ZnS_2), galena (PbS_2), en asociación con minerales de plata y menores cantidades de calcopirita. Los cuerpos de reemplazamiento han sido controlados por fallas existentes a lo largo de las cuales la roca había sido fuertemente --- fracturada lo cual permitió el paso de las soluciones mineralizantes y volvió la roca encajonante más receptiva. Los cuerpos mineralizados posteriormente fueron cortados y desplazados por fallas orientadas N - S, N - E y N - W. La mineralización se distribuye en cuerpos casi planos paralelos a los estratos.

Los cuerpos mineralizados raras veces se presentan en una forma masiva y consisten en vetas y vetillas de sulfuros rellenas de fracturas y reemplazando la roca adyacente. Parecen favorecer los contactos de la caliza arriba con la fm. Subinal y abajo con la fm. Todos Santos. La ley de mineral está en razón directa con la intensidad del metasomatismo.

Los yacimientos aquí descritos han sido explotados intermitentemente desde antes de 1915, pues ese año (Roberts & Irving, 1957), Minor C. Keith del Ferrocarril de Centro América terminó de construir una pequeña planta de tratamiento. Allí, se procesaron cerca de 1,500 toneladas de Tajo de Montenegro.

En los párrafos que siguen se describe únicamente las características geológicas y mineralógicas de los yacimientos. Posteriormente, en el Capítulo IV, se dan datos sobre la magnitud de los trabajos de exploración, explotación y desarrollo de reservas.

3.4.3.1 Ballena. La mina Ballena está situada a 800 metros al noroeste de Tajo de Montenegro, ubicada ésta última casi a la orilla del río de las Minas (véase esquema, Fig. 9).

El yacimiento de plomo, zinc y plata tiene una forma geométrica de manto y fisura. La veta tiene una dirección N 20° E y buza de 45° a 75° al norte -

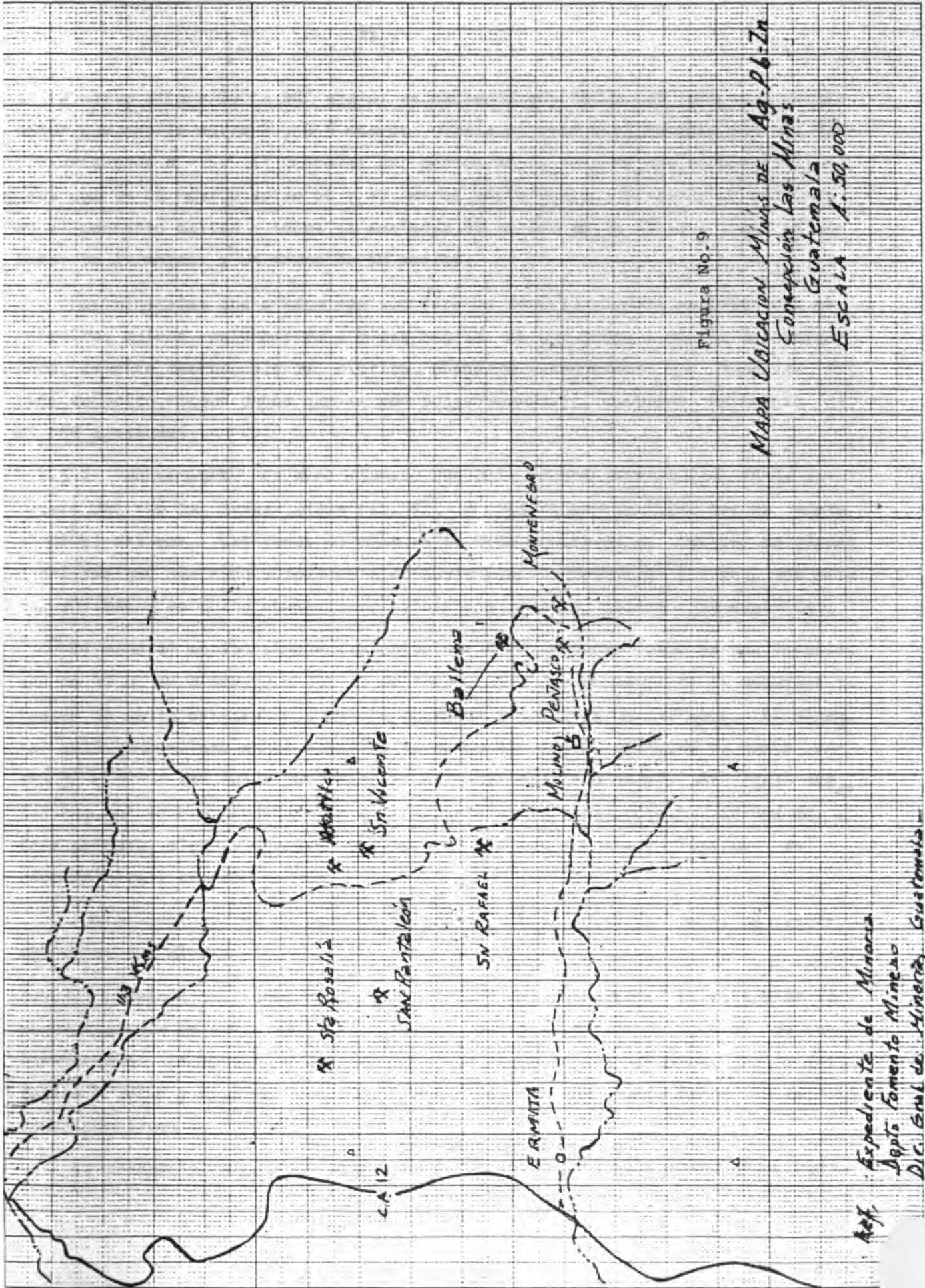


Figura No. 9

MAPA UBICACION MINAS DE Ag-Pb-Zn
 Concepcion las Minas
 Guatemala
 ESCALA 1:50,000

Ref. Expediente de Minería
 Depto. Fomento Minedero
 D.C. Gub. de Minería, Guatemala

en la parte alta y 30° a 40° abajo; se extiende por 250 m. de largo con un espesor que oscila entre 4 y 0.5 metros. Hacia el este está cortada por una falla orientada N - S. El respaldo por encima de la veta es una toba silicificada que se ha movido entre 60 y 70 metros hacia abajo. El manto de sulfuros en el contacto caliza - tobas se extiende 90 metros de la falla y tiene un espesor de 14 metros y un ancho de 50 metros.

Los minerales que predominan son típicos de este tipo de yacimiento: esfalerita, galena, calcopirita y plata nativa en una ganga o matriz de actinolita, calcita, cuarzo, pirita, clorita, diopsida y magnetita con hematita. -- Este depósito, según datos que se dan posteriormente, contiene solamente -- 68,153 toneladas.

3.4.3.2 Montenegro. La mina llamada con este nombre está ubicada en la cabecera del río Las Minas (véase Fig. 9), a una altura de 1,500 metros sobre el nivel del mar. Las rocas al este de la mina consisten en lutitas calcáreas y calizas que han sido alteradas a cornuvianitas ("hornfels") o sea, una roca con anfíbol y epidota, conteniendo esfalerita, pirita, galena y calcopirita.

El mineral en los túneles abiertos por Minorsa tiene forma de una salchicha de 40 m. de diámetro y 150 m. de largo. El cuerpo consiste en pequeños lentes de sulfuros masivos rodeados de vetas y vetillas de sulfuros. El mineral está concentrado en el respaldo de abajo del cuerpo que buza al norte entre 3° y 10° . Una falla post-mineral corta el cuerpo mineral. Al igual que Ballena, el mineral consiste en galena, esfalerita y calcopirita, en una matriz epidota, algo de granate, actinolita, clorita, pirita y diopsida, así como calcita y cuarzo.

Posteriormente, en el estudio de pre-factibilidad se dan datos de reservas y ley del mineral.

3.4.3.3 Peñascos. Situada al oeste de Tajo de Montenegro. En esta mina la mineralización de sulfuros se encuentra en un conglomerado de cuarzo de color verdoso. La zona mineralizada se sitúa en un área triangular, entre dos fallas N 30° E y N 20° W, buzando 71° N. El espesor del manto es de 20 metros con dimensiones de 150 x 160 metros.

La presencia de calizas Atima (Grupo Yojoa) y volcánicas del grupo Padre

Miguel, hacen presuponer que la caliza contendrá cuerpos mineralizados, tal vez de mayor importancia.

Los minerales económicos de esta mina son esfalerita color verde, galena y calcopirita, sin pirita o actinolita. La matriz consiste en epidota, grosularita, calcita y cuarzo. Por datos que se dan posteriormente, se ve que la mina Peñascos no sólo es la que tiene más reservas de mineral, sino también, el mejor contenido de plata.

3.4.4 Yacimientos Epitermales

Dentro de este grupo se incluyen aquellos yacimientos minerales de metales preciosos que fueron formados por actividad volcánica latente o actividad fumarólica. Se cree que muchos de ellos, aunque estén emplazados en rocas volcánicas andesíticas, fueron formados contemporáneamente con volcanismo ácido o riolítico. Estos yacimientos epitermales están generalmente controlados o ubicados dentro o en los alrededores de chimeneas de alimentación o brechas de actividad volcánica explosiva. En el área del TRIFINIO sería interesante mapear el terreno volcánico con suficiente detalle para llegar a reconocer estas chimeneas de alimentación.

Los dos únicos yacimientos auríferos que se describen aquí son los de El Pato - El Poxte, en Guatemala y San Andrés, en Honduras. Se han incluido en este grupo la mina de antimonio El Quetzal, en Honduras y varios otros prospectos de antimonio, ya que estos yacimientos fueron formados por soluciones hidrotermales de baja temperatura y a poca profundidad.

3.4.4.1 San Andrés. La mina de oro San Andrés está situada en la vecindad de la aldea del mismo nombre, departamento de Copán, partiendo de La Unión, 23 kilómetros al noroeste sobre el camino que pasa por la aldea Corpus. Esta antigua mina que está en producción pertenece a la compañía Minerales de Copán, cuyo gerente es el Sr. L. F. Johnson, y el superintendente de planta, Douglas Blum.

El yacimiento, según Roberts & Irving (1957), está constituido por vetas de cuarzo en riolitas, las cuales hacia el norte están en contacto de falla con esquistos micáceos.

El autor visitó la mina e hizo las siguientes observaciones: La zona mi

neralizada consiste en dos sistemas de vetas de cuarzo y calcita orientadas N45°W y N05°E que buzan fuertemente al sur y hacia el este. La mineralización se extiende por una longitud de no menos de 240 m. y 3 a 5 metros de espesor; donde se juntan los dos sistemas de vetas se amplía el mineral hasta casi 10 metros de espesor. Por cada 100 metros de profundidad y con una densidad del mineral de 2.7 se estiman unas 320,000 toneladas. El yacimiento está siendo explotado a tajo abierto (Foto # 3).

La roca volcánica en los cortes del tajo ha sido fuertemente oxidada y - presenta un color rojo vivo. Emanaciones fumarólicas, previas a la oxidación introdujeron por fallas y fracturas, flúidos hidrotermales cargados de sílice, carbonatos e iones metálicos de oro, plata, hierro y talvéz, arsénico. Se observa así que las rocas originales, andesita o riolita, han sido alteradas a una arcilla cortada por numerosas vetas y vetillas de cuarzo de varias generaciones, calcita, y probablemente, vetillas de sulfuros de hierro y arsénico. Según Blum, los mejores valores de oro se encuentran asociados a vetas de - cuarzo esponjoso, tipo "colmena" de cuyas cavidades probablemente se lixiviaron sulfuros de varios metales, o bien, en cuarzo azucarado.

Blum reitera que es bien difícil seguir los mejores valores de oro sólo por la apariencia del mineral. La mina no cuenta con un laboratorio analítico y en los frentes se dosifica el oro moliendo las muestras, cuarteando y concentrando el oro en una pana. El cuarzo blanco masivo generalmente no - lleva buenos valores de oro y el respaldo de encima de las vetas a veces contiene oro aprovechable.

Se desconoce la ley promedio o reservas del mineral ya que el Ing. Blum no tenía autorización de revelar estos datos. Dice el Ing. Blum, que se utiliza 1.8 g/ton Au como valor mínimo y que el mejor mineral contiene hasta 6 y 7 gramos por tonelada.

El mineral en la planta de la mina (Foto # 4), se trata por lixiviación en pilas o montones, concentración del oro en un tanque de cianuro de sodio e intercambio o atrape de los metales preciosos en carbón activado. Las pilas tienen 12 x 15 x 3 metros, están traslapadas entre sí y colocadas sobre un suelo impermeable. El NaCN se rocía arriba de las pilas y se recoge en - un tanque excavado en la tierra y al adquirir la concentración adecuada de oro y plata, se hace pasar por carbón activado, el cual atrapa el oro.

Por lo remoto del lugar y por razones de seguridad, se transporta el oro dentro del carbón y así se exporta. Además, la mina no produce suficiente oro y plata para justificar una refinería que produzca 'bullion' o metal, propiamente.

Los niveles óptimos de oro y plata en carbón activado son de 12 kg. por tonelada. El carbón activado es tratado por el proceso 'Zadrá' de elusión en el cual el carbón es tratado en una torre con una solución de 1% NaOH y 0.1% NaCN a 93°C. La solución se somete a electrólisis para separar el oro de la plata. Con este método se recupera un 90% del oro y 80% de la plata contenida en el mineral.

El área tiene un gran potencial para desarrollar extensiones de la misma mina San Andrés, o bien, descubrir nuevas áreas prometedoras mediante un muestreo geoquímico de sedimentos fluviales y mapeo fotogeológico de estructuras.

3.4.4.2 El Pato - El Poxte. Diez y ocho kms. al oeste de la ciudad de Chiquimula, la Misión Geológica Japonesa en 1980 (JICA) descubrió por muestreo geoquímico fluvial varias vetas de cuarzo aurífero emplazadas en el contacto de granodiorita y granito del plutón de Chiquimula. En este párrafo se describe únicamente la geología del depósito y se mencionan reservas de ley del mineral. Posteriormente, se darán los datos sobre el método de exploración utilizado y sus resultados.

El Pato - El Poxte es accesible desde Chiquimula por un nuevo camino que construyó el gobierno en 1984 y que sigue el curso del río Taco.

Aunque las vetas de cuarzo aurífero están cortando el plutón de Chiquimula, cree el autor que ellas se originaron ya sea contemporáneamente o posterior a un volcanismo ácido del cual no hay evidencia en el área inmediata al depósito. Este volcanismo ácido pudo haberse producido en la parte alta del Mioceno o bien, durante el Plioceno temprano. El plutón de Chiquimula en sí se consolidó al final del Cretácico o inicio del Terciario.

El Plutón de Chiquimula está incluido entre las fallas del Motagua y Jucotán, y ha sido fuertemente fracturado por esfuerzos conjugados. Las fallas y fracturas predominantes corren noreste (más antiguas) y noroeste (más jóvenes). Las fallas noreste han sido reactivadas cíclicamente ya que varias de ellas ocupan el curso actual de las quebradas. Las vetas ocupan tanto fractu-

ras de tensión noreste o casi este - oeste y fracturas de cizalla orientadas noroeste (véase Fig.10).

Las vetas, o sistemas de vetas, se encuentran ubicadas en un área de -- 1800 x 700 metros. Esta área está cubierta por líneas de muestreo de suelos cada 50 metros, y enumeradas desde 0 al oeste hasta 36 en el extremo oriental (Mapa 2-100 del Ministerio de Energía y Minas). Los sistemas de vetas enumerados de oeste hacia el este son: 1) F-500 (Agua Zarca), 2) La Mina, 3) El Cerrito y 4) Quebrada Roque, las cuales coinciden con valores anómalos de oro en suelo promediando entre 0.2 y 0.3 ppm Au con muestras conteniendo hasta 6.0 ppm Au.

En el área llamada F-500 se ubica una zona silicificada con bajos valores de oro (2 - 3 g/ton Au) que tiene cerca de 10 metros de ancho y aflora en varios lugares a lo largo de la quebrada Agua Zarca, por una distancia de al menos 100 metros. Esta zona silicificada la han intersectado dos perforaciones, entre 55 y 65 metros de profundidad. En el pozo 4 el promedio de oro en 9.58 metros es de 2.09 g/ton y la plata 0.76 g/ton. Sin embargo, los valores de - oro en las trincheras al sur de la Quebrada Agua Zarca, alcanzan valores de - hasta 39.55 (T - 14) cerca del camino y 9.70 g/ton Au en 100 cms. en la trincheras T16A en el lecho de la quebrada. La mineralización de oro de alta ley está relacionada con vetas de cuarzo que contienen pequeños lentes de sulfuros coloidales color negro con pringas o diseminaciones de pirita y arsenopirita - cristalina. Parte de la veta al sur de la quebrada Agua Zarca ha sido erosionada pues el declive del cerro sigue el echado de la veta. La anomalía F-500 de oro en suelos se extiende desde la línea 3 hasta la 8 o sea, por 250 metros.

El área de la Mina está situada entre las líneas 14 y 17 (150 metros). -- Se le llama así por un afloramiento de cuarzo con sulfuros que aflora a la orilla del camino y en el cual los años anteriores se habían excavado dos trincheras. La veta de la Mina también ha sido parcialmente erosionada pues su echado es paralelo al declive del cerro. Esta zona está cortada por varias - fallas N - S y N - W, que desplazan la veta en varios lugares. En el pozo 1 ubicado sobre la línea 15 se intersectaron dos vetas de cuarzo de 90 cms. cada una con pirita y arsenopirita, que analizaron 114.88 g/ton Au y 59.45 g/ton Ag y 23.28 g/ton Au y 15.44 g/ton Ag, respectivamente. Otro pozo, PD2, perforado a sólo 100 metros al noreste no cortó la veta por lo que se asume que e-

lla fue desplazada por una falla.

El área del Cerrito está separada de la Mina por la Quebrada El Pato y cubre las líneas 18 a la 22, o sea, cerca de 200 metros. La veta aflora en el flanco sur del Cerrito, siguiendo un rumbo N 65° E, y con una inclinación que varía entre 30° y 40°. Ha sido descubierta y muestreada en 6 trincheras. Los valores de oro en las trincheras de El Cerrito varían grandemente desde 134.77 g/ton Au en 23 centímetros de la trinchera T - 20 hasta 3.31 g/ ton Au en 70 cms. de veta de la trinchera T- 19 a sólo 20 metros de la T - 20. En lo general, el cuarzo es gris, y está manchado de oxidaciones de hierro y con nódulos de sulfuros coloidales y cristalinos, y manchas verdes de escorodita ($\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o sea, un arsenato hidratado de hierro. La veta en el área del Cerrito varía en espesor al igual que contenido de oro desde 247 cms. hasta - 70 cms.

Entre El Cerrito y la quebrada Roque, hay varias pequeñas vetas de cuarzo aurífero de poco espesor que no parecen tener continuidad lateral. Toda el área del Cerrito Este es moderadamente anómala, sin embargo, muestras de -- trincheras excavadas en anomalías de oro en suelos no muestran valores de oro suficientemente altos para una explotación a cielo abierto.

Las vetas de la quebrada Roque se encuentran principalmente al norte de la quebrada entre las líneas 28 y 33 lo cual da una continuidad lateral de 250 metros. Aquí se excavaron no menos de 10 trincheras sobre una o dos (?) vetas cuyo rumbo pudiese ser de N 65° E y un buzamiento al norte de casi 40°. La veta varía en espesor desde 10 cms. hasta 183 cms. El valor promedio de oro y plata de estas trincheras es de 14.44 g/ton Au y 11.14 g/ton Ag.

Estudios geofísicos de polarización inducida han detectado una fuerte anomalía a todo lo largo de la quebrada Roque, la cual se interpreta como una zona de fuerte silicificación y sulfuros de hierro y arsénico que buza hacia el norte, la cual pudiese contener valores moderados de oro.

Las reservas y la ley del mineral El Pato - El Poxte aunque la ubican - como una mina pequeña pudiese constituirse en la primera mina de oro en roca de Guatemala. Las reservas probables y posibles totalizan 400,533 ton con u na ley promedio de 11.78 g/ton Au y 8.23 g/ton Ag. Estas reservas han sido estimadas por la excavación de más de 50 trincheras y 12 pozos perforados.



3.4.4.3 Aldea El Rastrojón. Por comunicación verbal del Ing. Pedro Mejía se incluye aquí esta "posible" zona aurífera de la cual no se tiene ningún dato concreto. Se ubica en hoja Nueva Ocotepaque: X = 281 y Y = 1592.7.

3.4.4.3 El Quetzal. La antigua mina de antimonio El Quetzal, está localizada en la Sierra del Gallinero, al noroeste de la mina de oro San Andrés, y casi 5 kms. al sureste de San Agustín. Roberts & Irving (1957) han hecho una descripción detallada así como dos mapas de la ubicación de los túneles y perfil longitudinal de los laborios subterráneos y el área extraída que aquí se reproducen (Fig. 11 y 12).

Los cuerpos de mineral son lentes y cuerpos de formas irregulares situados en zonas de cizalla, las cuales están orientadas N 10° E y buzan casi verticalmente al oeste. Las vetas y lentes cortan esquistos de grafito y mica - de edad desconocida (Serie Chacus ?). Diques y dique-estratos de diorita y felsita cortan las rocas metamórficas.

Generalmente, el mineral consiste en estibina casi sólida y está localmente acompañada de pirita, arsenopirita y esfalerita, con escasa matriz de cuarzo y carbonatos. El mineral se extiende por 128 metros. Los recortes dentro de la mina se extienden por 46 metros hasta la superficie.

La producción estimada de la mina es de 575 toneladas cortas que promedió 62 por ciento.

Hay varios otros prospectos de antimonio cuya ubicación aproximada se muestra en el mapa metalogenético 1:250,000.

3.4.4.4 Prospecto Aldea El Carrizal (Sb). En el departamento de Chiquimula, cerca de la aldea El Carrizal, se ubica un prospecto de antimonio que consiste en una estrecha veta de estibina en calizas del Grupo Yojoa. La veta se estima tiene una longitud de 280 m. pues ha sido descubierta por trincheras y pozos. Tiene un espesor variable de 15 cms. a 150 cms. La diferencia de nivel mayor entre afloramientos de la veta es de 35 metros y uno de los pozos tiene 18 m. de profundidad.

Aunque el área aún está pendiente de otorgársele la concesión al Sr. Carlos Orellana, en 1985 se exportaron 80 toneladas de 45% de estibnita con caliza. Se estima que este yacimiento tenga un potencial de 10,000 toneladas.

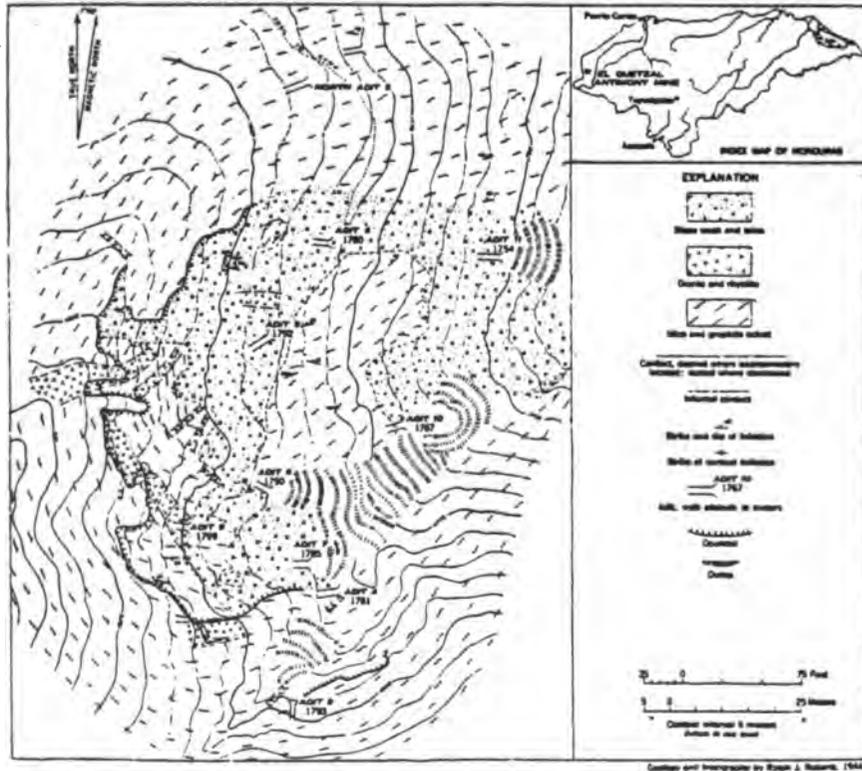


FIGURE 1.—Geologic map of the El Quetzal antimony mine, Departamento de Copán, Honduras.

388864—57—4

Figura 11

MINERAL DEPOSITS OF CENTRAL AMERICA

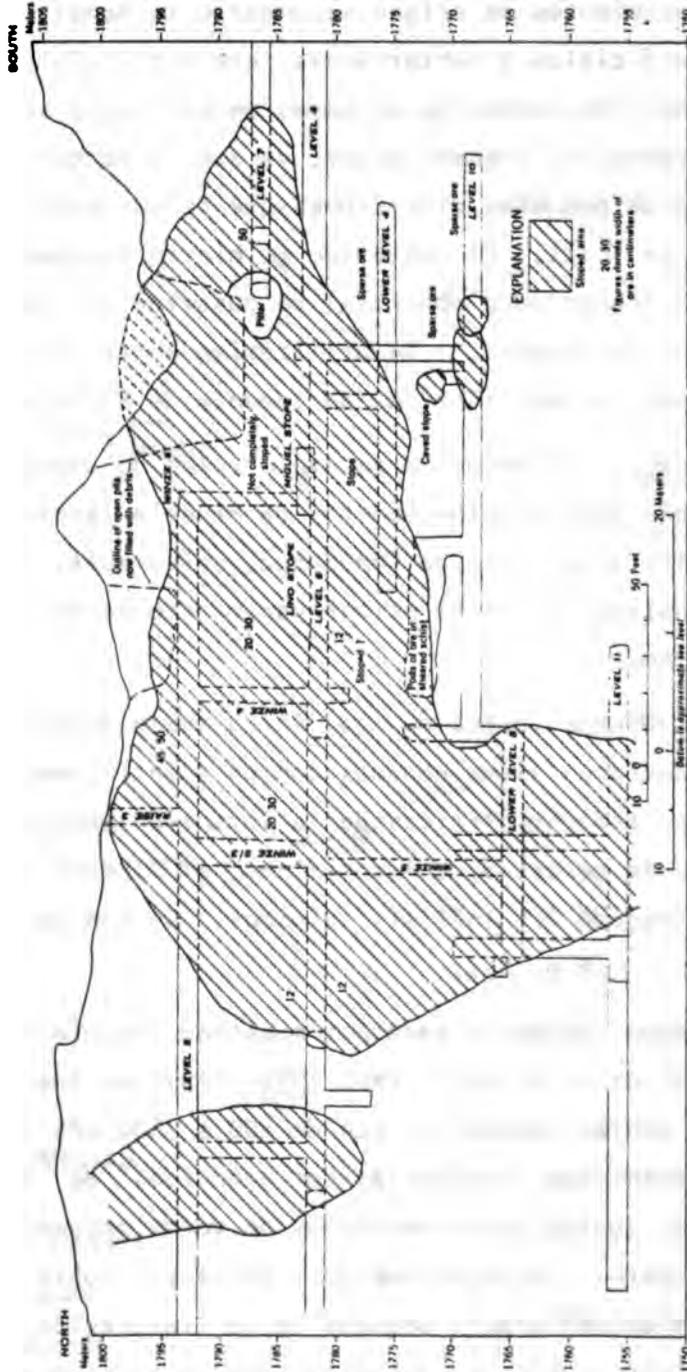


FIGURE 2.—Projected longitudinal profile of the El Quetzal antimony mine, Departamento de Copán, Honduras.

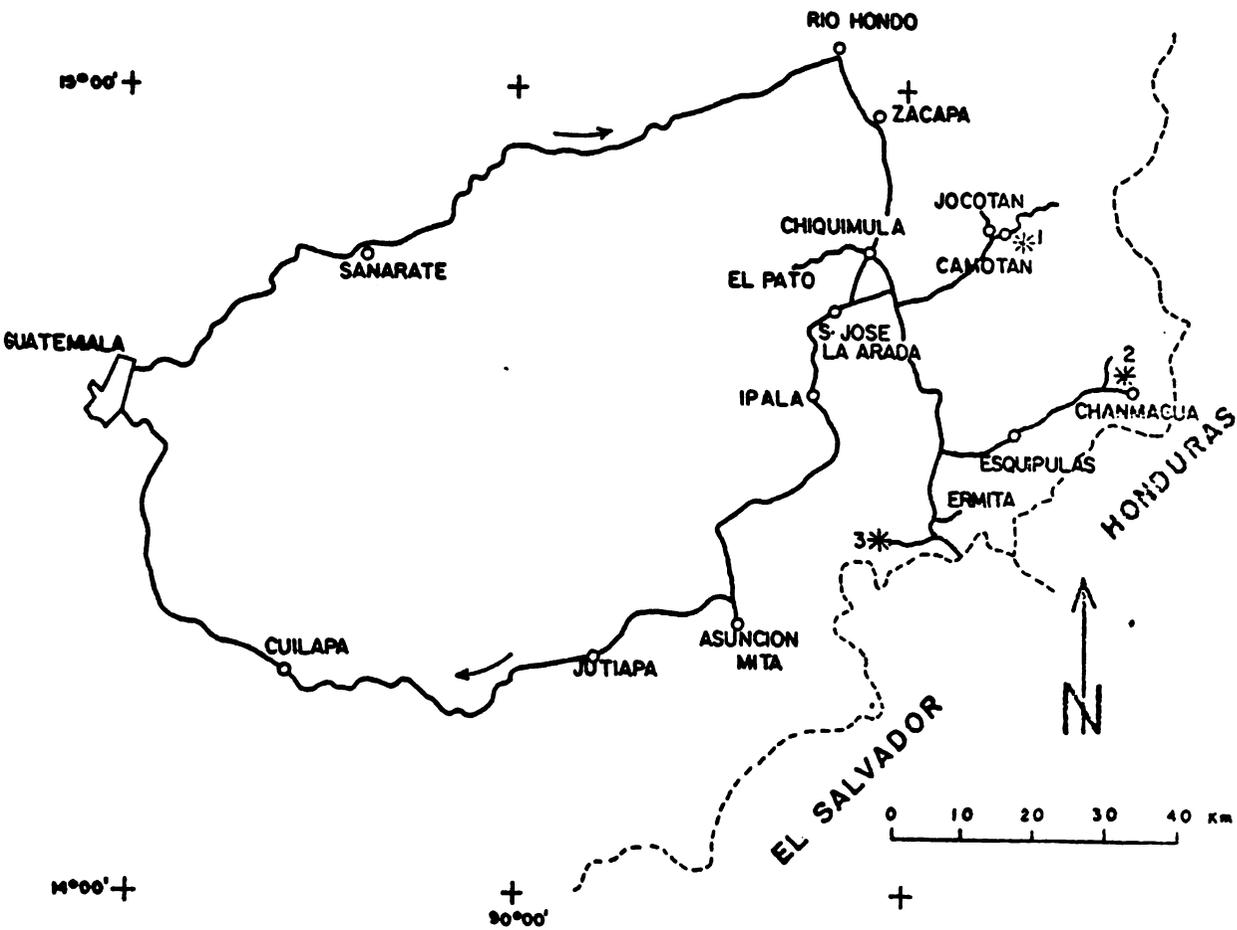
3.4.5 Yacimientos de Hierro Secundarios. Se incluyen aquí los yacimientos de hierro de la Aldea El Morral al este de Chiquimula, y el yacimiento próximo a la Aldea Guior, que se sitúa 4 kms. al norte del Caserío La Libertad en el camino que conduce de Vado Hondo a Jocotán.

Son estos pequeños yacimientos de origen secundario de hematita y limonita formados por aguas superficiales y subterráneas, que han lixiviado el hierro de la pirita y/o calcopirita contenida en capas de esquistos sericíticos, o fracturas. Estos yacimientos no tienen raíces, ya que se formaron de arriba hacia abajo y todos son de pequeñas dimensiones que no contendrían más de varios miles de toneladas en total. El contenido de hierro escasamente llega a 60%. Estos yacimientos tienen poco potencial de desarrollo y se exporta a El Salvador a las compañías de cemento. Se utilizarían entre 8,000 a ---- 12,000 toneladas anuales por las dos fábricas de cemento de El Salvador.

3.4.6 Yacimiento de Uranio. El programa de exploración de uranio en Guatemala que se lleva a cabo por la Dirección General de Minería (asesorado por OIEA, Viena), ha descubierto en el área de Chanmagua, Chiquimula, evidencias de uranio que pudieran constituirse en el primer yacimiento de minerales radiactivos del Istmo Centroamericano.

A las orillas del Río Grande, cerca de Sta. Anita (hoja Asunción Mita y Cerro Montecristo), se detectaron altos conteos con un scintillómetro Scintrex de hasta 17,000 CPS en tobas riolíticas de la formación San Jacinto, Grupo Padre Miguel. Aún no se ha detectado o identificado el mineral radiactivo y el laboratorio no ha entregado los análisis químicos. Se han detectado 22 puntos anómalos en 0.5 kms². (Fig. 13).

La anomalía de Chanmagua fue delimitada por muestreo geoquímico de sedimentos fluviales recogidos por el proyecto PNUD 1966 - 1972 en Guatemala. En Chanmagua las anomalías de conteo radiactivo son de 400 a 3600 CPS (conteo por segundo), y están sobre areniscas conglomeráticas arkosicas de la parte superior de la Subinal, las cuales están manchadas de verde proveniente de la malaquita o carbonato de cobre. Los conglomerados descansan sobre filitas y buzan 10° al sur. Se cree que el uranio procede de la lixiviación de tobas volcánicas y ha sido precipitado más abajo en los conglomerados por reducción

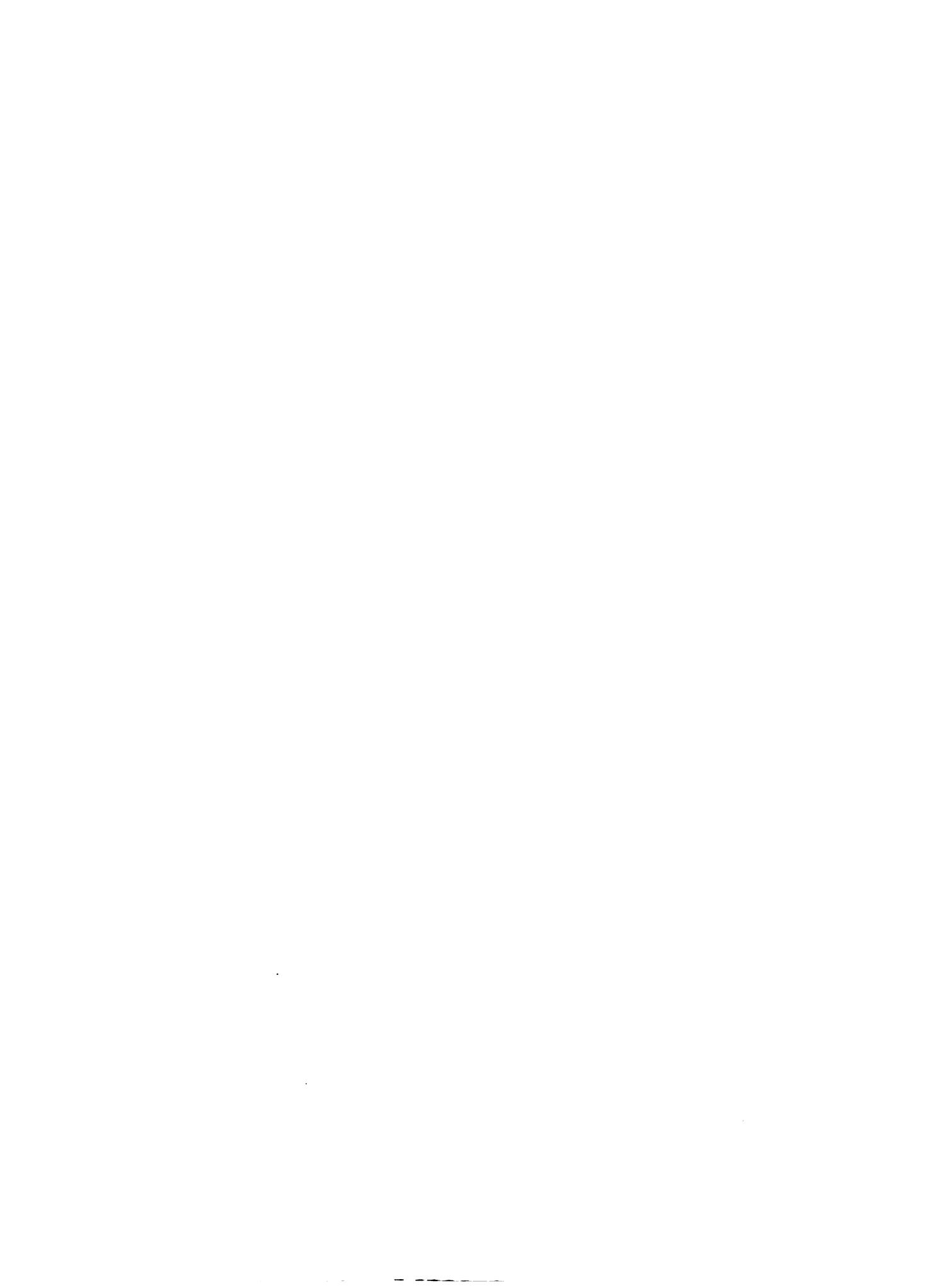


ANOMALIAS

- * 1.- AGUA CALIENTE
- * 2.- CHANMAGUA
- * 3.- SANTA ANITA

ITINERARIO DE ANOMALIAS	
ESCALA: 1:1000,000	Figura 13
DIBUJO: M.B. MORALES	APROBO: Ing. C. PERSIN

DIR. GRAL DE MINERIA, 1986,
Guatemala



en presencia de material orgánico como troncos de árboles que ahora se encuentran petrificados por substitución de sílica (Fig.14). Se cree que éste ha sido un ambiente favorable para la deposición de yacimientos de uranio en cuencas cerradas intermontanas donde se estaban depositando sedimentos lacustres, o deltáicos, relacionados con volcanismo ácido. El uranio probablemente se habría depositado en el contacto de Subinal y lignitos o contacto entre tobas y lavas con indicios de pirita.

Exploración de campo reciente ha revelado la presencia de 10 nuevas anomalías de conteo en Q. El Jute, y otras 10 en quebrada Corazón de Jesús. Las lecturas del scintilómetro oscilan entre 400 y 15,000 CPS y las de la quebrada Corazón de Jesús están entre 600 y 23,000 CPS.

En las trincheras las lecturas varían entre 800 y 3,400 y el mejor análisis de uranio de 0.2% se obtuvo de un conglomerado Subinal con fragmentos -- volcánicos y carbonatos de cobre.

El Dr. Claudio Perrin, consultor de OIEA, en su informe (1986), aún inédito, dice que la formación Todos Santos es un ambiente favorable por sus rápidas variaciones de facies sedimentarias o intercalaciones de conglomerados y lutitas cuando esta formación descansa sobre rocas metamórficas, como pudiera ser el caso en el área de Metapán.

3.5 Yacimientos Minerales No Metálicos

En el área del TRIFINIO ocurren varios tipos de yacimientos minerales no metálicos, algunos de los cuales se explotan en una forma artesanal, como la bentonita, el yeso, mármol y caliza. Existen además, yacimientos de lignito, grafito, travertino, Kaolin, puzolana y ópalo. De todos estos yacimientos se conoce al momento, únicamente el potencial de los yacimientos de bentonita en Guatemala, y lignito en Honduras, ya que ambos han sido objeto de serios esfuerzos de exploración que se describen posteriormente en el próximo Capítulo. La descripción geológica que sigue a continuación intenta definir el ambiente de formación de estos minerales no metálicos con objeto de explorar por el mismo tipo de minerales en ambientes geológicos similares y a su vez, anticipar su potencial de desarrollo.

3.5.1 Bentonita. Los yacimientos de bentonita de la aldea Los Cimientos, en Chiquímula, (véase Fig.15), fueron explorados técnicamente por la Misión Geo-

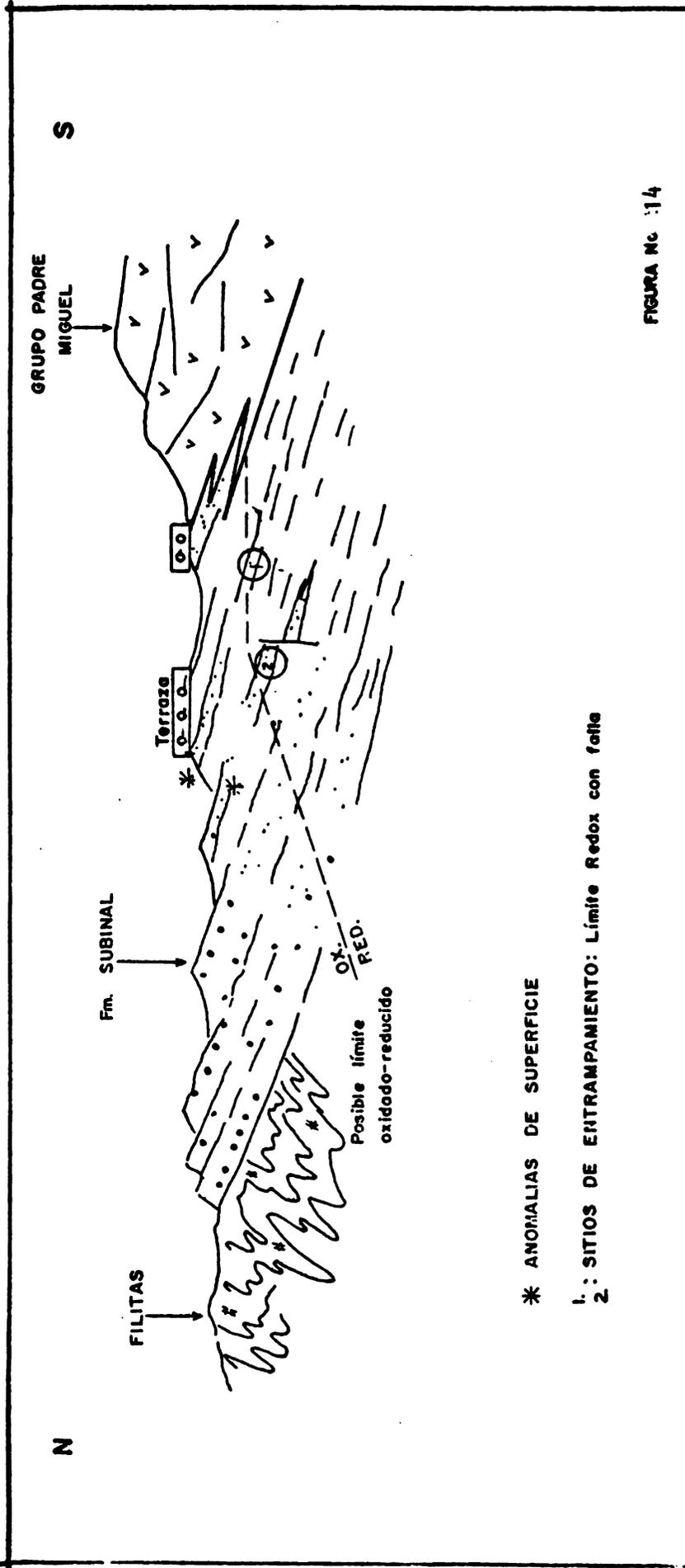


FIGURA No. 14

* ANOMALIAS DE SUPERFICIE

1.: SITIOS DE ENTRAMPAMIENTO: Límite Redox con fente
 2.: SITIOS DE ENTRAMPAMIENTO: Límite Redox con fente

SECCION DE LA ZONA ANOMALA DE CHANMAQUA	
SIN ESCALA	
DIDUJO: MARIO B. MORALES	APROBO: Mg. C. PERRIN

LOCALIZACION DE MINAS DE EXPLOTACION CADUCADAS Y CANTERAS (DECRETO 47-69).

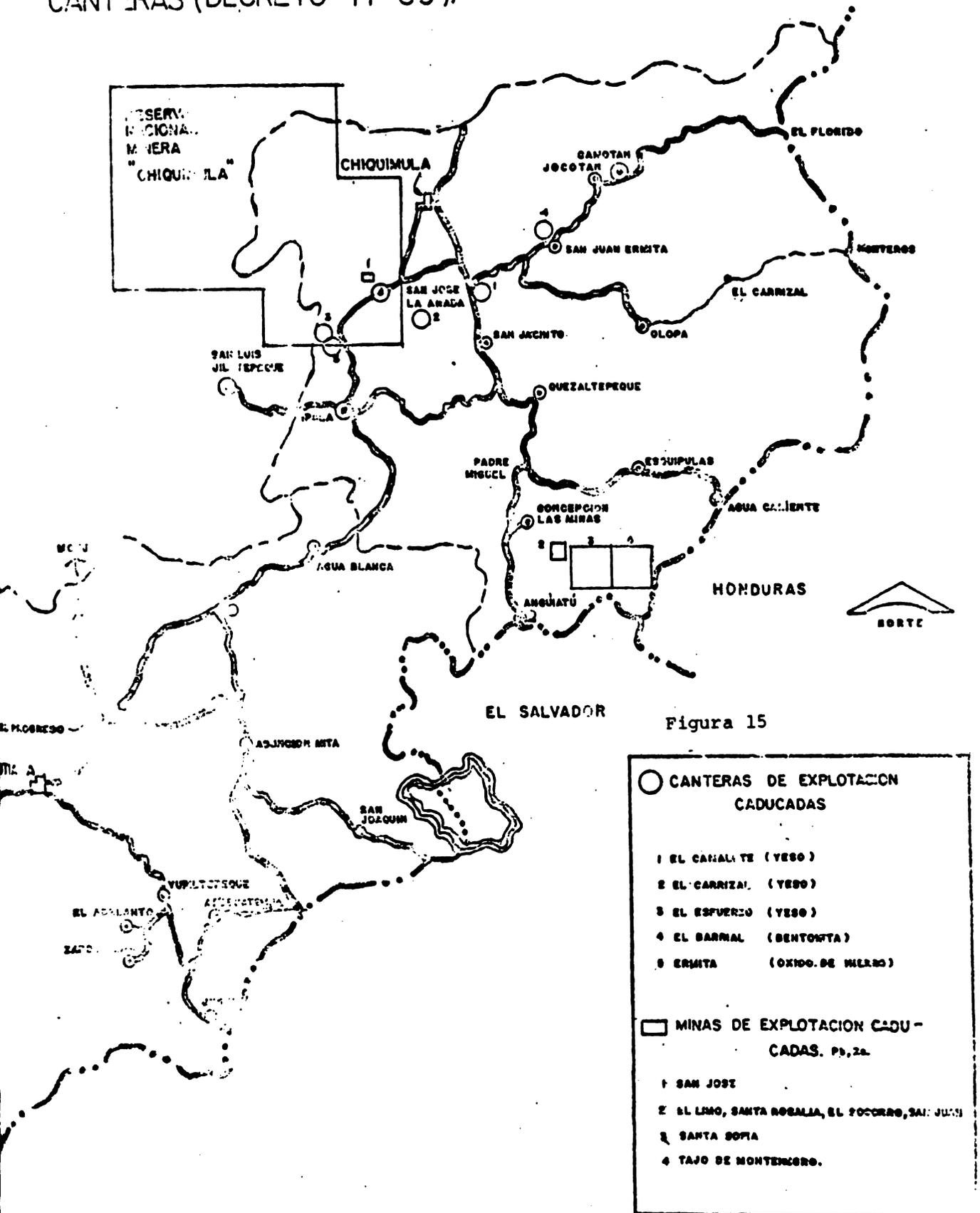


Figura 15

lógica del Japón (1982), quienes a su vez, efectuaron un estudio de mercado precisando así las probabilidades de desarrollo económico y anticipando parámetros financieros.

Los únicos yacimientos conocidos y en explotación de bentonita en Guatemala, están localizados a 16 kms al SW de la ciudad de Chiquimula en la aldea llamada Los Cimientos, departamento de Chiquimula. Son fácilmente accesibles desde el camino vecinal que conduce de Chiquimula a Ipala por medio de un corto desvío de 1.6 kms de longitud. La bentonita se distribuye en un área de 1,100 metros de longitud y 200 metros de ancho, área que incluye la aldea o caserío de Los Cimientos.

La bentonita ocurre en afloramientos de rocas volcánicas Terciarias de composición riolítica, llamada formación Los Cimientos, los cuales están situados al Sur de la gran falla de Jocotán. Esta riolita sobreyace en concordancia con la Formación El Rincón y está cubierta en discordancia por flujos de lava basáltica denominada Encarnación. Todas estas rocas volcánicas pertenecen probablemente, al Grupo Padre Miguel, de edad Terciaria (véase: Fig. número 16). La riolita Los Cimientos tiene color blanco hueso o crema, textura bandeada de flujo de biotita diseminada. La roca fresca tiene perlita parcialmente devitrificada e intercalación de tobas cristalinas y líticas, también riolíticas. En la parte sur y norte del área, se ubican lentes masivos de perlita de 20 y 30 metros de espesor cercanos al contacto inferior -- con la Formación Rincón, la cual representa una zona de enfriamiento rápido de la riolita. Las estructuras de flujo y sus buzamientos indican o sugieren la presencia de un domo o bien, una estructura anticlinal.

Actividad hidrotermal o fumarólica a lo largo de fallas subparalelas a la falla de Jocotán han producido la alteración hidrotermal de la riolita y parte del basalto a una arcilla montmorilonítica, o bentonita. La bentonita de mejor calidad se encuentra debajo del basalto, ya que esta roca es más dura y densa y sirvió de barrera a los fluidos hidrotermales.

La bentonita no se pudo clasificar al ojo, aunque los geólogos japoneses establecieron un criterio de campo que ellos mismos reconocen no es infalible.

GEOLOGICAL MAP

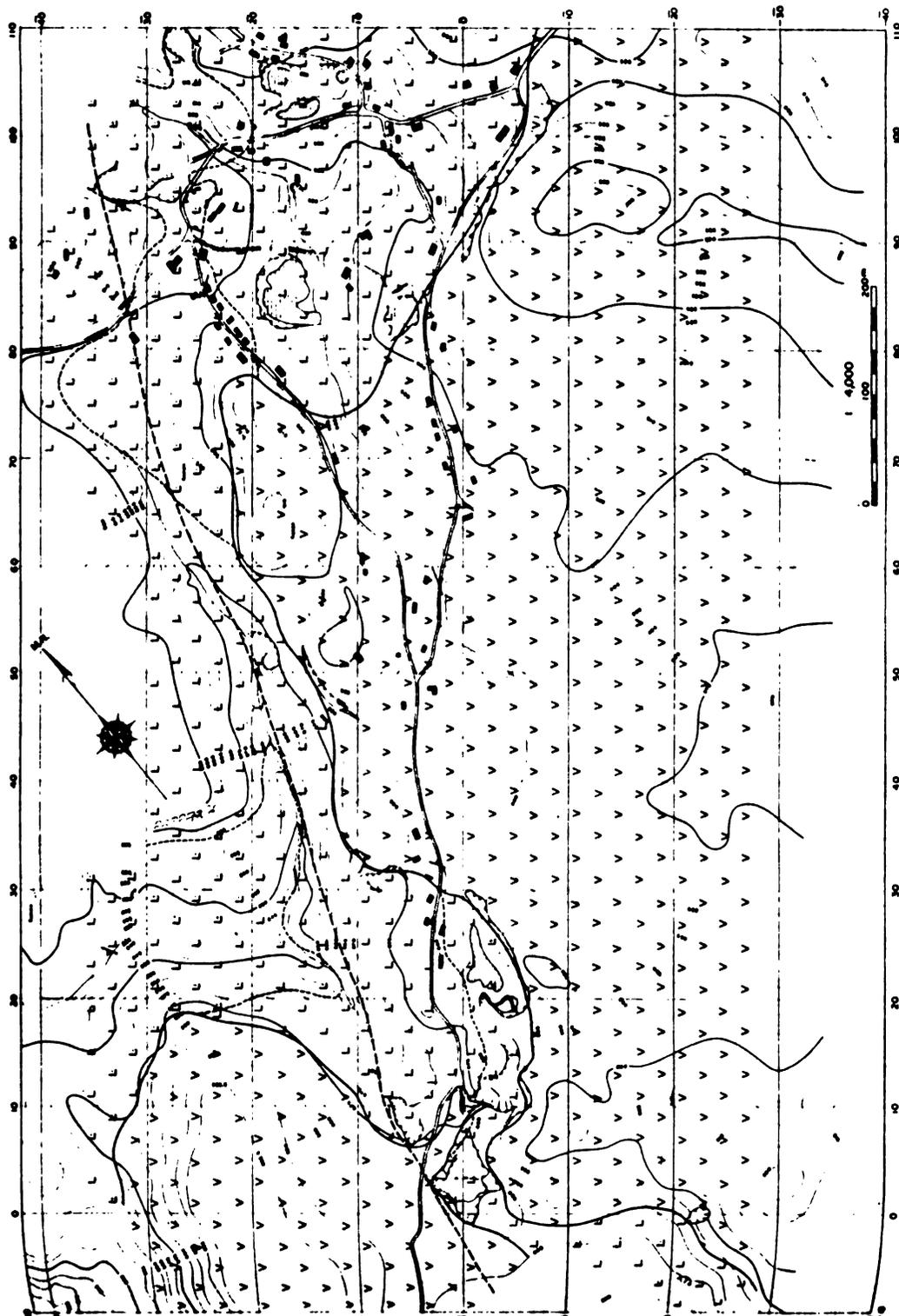
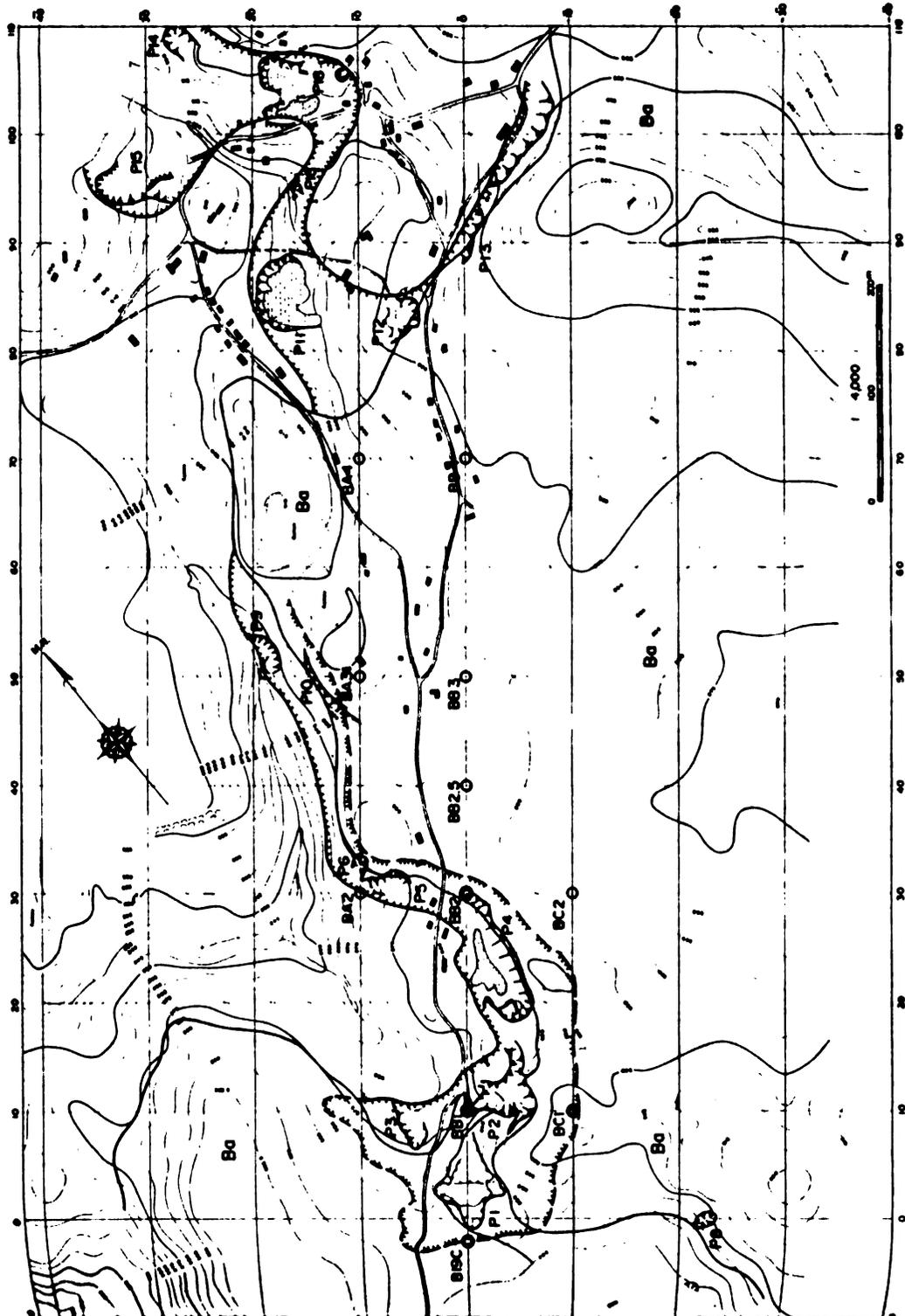


Fig. 16 Mapa Geológico de Yacimiento Los Cimientos, de Bentonita

LOCATION MAP OF THE BENTONITE ZONE, OUT CROPS AND BORES



- Legend**
- Bentonite zone
 - - - Outcrop of bentonite and its number
 - Pit and number of sampled bore
 - Pit and number of unsampled bore

Fig. 17 Ubicación de la zona de Bentonita. Yacimiento Los Cimientos

La bentonita color crema y con textura de queso o cremoso, es de mejor calidad y ha sido derivada de la alteración de perlita. La bentonita color blanco y áspera al tacto ha sido derivada de la riolita. La de color café claro o amarillo es un producto de la alteración del basalto. El tipo mencionado primero ocurre en la parte sur y mide 360 metros en una dirección noreste y 120 metros hacia el noroeste.

Después de un exhaustivo muestreo superficial (64 muestras) y 20 muestras de las perforaciones así como análisis de difracción de rayos X y Análisis Térmico Diferencial (DTA) se cubió un total de 900,800 toneladas métricas las cuales están parcialmente cubiertas por 790,650 toneladas de roca estéril o no utilizable. Estas reservas probablemente pueden incrementarse con mapeo geológico y muestreo de otras zonas favorables, próximas a la falla de Jocotán. -- (Fig. 16 y 17).

3.5.2 Lignito. El yacimiento de lignito (tipo "brown coal") de Honduras está ubicado en la proximidad de la Aldea San Antonio, departamento de Nueva Ocotepeque. Desde la carretera de Occidente, en el mismo lugar donde está el desvío a Sensenti, se bifurca un camino hacia el oeste el cual se sigue por un poco más de un kilómetro.

El lignito aflora en un trecho de más de 100 metros en la quebrada El Salto, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Méndez. Sus coordenadas geográficas son: X = 286 y Y = 1605 (véase Foto #8).

Conadi en 1977 llevó a cabo un programa de exploración que se detalla más adelante.

Los varios estratos de lignito se disponen en capas subhorizontales con un rumbo de N 25° E y una inclinación de 10° al este. El lignito está intercalado con sedimentos lacustres de lutitas carbonáceas, las cuales descansan sobre ignimbritas y tobas volcánicas. El lignito se formó por la acumulación de materia orgánica en un ambiente lacustre de una pequeña cuenca intramontana durante la cual se suspendió temporalmente la actividad volcánica. Según Jouvin (1977) esta cuenca lacustre recibió también productos de actividad volcánica aérea, los cuales se acumularon en una fosa de hundimiento que tiene no menos de 5 km. cuadrados.

Conadi efectuó 30 pozos de los cuales 19 cortaron varios --- estratos de lignito cuyo espesor agregado es de 4.34 metros. El encape de material de recubrimiento tiene un promedio de 40.69 metros. Deben haber lugares

donde el lignito probablemente aflore. Las reservas estimadas son de 3,192,300 toneladas métricas (gravedad específica de 1.3)..

Posteriormente se analizan los factores económicos de este yacimiento y se hacen recomendaciones para su utilización comercial.

3.5.3 Yeso. En Chiquimula y Nueva Ocotepeque se encuentran varios yacimientos de yeso que se han estado explotando en una forma rudimentaria. Todo el yeso de esta región se transporta para las dos fábricas de cemento de El Salvador, situadas en Metapán (véase Mapa 1:250,000, Cartografía Metalogenética).

El yacimiento de yeso de Honduras se localiza a 6 kms. al suroeste de La Labor, departamento de Ocotepeque, siguiendo el camino que conduce a Llano Largo y al río Idolo. Parte del camino (1.5 kms.) sigue el cauce del río Idolo y en el invierno es intransitable por vehículos automotores. Las coordenadas de la hoja Nueva Ocotepeque son: $X = 280.4$; $Y = 1598.3$.

La cantera fue explotada originalmente por Roberto Moreno, salvadoreño, en los años 60. Actualmente el concesionario es Salomón Pleitez, de La Labor, - quien la explota y ha enviado recientemente 500 toneladas a la fábrica de cemento Cessa, en Metapán.

La cantera de yeso está situada en el lado sur del río Idolo y el yeso está expuesto por una distancia de 100 metros a lo largo del río, y 40 metros de altura. Las capas de yeso tienen un rumbo $N 60^{\circ} W$ y buzan 40° al sur.

Los estratos de yeso parecen estar ubicados en la parte superior de la formación Valle de Angeles del Cretácico.

Se desconoce la cantidad de yeso extraída, pero no se cree que sea mayor de 2,500 tons. A grosso modo se puede estimar que el depósito contenga no menos de 500,000 toneladas métricas.

En las inmediaciones de la Aldea Los Cimientos, hay varias pequeñas canteras de yeso, unas operando actualmente y otras abandonadas. Las canteras El Camalote y El Esfuerzo, están al suroeste de Los Cimientos y están registradas por Efraín Vásquez Paiz y Carlos Aquino. Solamente El Camalote está actualmente en explotación. A 2 kilómetros al noreste de Los Cimientos están las canteras abandonadas La Joya y El Rincón (véase Fig. No. 15) que - - - - pertenecen a Carlos Aquino y Victoriano Jiménez. Finalmente, cerca de la Aldea

El Carrizal hay otra cantera de yeso, la cual se encuentra cerca de 2.5 kms. de la carretera siguiendo el camino que conduce a Saspán.

Todas las canteras de yeso de Chiquimula se encuentran en la parte superior de la formación Subinal, la cual aflora al sur y a todo lo largo de la falla de Jocotán. En la cantera El Camalote, se pudo observar que los delgados estratos de yeso están intercalados con lutitas y areniscas calcáreas, -- las cuales están fuertemente plegadas, que en la cantera presentan una orientación de N 50° E, buzando 43° al norte. Las capas de yeso tienen un espesor de 20 a 30 metros y están expuestas por una altura de 17 metros y una longitud de 60 metros. Se estima que esta cantera ha producido entre 40 y 50 mil toneladas.

Varias muestras de la cantera El Camalote varían en su contenido de SO_3 entre 34.88 y 41.64, dependiendo de la pureza del material. El yeso puro tiene un máximo de 46% SO_3 .

En la cantera La Joya (véase Foto #2), las capas de yeso y lutitas muestran rumbos de N 56° E y buzan 74° N. Parte del yeso en La Joya es selenita, o yeso cristalino. Las canteras de La Joya están inmediatas a la falla de Jocotán. Esta cantera parece haber agotado todas sus reservas.

La banda de capas rojas de la formación Subinal al sur de la falla Jocotán, que se extiende por 50 kms. dentro del departamento de Chiquimula, es zona favorable para explorarla por yacimientos de yeso y expandir así las reservas.

No se conocen yacimientos de yeso en El Salvador.

3.5.4 Caliza

El mapa geológico 1:250,000 muestra las áreas donde se encuentran los yacimientos de caliza que corresponden con las áreas cubiertas por las rocas sedimentarias del Grupo Yojoa, dentro del cual están las calizas Atima o Metapán. Las fábricas Cessa y Maya en Metapán explotan estrechas bandas de caliza, la cual se encuentra intercalada entre lutitas y areniscas de la formación Todos Santos y cubiertas por lutitas, areniscas y conglomerados rojos de la formación Subinal. En Guatemala el área más extensa del Grupo Yojoa está al sur de la falla Jocotán y se extiende por 26 kms. al suroeste desde la frontera con Honduras. En Honduras, los yacimientos más extensos de caliza estarían -

ubicados en la hoja Florida, donde el Grupo Yojoa cubre casi dos tercios del cuadrante topográfico. En el camino entre La Florida y Paraíso deben aflorar calizas, las cuales pudiesen usarse para la fabricación de cal que se utiliza ría en la construcción de viviendas y cal agrícola, en los ingenios de azúcar. Como combustible de los hornos de cal, se utilizaría ya sea aserrín de los aserraderos o bien, se podría ensayar con el carbón o lignito de San Antonio, antes descrito.

El suscrito en 1974 efectuó una evaluación de los yacimientos de caliza del área de Metapán y en únicamente dos lugares se cubieron no menos de -- 200,000,000 de toneladas métricas. El contenido de CaCO_3 oscila entre 86 y 89 por ciento.

Se descarta la posibilidad que se establezca una nueva fábrica de cemento en el área del TRIFINIO, pues las comunidades que se ubican en esta región no tienen actualmente una demanda de construcción que justifique una nueva fábrica de cemento.

3.5.5 Mármol. La Misión Geológica Alemana en El Salvador hizo una evaluación preliminar de los depósitos de mármol de grano fino del Cerro El Calichal, vecindad de la Aldea El Zapote, la cual está situada a 12 kms al sureste de Metapán. Concluye la Misión Geológica Alemana que estos mármoles pueden aprovecharse como piedra tallada en la construcción, ya que su grano fino, dureza y colores permite obtener un atractivo brillo al pulirlos. El mármol del Calichal ha sido producido por un cuerpo ígneo que aflora al sur de la quebrada Casahuasta y de la Aldea El Zapote.

El color del mármol del Cerro El Calichal tiene varios colores predominando el color gris claro, gris oscuro y beige, con grano fino a finísimo. Las reservas en los 4 sitios son de 1,200,000 ton métricas, de esta cantidad hay que descontar un 20% por pérdidas naturales a la explotación. Hay otros sitios co mo la Hacienda El Ronco, junto a la estación del ferrocarril del mismo nombre al oeste de Metapán; también en el Cerro Tajado, San Miguel Ingenio, etc.

3.5.6 Caolín. No se han estudiado en detalle ni evaluado yacimientos de caolín aunque se cree que el área TRIFINIO tiene un buen potencial debido a la presencia

de rocas volcánicas que pueden haberse alterado. En Guatemala la Dirección General de Minería cita entre las canteras en explotación, caolín en el municipio de San Jacinto, cerca de la aldea Las Lomas. Cerca de Saspán, Chiquimula, que se sitúa a 4 kms al sureste de San José La Arada, también se ha reportado un hallazgo de caolín. (Ver Fig. #17).

En Nueva Ocotepeque, el Dr. Arita reportó verbalmente al suscrito un depósito de caolín sobre la carretera a Occidente, cerca del caserío El Portillo, a una distancia de 20 kms de Nueva Ocotepeque. Se cree que Honduras puede tener un buen potencial de yacimientos de caolín y otras arcillas derivadas del intemperismo de rocas volcánicas ricas en minerales de potasio, o cenizas volcánicas de composición mineralógica ácida.

En el lugar llamado Quebrada Agua Caliente, 4 kms al oeste de Concepción Las Minas, la Misión Geológica de China reporta que hay un posible yacimiento de caolín dentro de tobas bien estratificadas con basaltos intercalados de la formación Padre Miguel. El caolín estratificado yace bajo tobas color gris - de estratos masivos y cenizas volcánicas compactadas.

El caolín es blanco, suave y de buena calidad pero el espesor del estrato es solamente de 40 a 70 cms, presenta una longitud de 60 metros y las capas se inclinan 15° al sureste. El caolín fue formado por acción fumarólica sobre tobas o cenizas volcánicas con un alto contenido de alumina. Se recomienda - hacer un muestreo y mapas geológicos con objeto de determinar su posible utilización.

3.5.7 Diatomita. En el valle de Ipala, 6 a 8 kms al oeste de la ciudad, entre Culima y Cushapa, hay unos estratos de diatomita que se encuentran intercalados con basaltos, tobas y lahares del Grupo Padre Miguel. El yacimiento entre Culima y Cushapa se extiende por una distancia de casi 2 kms, aunque está parcialmente erosionado, y un ancho de 500 m (N - S); los estratos son casi - horizontales. En la aldea de Culima, el estrato tiene una potencia de 3.7 metros y tiene un color gris claro pero está cubierta por no menos de 6 - 8 metros de tobas, pumicita o cenizas volcánicas. Las reservas inferidas por la Misión Geológica de China son de 250,000 toneladas. (Mapa 1:250,000).

Se hace necesario efectuar un mapa geológico y perfiles con objeto de visualizar si el yacimiento tiene la calidad y condiciones topográficas adecua-

das.

La diatomita se usa para material de filtros, como aislante, abrasivos finos, absorbentes, sílica reactiva y agregado para materiales de construcción livianos. En 1984, se exportaron 226 toneladas métricas y en 1985, únicamente 123 tons. métricas.

3.5.8 Opalo. El Ing. Pedro Mejía del Ministerio de Recursos Naturales, reportó verbalmente el hallazgo de ópalo en la vecindad del municipio de San Jorge, Ocotepeque.

3.5.9 Perlita. La perlita es un vidrio volcánico el cual, al procesarlo calentándolo, se expande produciendo un material liviano con numerosas burbujas que se utiliza como aislante de calor y sonido en la construcción de viviendas. Se usa también en horticultura, cementación de pozos de petróleo, como relleno de cemento para hacerlo liviano, material para filtros y en abrasivos.

La Misión Geológica del Japón reportó varias masas de perlita dentro de la bentonita de Los Cimientos. El suscrito observó en la carretera, varios afloramientos de perlita entre Quezaltepeque y San Jacinto, pero se desconoce su continuidad o calidad.

3.5.10 Grafito. En el área del TRIFINIO se han reportado y existen varios hallazgos de grafito o esquistos grafitosos, los cuales forman parte de la formación Sta. Rosa, del Paleozóico Superior. El grafito se formó por metamorfismo térmico y dinámico de lutitas o lignitos, con alto contenido de materia orgánica. En Honduras, se ha reportado grafito en la quebrada San Miguel, arriba de la mina de oro San Andrés, y en el río Quellis, hoja Corquín (X = 290.0; Y = 1617.7).

En Guatemala se ha reportado grafito en la quebrada Chiscu, cerca de 3 kms al noroeste de San José La Arada y Chanmagua, frontera con Honduras. Ninguno de estos yacimientos ha sido muestreado para determinar la calidad del grafito.

3.5.11 Travertino. Travertino es carbonato de calcio que ha sido depositado por fuentes termales y es muy apreciada en el decorado interior por sus texturas y cambios de color caprichosos y su textura cavernosa. En la quebrada Agua Caliente, a menos de un km al este de Camotán, se encuentra un depósito de travertino pero se desconoce si tiene posibilidades de desarrollo comercial.

IV. PROYECTOS DE EXPLORACION

En el área cubierta por el proyecto EL TRIFINIO en los últimos 10 años se han llevado a cabo tanto proyectos de exploración minera regional, como programas de exploración de objetivos definidos y estudios de pre-factibilidad. Los estudios de exploración regional los ha efectuado, primeramente, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con la colaboración de los gobiernos de los tres países. La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en Guatemala, y la Misión Geológica del Gobierno Federal de Alemania en El Salvador, efectuaron proyectos similares de evaluación geológica de yacimientos minerales y mapeo geológico regional. Estos mismos organismos internacionales desarrollaron estudios al detalle de áreas u objetivos mineros - prometedores como: 1) Tercerón (Cu), Guatemala. 2) El Pato - El Poxte (Au-Ag), Guatemala. 3) Los Cimientos (bentonita), Guatemala. 4) Las Monas --- (Ag-Pb-Zn), Honduras. 5) Mármol, El Salvador.

El gobierno de Guatemala, en 1985 continuó con la exploración del yacimiento de oro de Chiquimula e inició un programa propio de exploración para uranio de la faja volcánica y el gobierno de Honduras, una evaluación del depósito de lignito en San Antonio, Ocotepeque.

Minas de Oriente en 1966 llevó a cabo una exploración geoquímica de 64 km² del distrito minero de Concepción Las Minas, y en 1975 financió un estudio de pre-factibilidad de las minas Tajo de Montenegro, Ballena y Sta. Sofía, del mismo distrito minero.

Se discuten a continuación los proyectos de exploración más importantes, informando sobre métodos de exploración, alcances y resultados. Ello ayuda a visualizar el potencial minero de las minas y prospectos estudiados.

4.1 Guatemala

El departamento de Chiquimula ha sido cubierto en su totalidad por el Proyecto Minero del PNUD, para metales básicos y por JICA - parcialmente - para metales preciosos. Estos dos programas incluyeron estudios mineros minuciosos del prospecto de cobre del cerro Tercerón, del yacimiento de oro situado en El Pato - El Poxte, y un estudio de pre-factibilidad del yacimiento de bentonita de Los Cimientos.

4.1.1 Proyecto Minero PNUD-Dirección General de Minería. Este proyecto se desarrolló entre 1966 y 1972 y cubrió todo el departamento de Chiquimula y áreas vecinas.

Se decidió utilizar el muestreo geoquímico sistemático de sedimentos fluviales, ya que es un método de exploración de relativo bajo costo y tiene la ventaja que se compilan datos geológicos al mismo tiempo. Se recogieron 4983 muestras, lo que da una densidad de muestra de 0.9 muestras por km². Los métodos geofísicos aéreos no son muy prácticos en regiones de bruscos cambios topográficos y son sumamente costosos. El descubrimiento de vetas de cobre de alta ley en el Cerro Tercerón, es uno de los logros de mayor importancia. Las mejores anomalías geoquímicas de sedimento fluvial se encuentran en los alrededores del plutón de Chiquimula.

Todos los datos geoquímicos del contenido de Cu, Pb, Zn y Mo se sometieron a un tratamiento estadístico calculando así los valores de fondo y anómalos, lo cual permitió categorizar las anomalías de los diferentes metales. En el área de Chiquimula se descubrieron 13 anomalías de metales básicos, las cuales fueron objeto de un estudio detallado. Una de las mejores se ubica cerca de la Aldea Tontol, al oeste de Chiquimula, donde se detectaron fuertes anomalías de Pb y Zn (Pb 90 ppm y Zn 470 ppm).

Los metales analizados Pb, Zn, Cu y Mo, dan un amplio espectro de elementos útiles en detectar yacimientos minerales de esos metales y ellos están asociados a su vez, con yacimientos de metales preciosos.

Prioridades o importancia de las anomalías se establecieron con una mayor densidad de muestreo, cuadrículas de muestreo de suelos, geología al detalle e investigaciones geofísicas.

Este proyecto que incluyó otra zona de trabajo en Occidente de 10,000 km² en 1972 tuvo un costo de \$ 1,600,000.

En Tontol (Pb-Zn), sobre la quebrada La Chorrera, aflora el plutón de Chiquimula, el cual ha metamorfozeado a "hornfels", las rocas volcánicas o capas rojas Subinal. La anomalía Zn en suelos de más de 800 ppm tiene apenas 200 m de largo. Zinc en dos trincheras (2.4 m profundidad) contiene un máximo de 2,500 ppm y Pb tiene un valor pico de 4,200 ppm. Los métodos geofísicos indican la presencia de conductores metálicos moderados. Las anomalías geofísicas y geoquímicas no justifican continuar con trabajo adicional.

4.1.2 Tercerón, PNUD. En Tercerón, cuya geología ya fue descrita, el proyecto llevó a cabo muestreo geoquímico de suelos y geología al detalle de un área de 1300 x 600 m donde se recogieron 657 muestras. El área total investigada cubre casi 5 kms cuadrados. Los valores de cobre oscilan entre 4 y 1050, zinc entre 10 y 1937 y plomo entre 5 y 1050 ppm. Existe una coincidencia entre valores anómalos de Zn y Pb y fallas orientadas noreste. El cobre en cambio, favorece las rocas volcánicas propilitizadas. Estudios geofísicos magnéticos y de polarización inducida, indican varias anomalías, algunas de las cuales fueron perforadas.

Se perforaron 7 sondeos para un total de 681 metros. El mejor intercepto fue en el hoyo #5, donde a los 93 metros se encuentra 1.0 metro de 5.8% de carbonatos de cobre en caliza. En el hoyo #7 a 42.5 metros se cortó una veta de calcopirita casi masiva de 20 cms de espesor que contiene 9.60% cobre y -- 46 g/tm Ag. No hay valores de oro asociados con el cobre. (Fig. #18).

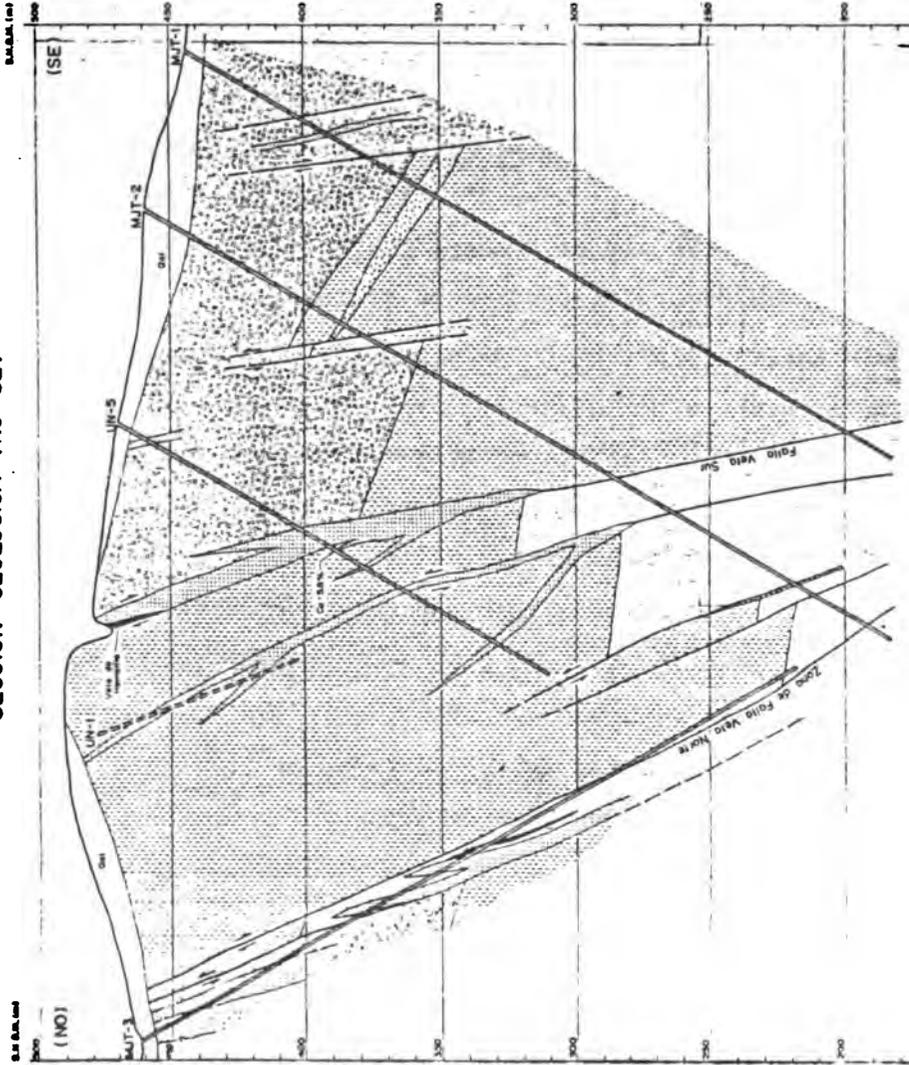
4.1.3 Exploración Minera - JICA - D. G. de Minería. Este proyecto de cooperación técnica entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y el gobierno de Guatemala (Dirección General de Minería) incluyó parte del departamento de Chiquimula, otros departamentos adyacentes y en Occidente. El proyecto se desarrolló en tres fases entre 1979 y 1981 y cubrió en Oriente 1450 kms².

Se efectuó un nuevo muestreo geoquímico de sedimentos fluviales y se compiló y mapeó un mapa geológico 1:50,000. En el estudio geoquímico se analizaron las muestras para Au, Ag, Cu, Pb y Zn. En el área de Chiquimula se localizaron 4 anomalías de metales básicos y preciosos.

En Tercerón, durante la primera fase se mapeó la geología de las canteras de hierro y un área de 5 Kms² (escala 1:10,000) Ver figs. 4, 5, 6 y 18. JICA recomendó la perforación de 2 ó 3 pozos con objeto de comprobar la existencia de la mineralización primaria. En una zona llamada A-3, al oeste de Chiquimula (105 kms²) JICA recomendó geología al detalle y estudios geoquímicos de suelos usando Au, Ag, Pb y Zn como elementos traza. Dentro de esta área está incluido el yacimiento de oro El Pato - El Poxte. (Fig. 19).

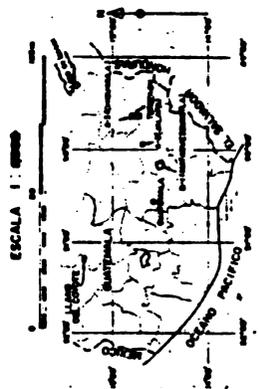
En la segunda fase se llevó a cabo exploración a semi-detalle, lo que incluye muestreo de suelos en cuadrícula. Se usaron como elementos indicadores Ag, Pb, Zn y Au. Se perforaron además, 3 pozos en Tercerón, los cuales suman

SECCION GEOLOGICA (NO-SE)



INVESTIGACION GEOLOGICA
 EN LAS AREAS DE
 A-2 (JALAPA), A-3 (CHOMUALA), B-11 (MATAQUESCUMTLA),
 LLANO DEL COYOTE Y TERCERON
 DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 FASE II

SECCION GEOLOGICA (NO-SE),
 AREA DE TERCERON

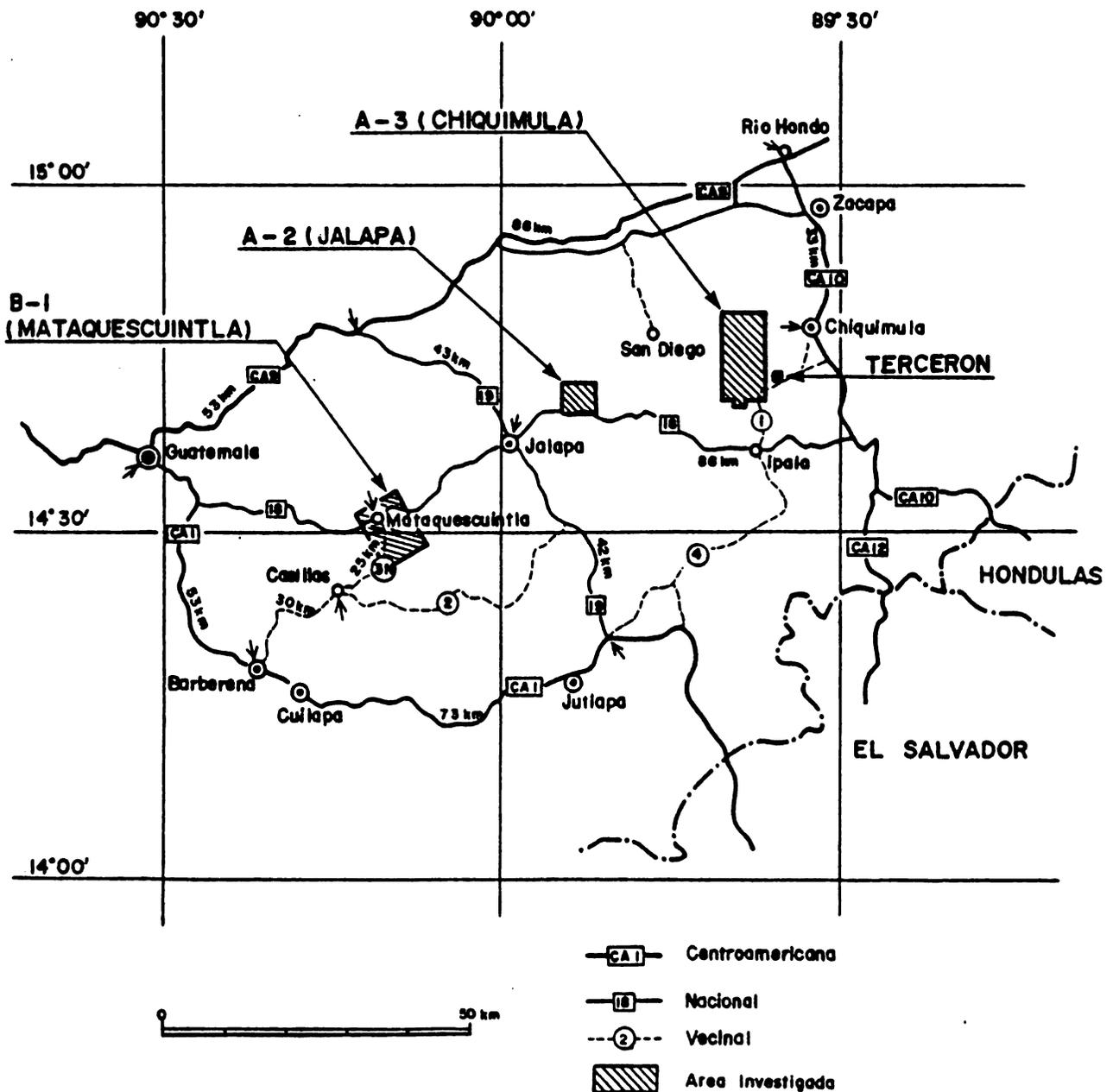


METAL MINING AGENCY OF JAPAN
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 EN COLABORACION CON
 DIRECCION GENERAL DE MINERIA
 E HIDROCARBUROS DE GUATEMALA
 FEBRERO 1991

Figura 18

- Geom. area 7 km.
- Projections and basins.
- Cities.
- Electric power.
- Water courses.
- Arroyos (streams).
- Topographic map.

Fig. 19 MAPA DE RUTAS DE LAS AREAS INVESTIGADAS



902.40 metros. El propósito principal de la segunda fase fue obtener información geológica y geoquímica de detalle con objeto de formular futuros programas de exploración.

El área A-3 (véase Fig. 19), está localizada al sureste de la ciudad de Chiquimula. La geología ya fue discutida en la descripción de la geología regional y del yacimiento aurífero El Pato - El Poخته. También se encuentran -- ubicados dentro de esta área yacimientos de hierro, bentonita y yeso que ya fue ron descritos separadamente.

Durante la ejecución de la segunda fase se afinó la geología 1:50,000 del área "A-3" y se produjo un mapa 1:20,000.

Anomalías de oro y plata de gran importancia fueron confirmadas en las -- cuencas de las quebradas El Pato, Guior y El Sauce. Posteriormente, se recogieron muestras de suelo con objeto de reducir el área de interés y delimitar así las zonas anómalas en oro y plata. En el área A-3 se recolectaron 425 -- muestras de suelo y 48 de sedimento de quebrada. En total, se recogieron 476 muestras de roca, principalmente para efectuar cortes delgados (338), cortes pulidos, identificación de fósiles y análisis químicos. Se efectuaron 967 análisis geoquímicos de todo tipo de muestras.

El tratamiento estadístico de los resultados de los análisis geoquímicos permitió calcular los siguientes parámetros geoquímicos para el área A-3:

Elemento	Valor Fondo (ppm)		Anomalía (ppm)	
	M	M + s	A	AM
Au	0.015	0.021	0.05	0.13
Ag	0.059	0.120	0.45	0.80
Pb	13.5	28.0	130	260
Zn	44	75	230	500

M = Valor medio población de fondo

S = Desviación estandard de población de fondo

A = Valor umbral de población anómala

AM = Valor medio de población anómala

La mayor parte de los valores anómalos fueron ubicados entre la quebrada Guior y el río Taco, pero preferentemente, entre las aldeas La Catocha y El Sauce.

Las perforaciones en Tercerón se realizaron con objeto de investigar la mineralización de las vetas Norte y Sur. Se perforaron 3 pozos dispuestos en

una línea NW-SE a través del cuerpo mineralizado oriental (véase sección geológica, NW-SE). Los dos pozos MJT-1 y MJT-2, dirigidos al noroeste no cortaron la mineralización de cobre intersectada en el pozo UN-5, aunque debe hacerse notar que ambos pozos de JICA cortan esquistos, los cuales no son rocas amenas a recibir minerales hidrotermales. El pozo MJT-3, en cambio, que exploró la zona de falla Veta Norte, descubrió una estrecha veta mineralizada de sulfuros masivos con 30 cms. de ancho y 10.5% Cu. La presencia de rodados con carbonatos de cobre sobre la traza de la Veta Norte en la superficie y la anomalía geofísica (PI) inducen a pensar que ésta pudiese ser una zona prometedora. Sin embargo, el suscrito es de la opinión que las anomalías geofísicas de polarización inducida (PI), son debidas a la presencia de esquistos graníticos dentro de las zonas de fallas como lo ilustra la sección geológica.

En la Tercera Fase del proyecto de asistencia técnica de JICA en el área de Chiquimula, se llevaron a cabo los siguientes objetivos: 1) Investigación geológica y geoquímica en el área El Pato - El Poxte y 2) Exploración y perforación en el área de Tercerón.

En El Pato - El Poxte, se levantó un mapa geológico 1:5000, de un área de 4 x 1.5 kms y sobre la misma área se efectuó un muestreo geoquímico con líneas cada 200 metros y muestras de suelo recolectadas cada 100 metros. El mapeo geológico localizó varios afloramientos y numerosos rodados de vetas de cuarzo aurífero y zonas silicificadas. El muestreo geoquímico definió varias anomalías de oro en suelos en un área de 1.8 x 0.75 kms. Se recomendó que se efectúe un muestreo geoquímico de detalle de las anomalías ya detectadas y un mapeo geológico más minucioso acompañado de una campaña de excavación de trincheras para exponer y muestrear las vetas de cuarzo.

En Tercerón se perforaron 4 pozos inclinados (1,050 m) con el propósito de explorar en profundidad posibles extensiones de la veta de calcopirita masiva de la zona de falla Veta Norte y Sur. No se encontró mineralización de importancia en ninguno de los objetivos ya que únicamente se encontraron interceptos esporádicos de una débil diseminación de pirita y calcopirita. Los japoneses no quisieron comprometer un juicio u opinión negativa para Tercerón y se limitaron a decir que es "más conveniente adoptar una actitud de reserva al respecto". El autor, sin embargo, estimó que este prospecto no merece más gastos en exploración.

4.1.4 Bentonita - JICA - DGMH. Ya se discutió la geología, calidad y reservas de los yacimientos de bentonita de Los Cimientos, Guatemala. Aquí se discutirán los métodos utilizados y los factores económicos de una posible explotación comercial de estos yacimientos. Se han analizado también, métodos de extracción y proceso del mineral con objeto de aumentar su valor de comercialización así como su efecto en el desarrollo social de la comunidad. El Proyecto TRIFINIO conserva una copia del estudio de pre-factibilidad para consulta.

Los yacimientos de bentonita han sido explotados en pequeña escala desde hace más de 15 años y el producto molido se utiliza en Guatemala y El Salvador como agente expansivo en la fabricación de jabón y detergente. JICA es de la opinión que este yacimiento puede explotarse en una escala mayor, tratando la bentonita con una activación de iones de sodio para convertirla del tipo H^+ al tipo Na^+ que tiene mucho más valor, no sólo en el mercado local, sino en la exportación.

Después del mapeo geológico, se dispuso un programa de muestreo superficial y 11 pozos (257.6 m) en una cuadrícula de 200 x 100 metros. Se recomienda que antes de definir una explotación comercial se amplíe el programa de perforaciones.

El yacimiento de bentonita se explotaría a tajo abierto para lo cual será necesario remover 790,650 ton de material estéril, con objeto de extraer ----- 900,800 toneladas de bentonita cruda, lo cual significa una proporción de 0.88 de estéril a bentonita.

La mayor parte de la bentonita de Los Cimientos en su estado natural es una montmorillonota tipo "H", la cual puede ser refinada a una bentonita de alta calidad tipo "Na", por medio de una activación sódica. En su estado natural no es utilizable para los usos en los cuales la bentonita tiene un alto valor agregado, como son: 1) Agente de cohesión en moldes de arena. 2) Lodos de perforación. 3) Diafragma de agua lodosa en la construcción de obras civiles. 4) Agente de mezcla y relleno de químicos agrícolas, fertilizantes, pinturas, cosméticos y tintas. 5) Posiblemente en preparación de productos farmacéuticos.

En el estudio de pre-factibilidad JICA visualizó una explotación en tres etapas; en la primera etapa la planta estaría capacitada para procesar 55 ton

eladas por día para producir 42 t/día de bentonita (1 - 6 años). En la segunda etapa (7 - 13 años) la planta procesaría 110 toneladas y en la tercera --- (14 - 23 años) 180 toneladas por día. Esta planta y las inversiones de la mina y obras de infraestructura en marzo, 1982, se estimó necesitarían una inversión de 15.7 millones de dólares. Si se toma como precio de venta \$130/ton de la bentonita procesada, la tasa interna de retorno sería de 11.05%. Esta no es una tasa interna de retorno muy atractiva, pero la operación generaría no menos de \$8,000,000 en divisas anualmente, más un ahorro no menor de \$700,000 anualmente, por importaciones de bentonita que efectuó Guatemala en 1981 (---- 4,520 tons). El impacto social en la región de una mina de este volumen no es muy grande, ya que generaría empleo para un máximo de 63 personas.

En los primeros seis años se estima que los salarios distribuidos a los trabajadores anualmente serían de Q151,000. Hay, sin embargo, factores adversos como es la necesidad de movilizar a toda la aldea de Los Cimientos a otro lugar.

El suscrito recomienda que se efectúe un estudio de pre-factibilidad para el financiamiento de una cooperativa que extraiga, muele y transporte la bentonita cruda en suficiente volumen para satisfacer la demanda de los tres países. El mercado significa un máximo de 3,000 toneladas por año, que se vendería en no menos de \$38.46/ton o sea, un total anual de Q300,000.

4.1.5 Tajo Montenegro - Minorsa. La existencia de minas abandonadas de Pb-Zn-Ag en el distrito minero de Concepción Las Minas indujo a la Compañía Minas de Oriente, S. A. a solicitar una concesión minera de 64 kms². En 1967, ICAITI efectuó para Minorsa un reconocimiento geoquímico de la mayor parte de la concesión. El muestreo de sedimentos de corrientes o arroyos y los buenos resultados de los suelos fueron muy útiles para establecer prioridades de los objetivos a explorarse. Cuatro áreas prioritarias se escogieron para efectuar exploración geoquímica adicional y levantamientos geofísicos.

En 1970, Minorsa compró un molino y celdas de flotación en Ixtahuacán, e instaló una planta en La Cañada. La capacidad de molienda era de 26 a 32 toneladas por día. Entre mayo, 1970 y 1972, se efectuaron tres embarques que -- contenían 1,634.29 toneladas de concentrado de zinc y 366.75 toneladas métricas de concentrado de plomo.

La mina cerró en 1972 pero se continuó abriendo nuevos túneles y haciendo sondeos desde interior mina y superficie, con objeto de aumentar las reservas.

Minorsa (3M) entre 1967 y 1970, gastaron \$ 2,533,834.

En 1973, se organizó una nueva compañía, Tormex, que incluía a Lacana -- (60%), Itoh (20%) y Toho Zinc (20%), quienes encomendaron a William Hill en 1975, la preparación de un estudio de pre-factibilidad y Lakefield Research of Canada, preparó un examen mineralógico y pruebas metalúrgicas. Durante este período del 73 al 82, Lacana y socios gastaron \$ 850,000 con los cuales excavaron 2,888 m. de túneles y se perforaron subterráneamente 6,905 m. y desde la superficie 2,181 metros.

La Tabla que sigue ilustra las reservas y promedios de metales más importantes en el mineral cubicado en los cuatro yacimientos.

Tabla - Reservas Geológicas - Concepción Las Minas

Mina	% Dilución	Toneladas Métricas	Por Ciento			Oz/ton
			Zn	Pb	Cu	Ag
Ballena	15	68,153	6.14	1.90	0.11	1.17
Peñasco	10	1,065,520	3.64	0.46	-	3.05
Montenegro	10	671,566	5.19	0.68	0.60	1.61
Sta. Sofía	10	89,000	8.80	3.01	-	1.22
Total y Promedios		1,823,728	4.29	0.60	-	2.44

El mineral contiene también pequeñas cantidades de cadmio.

El estudio de prefactibilidad recomendó que se explotase el mineral por tajo abierto y de las reservas arriba citadas se podrían aprovechar 1,645,600 toneladas métricas. El material de recubrimiento se estimó en 8,200,000 toneladas o sea, una relación de 5/1 de desecho a mineral.

El diseño del molino se hizo con el sistema de flotación diferencial. - Pb a Cu a Zn, y con la idea de recuperar la mayor cantidad de plata. La capacidad del molino o planta programada es de 550 toneladas diarias con posibles ampliaciones hasta 750 y 1,000 toneladas.

El costo de capital en 1975 ascendería a \$ 8,044,000 con los siguientes costos de operación:

Mina	\$ 3.13/TM
Planta y Energía	3.68/ "
General	<u>2.23 "</u>
Total	<u>\$ 9.04</u>

El valor promedio del mineral es de \$ 19.64 si se utilizan los siguientes parámetros económicos o precios:

Zn	\$ 0.35/lb.	Cu	\$ 0.65/lb.
Pb	\$ 0.20/lb.	Ag	\$ 5.00/oz.
		Cd	\$ 4.00/lb.

Se asume que la vida de la mina es de 9 años. La operación produciría en 9 años, ingresos netos de la fundición de \$ 32,259,000, antes del pago de impuestos y regalías. El valor líquido de estos ingresos sobre la vida de la mina sería de \$ 11,020,000, lo que indica que se pagarían \$ 4,205,000 después de pagada la inversión.

Las cifras que siguen dan una idea del flujo de caja y tasa interna de retorno que pudiera anticiparse en este tipo de operación. Hay que recordar que las cifras de costos y precios de los metales son para 1975.

Retorno Neto de Fundición en 9 años		\$ 32,259,000
Ganancias después del pago de intereses:	\$ 13,391,000	
Depreciación de inversión	<u>8,044,000</u>	
Ganancia Neta		\$ 2,976,000
	Más depreciación	\$ 8,044,000
	Flujo de Caja	<u>\$ 11,020,000</u>

Es necesario ante todo efectuar un nuevo análisis financiero con los precios de los metales y costos de capital y operación actualizados.

4.1.6 Proyecto El Pato - El Poxte - Ministerio Energía y Minas. El Ministerio de Energía y Minas, a partir del año 1984, inició actividades exploratorias en el área de El Pato - El Poxte con recursos y personal del departamento de Investigación Minera. A fines de ese año se elaboró un presupuesto y plan de actividades de dos años que contemplaba gastos de Q 2,400,000 y se constituyó en un proyecto de pre-inversión con recursos propios.

El plan de exploración tenía como objetivo primario evaluar las reservas

y leyes promedio de oro y plata con miras a determinar su viabilidad económica. Para ello se dispuso primeramente suspender temporalmente el programa de perforaciones que se había iniciado en 1984, puesto que aún no se había efectuado suficiente mapeo geológico a la escala adecuada y los levantamientos -- geofísicos no habían sido interpretados aún. Se contempló además, efectuar -- un muestreo geoquímico de suelos con líneas cada 50 metros y una separación de 10 metros entre muestras. Se planificó en 1985 procesar los datos geofísicos y llevar a cabo un intenso programa de trincheras y consecuente muestreo de -- vetas y roca adyacente o áreas alteradas hidrotermalmente. A partir de junio se reanudó el programa de perforaciones con dos máquinas, una Longyear 24 y -- una Boyles Bros. BBS1. Durante 1985 se perforaron 946 metros con un acepta-- ble promedio de recuperación. A fines del año se habían excavado y muestrea-- do 52 trincheras en las áreas de mayor interés: 1) Quebrada Agua Zarca (F-500) 2) La Mina, 3) El Cerrito, 4) El Cerrito Este y 5) Quebrada Roque. Los levan -- tamientos geofísicos correlacionados con la geología al detalle (1:1000) y la ubicación de las anomalías de oro y plata ha sido muy útil en definir áreas y objetivos como vetas de cuarzo y zonas silicificadas con sulfuros diseminados. Se recomendó el uso del método de polarización inducida para corroborar la -- continuidad de las zonas mineralizadas a gran profundidad.(Mapa Geol. 1:2000).

En el área de la Quebrada Agua Zarca se intersectó con cuatro perforacioo -- nes una zona silicificada con abundantes sulfuros diseminados y valores mode-- rados de 2 a 3 g/tm de oro. En cambio, en la Mina una perforación y las --- trincheras han detectado valores de oro más altos (31.78 g/tm Au).

Las reservas totales calculadas al final de 1985 son de 326,000 ton. mé-- tricas, con un promedio ponderado de 7.21 g/tm Au y 5.24 g/tm Ag.

La Misión Geológica China diseñó tentativamente un esquema de flujo y -- planta de carbón en pulpa para tratar 100 toneladas diarias, cuyo costo ascende -- ría a \$ 1,430,000.

Todos los análisis de las muestras se llevaron a cabo en el laboratorio del Ministerio y se mandaron a dos laboratorios en el extranjero un número mode -- rado de muestras para su comprobación.

El proyecto continuó en el año 1986 durante el cual se completó la geolog -- ía al detalle (1:1000) de toda una cuadrícula cuyas dimensiones son 1.8 x 0.6 kms. Se continuó con el muestreo geoquímico de suelos (483 muestras) y el ca

teo de afloramientos de vetas y anomalías geoquímicas. Se excavaron 19 trincheras en total.

Se terminó con el proceso e interpretación de todos los parámetros geofísicos y se inició el levantamiento de polarización inducida en el área de la quebrada Roque, donde se completaron dos líneas. Desperfectos en el aparato impidieron completar este trabajo. Las dos líneas en la quebrada Roque delimitaron a una profundidad de 200 metros una zona silicificada con sulfuros diseminados y talvez, metales preciosos.

La excavación de las trincheras con el correspondiente muestreo sistemático de las nuevas vetas descubiertas ha permitido aumentar las reservas de mineral aurífero y la ley promedio. La revisión del cálculo de reservas y ley promedio de 1985 ha resultado en un consecuente incremento de ambas.

El total de reservas dentro del área prospectada (1.8 x 0.6 kms.) ha aumentado a 400,533 toneladas métricas, cuyo contenido de oro es de 11.78 g/tm y plata 8.23 g/tm.

Las pruebas metalúrgicas llevadas a cabo por el Ing. Lien, de la Misión Geológica de China, han concluído que el método metalúrgico más adecuado para tratar el mineral de El Pato es por cianuración - flotación y recuperación -- del oro y plata en carbón activado. El Ing. Lien revisó el diagrama de flujo y planes de la planta de proceso.

Los costos estimados de la planta y obras adicionales de infraestructura dan un total de \$ 1,693,000. Los costos estimados de operación de la planta son de \$ 14.15, los cuales no incluyen depreciación del equipo ni intereses sobre la inversión.

El informe final contiene varias recomendaciones con objeto de completar la exploración de este yacimiento: 1) Perforar un mínimo de 22 pozos, o sea, 1,650 metros; 2) Ampliar mapeo geológico a un área de 4.5 x 1.5 kms.; 3) Excavar varios túneles y pozos con objeto de comprobar en profundidad la continuidad, mineralogía y ley de las vetas.

Se han analizado las opciones que tiene el Gobierno en los próximos años entre las cuales destacan: 1) Cooperación técnica y financiera de un organismo internacional, ya sea el Fondo Rotatorio de Naciones Unidas, o el BID; --

2) Continuar el estudio con fondos propios y personal nacional; 3) Convocar a una licitación de compañías mineras.

El suscrito favorece la primera opción, ya que ello permitiría conocer con más exactitud los parámetros de riesgo y asegurar el éxito de una licitación con compañías mineras en caso que los resultados fuesen favorables.

4.2 El Salvador

4.2.1 PNUD. Se mencionó anteriormente que el PNUD en El Salvador llevó a cabo entre 1967 y 1972 un proyecto regional de exploración minera de toda la faja norte incluyendo el área aquí incluida en el Proyecto TRIFINIO. Este proyecto siguió los mismos lineamientos que el proyecto de Guatemala antes descrito, que se inició con un muestreo geoquímico sistemático de sedimentos fluviales. Se analizaron las muestras para Pb, Zn, Cu y Mo, pero no para oro y plata. Los datos en ppm (partes por millón) fueron procesados estadística-mente utilizando el método de Lepeltier, de frecuencias acumuladas para así determinar los valores normales o de fondo y los valores anómalos.

La densidad de muestreo fue de 1.2 km² por cada muestra, lo cual es más que adecuado. Toda esta información fue ploteada en mapas 1:100,000 en los cuales se ilustran las áreas anómalas y el tipo de anomalía (Pb, Zn, Cu, Mo).

El área del TRIFINIO muestra cinco anomalías de Pb-Zn en el área de Meta-pan y Citala y tres de cobre. Casi todas estas anomalías están relacionadas con los cuerpos ígneos Terciarios de el Cerro Gueguecho, San Juan, El Brujo y Quebrada El Pital, Citala. Es interesante notar que de 37 anomalías en toda la franja norte, 11 son de primera prioridad y de ella, 8 están ubicadas dentro del área de este estudio. Véase la Tabla que sigue:

Tabla - Valores Anómalos - Area TRIFINIO

<u>Anomalía</u>	<u>Nombre</u>	<u>Cu</u>	<u>Zn</u>	<u>Pb</u>	<u>Mo</u>
2	Negritos	80	225	240	1
3	Brujo	900	290	120	2
5	El Tigre	20	170	290	1
6	Hacienda Vieja	200	55	10	1
7	Pomola	280	175	290	2
8	Sta. Inés (Citala)	45	150	75	6
9	Montenegro	50	1000	150	5
11	Sn. Juan Las Minas	70	1100	300	1

Los dos documentos disponibles al autor no mencionan que se haya llevado a cabo ningún trabajo de seguimiento o "follow-up" en ninguna de estas anomalías excepto en Sta. Inés, cerca de Citla. Los resultados de este estudio ya fueron descritos con anterioridad.

4.2.2 Misión Geológica Alemana. La Misión Geológica Alemana, en colaboración con CEIG, llevó a cabo un estudio de los minerales no metálicos de todo El Salvador, pero el suscrito solamente ha tenido oportunidad de estudiar el informe que se titula: Primera Parte, La Industria de Minerales no Metálicos, Rocas y Suelos en El Salvador. Existen otros nueve informes adicionales que aún no se han consultado.

4.2.3 Caliza - Cemento Cessa, S. A. En 1974, el suscrito llevó a cabo una evaluación de varios yacimientos de caliza del área de Metapán, para Cemento Cessa, cuya fábrica está ubicada próxima a la ciudad. El estudio y determinación de reservas se basó en mapeo geológico regional 1:10,000 de 42 kms² y mapeo geológico y muestreo de las áreas llamadas El Espinal y El Colorado, donde se ubicaron a grosso modo, reservas de más de 170 millones de toneladas.

4.2.4 Cerro Tajado - Camagra. Se mencionó anteriormente que Camagra (W. R. Grace) en 1960 efectuó un muestreo exhaustivo del Cerro Tajado y se perforaron 3 sondeos inclinados que no intersectaron la mineralización. El resto de la información geológica ya se describió anteriormente.

4.3 Honduras.

4.3.1 Proyecto Minero - PNUD - Departamento Recursos Minerales. Los departamentos de Nueva Ocotepeque y Copán fueron objeto de un muestreo geoquímico regional por el Proyecto Minero de Naciones Unidas. No se cubrió el área al sur del paralelo 14°30', lo que incluye las hojas de San Marcos Ocotepeque, Nueva Ocotepeque y Montecristo, o sea, más o menos 1,200 kms².

El proyecto inició sus actividades formalmente en diciembre de 1969 y terminó en 1974. Uno de los objetivos principales fue la ejecución de un programa de exploraciones para la búsqueda de minerales metálicos y no metálicos o industriales, utilizando técnicas modernas para la localización y luego, realizar trabajos de investigación y evaluación de las áreas prioritarias. El costo total del proyecto ascendió a \$ 1,062,513. El aporte del gobierno fue todo en especie y sumó 1,343,000 Lempiras. La geología y fotogeología se compiló en hojas 1:50,000 y luego, se preparó un mapa de 1:250,000 cubriendo el

área completa.

Las técnicas que se emplearon fueron las siguientes: 1) Mapeogeológico y fotogeológico(1:50,000). 2) Muestreo geoquímico de sedimentos fluviales, y 3) Estudios detallados de las anomalías geoquímicas por medio de muestreo de suelos, mapeo geológico y trincheras. En esta zona no se efectuaron perforaciones o sondeos.

En el área total del proyecto que cubre 8,000 kms², se recolectaron -- 3,654 muestras de sedimentos fluviales. La densidad de muestreo promedia 1.8 kms²/muestra. Las muestras se analizaron rutinariamente para los siguientes metales: Cu, Pb y Zn y 10% de ellas para Mo.

En el área del proyecto TRIFINIO (88°45' al este y 14°30' al sur), se descubrieron 8 anomalías geoquímicas cuyos nombres siguen: 1) San José; 2) La Florida; 3) Río Blanco; 4) La Cueva; 5) Candelaria (Sta. Marta); 6) Las Monas; 19) Ajagual; 20) Loma de la Puerta.

La Tabla que sigue ilustra el tipo y cantidad de trabajos de detalle que se llevó a cabo en algunas de las anomalías arriba citadas.

Tabla - Trabajos Efectuados por PNUD en Anomalías Geoquímicas, Area TRIFINIO

Región	Area	Geol.	Geoq.	Geof.	Pozos	# Trinch.	Perf.	
		Km ²	Muest.	EM/Mag.			No.	Mts.
Candelaria	Sta. Marta	0.5	336	239/273	-	-	-	-
San José	- -	(x)	(x)	-	-	-	-	-
Las Monas	Las Monas	I 0.5	273	-	-	3	-	-
	" "	II 0.6	496	-	-	2	-	-
	" "	III 0.5	338	-	-	5	-	-
Ajagual		(x)	(x)	-	-	-	-	-
Loma de Puerta		(x)	(x)	-	-	-	-	-

(x) Reconocimiento semi-detallado

El área de Las Monas ya fue descrita en suficiente detalle en 3, 4.2.5 (Pág.31).

En la región de Sta. Marta, próximo a la Aldea Dulce Nombre, se encontraron afloramientos mineralizados y pozos antiguos. Una muestra escogida en -- uno de los pozos analizó: Cobre, 1.1% Zinc, 0.8%; Plata, 42 ppm; Molibdeno -- 450 ppm. El área se encuentra cubierta por calizas y conglomerados de caliza y pizarras de color rojo. El muestreo de suelos arrojó valores anómalos de -- cobre, plomo y zinc, aunque las anomalías son débiles. El estudio Turam indi-

có la presencia de conductores cortos coincidiendo con las anomalías geoquímicas. Los resultados no fueron halagadores y no se recomendó que se continuase con los estudios.

4.3.2 Lignito CONADI. La Corporación Nacional de Inversiones hizo un estudio de pre-factibilidad cuyo objetivo es la producción de lignito del yacimiento situado cerca de la Aldea San Antonio Ocatepeque. El Ing. Rainiery Elvir llevó a cabo el proyecto en 1976 y posteriormente en 1978, CONADI obtuvo la asistencia técnica de X. Rey Jouvin, experto de UNIDO. Ya se ha presentado -- con anterioridad los datos geológicos y reservas de este yacimiento.

El experto Jouvin plantea los siguientes usos para el lignito: 1) Generación de energía eléctrica, de 15 - 20 MW; 2) Fabricación de cemento; 3) Fabricación de briquetas para uso doméstico y 4) Utilización como fertilizante.

Primeramente se efectuó un mapeo geológico detallado y posteriormente dice Elvir (1977), se perforaron 61 pozos (Jouvin dice 30), con recuperación continua de testigos con un total de 2140.26 metros, con una profundidad promedio de 59 m. Los pozos se perforaron con malla de 200 x 400 metros.

La explotación a cielo abierto es dudosa, ya que el material estéril que cubre al lignito guarda una relación mayor de 10/1. Otro factor económico negativo es el bajo poder calorífico del lignito, lo que no permite el transporte a larga distancia y se puede encender espontáneamente, si no se toman precauciones.

Otros factores importantes que desfavorece su explotación industrial es que las reservas de mineral no son suficientemente grandes y un costo de producción elevado.

Debido a las escasas reservas, no es factible usarlo en generación de energía eléctrica donde las unidades mínimas son de 600 a 900 MW.

La utilización del lignito en la fabricación del cemento tiene sus limitantes serios pues no se puede construir una fábrica de cemento, que en la actualidad costaría no menos de \$ 40 millones, cerca de un yacimiento tan pequeño de lignito. Además, la caliza más cercana está a 70 kms de distancia, lo que significa que habría que transportar el lignito hasta La Florida, lo cual es un riesgo porque puede encenderse espontáneamente si no se toman precauciones especiales.

Estima el autor que el mejor uso que se le puede dar al lignito es producirlo en pequeña escala y fabricar briquetas o "ladrillos" de lignito, si éste puede aglutinarse sólo ejerciendo gran presión. Es necesario hacer pruebas para determinar si el lignito se puede quemar libremente sin olores o humo desagradable.

V RECURSOS GEOTERMICOS

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica de Honduras ha perforado un pozo geotérmico en la proximidad de Platanares, Quebrada de Agua Caliente, cuyas coordenadas en la hoja de Sta. Rosa de Copán son: $X = 2924$, $Y = 1632.7$, siguiendo el mismo camino que se dirige a la mina San Andrés. Convendría conseguir los datos de la profundidad del pozo y temperaturas medidas.

Regionalmente, las estructuras geológicas que presentan las mejores perspectivas son: 1) Graben de Ipala y 2) La zona de fallas Jocotán-Chamelecón. - Efectivamente, el INDE ha efectuado análisis geoquímicos de aguas calientes en la vecindad del volcán Ixtepeque, valle de Ipala y en Aguamecate, próximo a Camotán. Los análisis de estas muestras son unos geotermómetros que indican indirectamente las temperaturas del vapor en profundidad. Para Ixtepeque se estiman 165° y para Aguamecate 180° , temperaturas excelentes para la generación de energía eléctrica. Convendría establecer pláticas con el INDE en Guatemala, sobre un posible proyecto geotérmico regional y la manera de financiarlo.

VI RIESGOS GEOLOGICOS

Se comentan aquí brevemente las condiciones geológicas que pudiesen producir sismos de origen tectónico o bien, erupciones volcánicas.

6.1 Erupciones Volcánicas

El mapa geológico muestra el extenso recubrimiento de rocas volcánicas Cuaternarias dentro de, y en los flancos del graben de Ipala. Este volcanismo, en su fase final rellenó el graben o depresión geológica por intensa actividad de varios grandes conos como Ipala, Ixtepeque, Suchitán - Mataltepe, Cerro Las Víboras y Cerro Mongoy y un sinnúmero de pequeños conos sintérficos. En El Salvador, las rocas volcánicas Recientes se sitúan a lo largo de la depresión del Lago de Guija, donde se encuentran talvéz, los volcanes más

jóvenes, San Diego y Masahuat. La lava del volcán San Diego tiene un recubrimiento vegetal relativamente reciente. En Honduras no hay volcanes recientes.

Se dice que no hay volcán apagado, pero las probabilidades que alguno de los volcanes mencionados inicie actividad o entre en erupción son muy remotas.

6.2 Sismos

Los sismos más devastadores se producen por el movimiento de dos placas de la corteza terrestre a lo largo de una zona de fracturas o fallas. Tal fue el caso del terremoto que afectó Guatemala en 1976 y que resultó del movimiento de la placa de Norte América contra la placa del Caribe. Este terremoto afectó seriamente a Zacapa y a Camotán, que están próximos a las fallas de Motagua y Jocotán. Se cree que la falla de Jocotán pudo haberse movido también. En Chiquimula hay una iglesia colonial que fue destruída posiblemente por el terremoto de Sta. Marta en 1773. El Ing. Julio Kuroiwa elaborará ampliamente sobre este tema en lo que se relaciona con el tipo de construcción y su estabilidad, cuando sometida a un movimiento sísmico.

VII POTENCIAL MINERO

El ambiente geológico y la presencia de minerales metálicos y no metálicos ya conocidos en el área TRIFINIO hacen suponer que la región tiene el potencial de desarrollar sus recursos mineros como son los metales básicos y -- preciosos, así como los minerales no metálicos. Este futuro desarrollo dependerá de la política minera que adopten cada uno de los gobiernos que conduzcan hacia la implementación de la estrategia que hagan realidad los planes de exploración expuestos en este documento.

El análisis del potencial minero de la región del TRIFINIO se ha hecho en párrafos anteriores al describir el marco geológico regional favorable en que se encuentran los diferentes tipos de yacimientos minerales, así como los resultados de los diferentes proyectos de exploración realizados. La cartografía metalogénica nos dice no sólo dónde se ubican los diferentes tipos de depósitos metálicos y no metálicos, sino también las áreas donde se puede esperar el descubrimiento de nuevos yacimientos en cada una de las provincias metalogénicas.

Los organismos estatales generalmente tienen sus planes propios de investigación minera por lo que se recomienda que se estructuren planes de desa---

rollo integrado que soliciten la participación de organismos internacionales como el Fondo Rotatorio de Naciones Unidas, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial. Los proyectos de desarrollo multinacional siempre han tenido especial interés para entidades financieras como el B.I.D. y el Banco Mundial.

Para desarrollar una región como el TRIFINIO, los Gobiernos deben promulgar leyes que tomen muy en cuenta los incentivos y garantías necesarios para el inversionista. Ello hace necesario revisar no sólo los códigos mineros de los tres países sino igualmente la ley del impuesto sobre la renta. Entre -- los incentivos que deben contener esas leyes se mencionan: 1) Exención de impuestos por un período de "x", o bien, depreciación acelerada; 2) La regalía debe servir más que nada para controlar las ganancias excesivas (más del 25 ó 30 por ciento de ganancias netas sobre la inversión inicial; 3) Deducción por agotamiento del recurso no renovable con objeto de motivar al inversionista a gastar dicho dinero en exploración de otros yacimientos.

También debe protegerse al pequeño minero para que desarrolle actividades artesanales u operaciones rudimentarias de explotación de minerales no metálicos y oro aluvial. Preferiblemente, esta ley de la pequeña minería no debe incluir explotaciones de minerales preciosos o básicos ya que por lo complejo de sus operaciones no funcionan con eficiencia y más bien, obstaculizan proyectos de mayor envergadura. Finalmente, las dependencias estatales deben apoyar o fortalecer sus investigaciones mineras con consultores de mucha experiencia - que evalúen periódicamente la marcha de los proyectos en operación y propongan nuevos proyectos.

La planificación debe considerar de gran importancia los problemas inherentes a la adquisición y desarrollo de conocimientos tecnológicos del sector minero incluyendo la formación de recursos humanos. Esto puede y se ha estado realizando, con un programa de becas y apoyando las instituciones estatales con expertos internacionales o nacionales.

Finalmente, las leyes mineras de los tres países deben crear los mecanismos adecuados para fomentar las inversiones mineras dentro de la banca privada y creando un Banco Minero, que fomente inversiones en este campo.

Las cifras de producción y reservas de mineral de varios yacimientos aban

donados de metales básicos y preciosos y minerales industriales no dejan duda sobre el potencial minero de la región. Se han descrito yacimientos de metales preciosos como San Pantaleón (Ag-Pb-Zn-Cu), El Pato-El Poxte (Au-Ag), San Andrés (Au-Ag), y varias otras minas con reservas probadas de Pb-Zn-Ag-Cu, como Tajo de Montenegro, Ballena, Peñasco y Santa Sofía. En El Salvador hay varias minas antiguas de este tipo que permanecen inactivas como San Juan (Pb-Zn-Ag), Tajado (Ag-Au) y San Casimiro (Pb-Zn-Cu). En Honduras, la mina San Andrés que produce oro y plata por medio de una operación a tajo abierto es la única mina operando en toda la región. Las Monas en Honduras, es un buen prospecto que merece una atención inmediata, así como la mina abandonada de antimonio llamada El Quetzal y varios prospectos mineros de antimonio de la región.

7.1 Producción del Sector Minero

Ya se mencionó anteriormente que la única mina de minerales metálicos que se encuentra operando en la actualidad es la mina San Andrés, Copán, Honduras. Hay varias otras pequeñas operaciones de minerales no metálicos cuya producción de los últimos cinco años se ilustra en la Tabla que sigue:

Tabla - Producción Minera - Area EL TRIFINIO, 1982 - 1986

Nombre	Mineral	Depto.	1982	1983	Toneladas Métricas			1987
					1984	1985	1986	
Los Cimientos	Bentonita	Chiquimula	3,273	3,320	682	2,727	4,625	
El Camalote	Yeso	"	1,795	682	--	73	273	
La Labor	Yeso	Ocotepeque	?	?	?	?	?	500
Lela Obraje	Ox.Hierro	Chiquimula	3,614	4,159	319	2,334	6,949	?

Se desconoce el valor actual de estos minerales, los cuales se comercializan en su estado natural. Es importante hacer notar que los minerales no metálicos que no han sido objeto de algún tratamiento para aumentar su valor agregado no pueden transportarse grandes distancias. Ejemplo de ello es la bentonita de Los Cimientos, la cual en su estado natural se vende en Q 200/ton. La bentonita activada con sodio se podría exportar a un precio no menor de -- Q 350.00. En cambio, la bentonita importada en Guatemala cuesta en el mercado local Q 1,215, debido al flete marítimo, etc.

En otros casos, como el yeso de La Labor, Honduras, el precio del yeso -

comprado por las fábricas de cemento de El Salvador, es tan bajo que el negocio no está en la venta del yeso sino en su transporte. La competencia de -- los yacimientos de Guatemala mantienen los precios bajos, lo cual impide hacer inversiones de infraestructuras como un buen camino, que llegue a la parte alta del yacimiento en vez de la parte inferior. La cantera actual se explota de abajo hacia arriba, lo cual es muy peligroso para los mineros.

La mina San Andrés, Copán, produciría más o menos 52,000 gramos de oro anualmente, o sea US\$ 780,000.

Cemento Cessa y Cemento Maya en El Salvador, son los dos únicos complejos industriales de la región cuyas plantas de cemento producen 1200 y 700 toneladas diarias de clinker. Ello significa que en las canteras de caliza se extraen en ambas fábricas, no menos de 3,600 toneladas por día. En El Salvador no hay yeso así que ambas fábricas compran de Guatemala, principalmente, cerca de 28,500 toneladas anualmente, y Cessa compra más de 5,000 toneladas anuales de mineral de hierro con 60%. Este año Cessa hizo un contrato con Salomón Pleitez de La Labor, para comprarle 500 toneladas de yeso de Honduras. -- Casi todo el yeso que consumen estas dos fábricas viene de el Río Chixoy, a más de 200 kms. de Metapán. En cambio, el yeso de Chiquimula, del cual se recibe menos del 10% del consumo, está a sólo 70 u 80 kms. de distancia. Sin embargo, las fábricas de cemento de El Salvador favorecen el yeso de Chixoy, pues éste es más puro y no tienen problemas como el de Chiquimula, que a veces llega mezclado con lutitas o areniscas.

7.2 Proyecto Exploración Minera Regional

Tomando en consideración los ambientes geológicos de los yacimientos minerales existentes en la región, así como su distribución a menor escala en distritos mineros y a mayor escala en provincias metalogenéticas, se han recomendado los proyectos que se enumeran a continuación.

Siendo que el PNUD ha efectuado ya un recubrimiento de casi el 90% del área del TRIFINIO con un reconocimiento geoquímico fluvial y seguimiento a detalle de las anomalías resultantes, considera el autor que este tipo de proyecto de exploración minera regional no es necesario. Únicamente las hojas del Sur de Honduras, San Marcos Ocotepeque, Nueva Ocotepeque y Montecristo no han sido cubiertas por este tipo de exploración regional. Sin embargo, dado

el alto precio del oro y plata en el mercado mundial y los problemas sociales en Africa del Sur, considera el suscrito la conveniencia de estructurar un plan regional multinacional de prospección de oro y plata en el ambiente volcánico Terciario.

Las rocas volcánicas Terciarias abarcan no menos del 50% del área del TRIFINIO. El plan de exploración se orientaría e implementaría en la siguiente forma:

- a) Reanalizar para Au y Ag todas las muestras de los proyectos regionales del PNUD que se ubican dentro de las rocas volcánicas.

Si estas muestras no estuviesen disponibles, se recogerían nuevas muestras con objeto de dar un recubrimiento uniforme. Se recogerían nuevas muestras en los tres cuadrantes de Honduras que no han sido muestreadas.

- b) Mapeo geológico regional y fotogeología con objeto de diferenciar rocas volcánicas pre y post mineralización. Se haría énfasis en zonas muy fracturadas observadas en fotos aéreas recientes o fotos de satélites. El mapeo geológico pondría especial atención a extensas áreas de alteración hidrotermal como el área de la mina San Andrés. Este proyecto se ubicaría casi en su totalidad en la provincia metalogenética de las Mesetas Volcánicas y partes de la N-2 o Sierras del Norte.

La finalidad de este proyecto es identificar áreas u objetivos específicos y establecer prioridades para una segunda fase. Se estima que la primera fase costaría no menos de US\$ 800,000. La segunda fase tendrían una duración acorde con el número de objetivos de primera prioridad y su costo es más difícil de precisar. Si se asume que se investigarían 4 objetivos y que en cada objetivo se perforarían 2,000 metros, el costo total sería de US\$ 2,400,000 solamente para la segunda fase.

7.3 Proyectos de Desarrollo - Corto Plazo

Los proyectos de desarrollo a corto plazo se estima que pudieran implementarse en períodos de 1 a 2 años. Algunos de los proyectos son estudios - de pre-factibilidad como el de El Pato, Los Cimientos y El Carbón, otros son programas de exploración detallada como Las Monas.

7.3.1 Yeso y Bentonita. Es necesario proveer asistencia técnica y financiera a las explotaciones artesanales de yeso y bentonita para que mejoren sus prácticas de extracción en las canteras y puedan vender la bentonita semi procesada, con objeto de aumenta su valor.

7.3.2 Bentonita - Los Cimientos. Se hace necesario revisar y actualizar el estudio de pre-factibilidad de los yacimientos de bentonita de Los Cimientos, que efectuaron los japoneses en 1982, ya que se considera que el cos to de la inversión calculado por ellos es demasiado alta y la tasa interna de retorno muy baja (11%). Debe enfocarse el estudio, talvez, hacia una inver-- sión menor pero mejorando la tasa interna de retorno. Se especula, si la inversión en 1982 hubiese sido de 15 millones ¿cuál sería actualmente? y si la bentonita se podía vender en \$ 130/tonelada, ¿cuánto vale ahora?

7.3.3 Caliza-La Florida. Si existe el mercado para cal de construcción y cal para la industria azucarera del Valle de Sula, hay que analizar la conve niencia de construir varios hornos de cal en el área de La Florida, pues en es te lugar existen vastos yacimientos de caliza. Como se dijo anteriormente, se puede analizar la conveniencia de usar el carbón de San Antonio Ocotepaque o bien, aserrín de los aserraderos como combustible.

7.3.4 Lignito - San Antonio. Se recomienda que se efectúe un reanáli^{si} sis de la conveniencia de explotar este yacimiento en pequeña escala utilizan do únicamente las reservas donde el lignito aflora en la superficie o bien, - tiene una delgada capa de recubrimiento. Deben efectuarse pruebas para fabri^{ca} car briquetas que pudiesen utilizarse como combustible de cocina y combusti-- ble para hornos de cal con objeto de substituir la leña y aminorar la defores^{ta} ción.

7.3.5 Mármol - Metapan. El mármol de el Cerro El Calichal cerca de la Aldea El Zapote, jurisdicción de Metapán, tiene potencial para una comerciali^{za} ción de planchas de mármol decorativo. Las reservas son inagotables pero - es necesario analizar el grado de fracturamiento de la roca con objeto de apre^{he}

ciar el tamaño de bloques y el desperdicio que resultaría al cortar u obtener bloques más pequeños.

7.3.6 Oro - El Pato-El Poxte. El yacimiento aurífero de El Pato-El Poxte continuará en la fase de exploración y estudio de pre-factibilidad en los próximos dos años, ya sea que lo financie el Fondo Rotatorio o bien, el Gobierno de Guatemala. Durante este período se completarían las perforaciones a diamantina y probablemente, se excavarían túneles para comprobar la continuidad y ley del mineral bajo la superficie. Este proyecto se estima que costaría US\$ 1,000,000.

7.3.7 Antimonio - El Carrizal. El antimonio de la Aldea El Carrizal en la vecindad de Olopa probablemente entrará en producción en los próximos dos años. Se estima que pueda exportar cerca de 1500 toneladas anuales, ya sea como mineral escogido con un 35 a 40% de antimonio, o si la empresa instala un pequeño molino y mesa concentradora, podría aumentar la ley del concentrado a 65% de antimonio.

7.3.8 Au-Ag - Las Monas. Los datos geológicos y geoquímicos presentados anteriormente obligan a recomendar que el Ministerio de Recursos Naturales o la empresa privada analice a conciencia esta información. Particularmente, es necesario ubicar las trincheras de las Monas IV y V que excavó el Depto. de Geología de la Dirección de Minas e Hidrocarburos, y efectuar una comprobación de los análisis de oro y plata. Luego deben seguirse las recomendaciones expuestas en la sección 3.4.2.5, Pág. 31.

7.4 Proyectos de Desarrollo a Largo y Mediano Plazo.

En este grupo se incluirían los estudios de factibilidad de El Pato - El Poxte, y Tajo de Montenegro a mediano plazo y el desarrollo y construcción de las plantas de proceso a largo plazo, de ambas minas. Si el estudio de factibilidad actualizado del yacimiento de bentonita es positivo, se consideraría la explotación y procesamiento de este minera para una explotación en gran escala. Considera el autor que deben prepararse documentos de las minas abandonadas San Pantaleón (Guatemala) y San Juan, Tajado y San Casimiro en El Salvador así como Nueva Idria y Mina Quetzal, en Honduras con un estimado de reservas y ley promedio que midan los costos de rehabilitación de dichas minas y sus posibles

beneficios. Todas estas minas con metales básicos tienen buenas perspectivas de explotación por el contenido de plata y algunas, oro.

El futuro desarrollo de Las Monas dependerá del estudio o exploración - que se lleve a cabo a corto plazo.

7.4.1 Oro - El Pato-El Poxte. Las reservas no confirmadas o probables y posibles de las 400,000 toneladas y los promedios de 11.78 g/tm Au y 8.23 g/tm Ag, permiten visualizar una mina de oro pequeña de 100 a 150 toneladas diarias de producción.

Estudios preliminares indican que una planta de proceso con todas sus - obras de infraestructura costaría actualmente (1987) no menos de \$ 1,600,000. Aún no se han hecho cálculos sobre el costo de desarrollo de la mina y equipo pero se estima que sería no menor de los \$ 1,400,000, lo que indica una - inversión de aproximadamente \$ 3,000,000 que, a plazo de 4 años, sería 4 ó 5 millones de dólares. Las reservas de El Pato - El Poxte tienen un valor estimado actual de 44 millones de dólares. Aún no se han efectuado análisis - financieros del flujo de caja y tasa interna de retorno.

7.4.2 Pb-Zn-Ag - Tajo de Montenegro, Ballena, etc. La explotación de estas minas a mediano o largo plazo dependerá mucho de los precios de los metales, particularmente de el zinc y plomo, y de la posible habilitación de la mina San Pantaleón, que ha producido más de 20 millones de onzas de plata. Se recomienda que la explotación de estas minas de plomo, zinc y plata se haga conjuntamente con la explotación de la mina San Pantaleón, cuyos valores - de plata son mucho más altos.

El estudio de pre-factibilidad efectuado por Tormex en 1975 comprobó la existencia de reservas que se tabulan en la página 58, de este informe.

Williams estimó que el mineral de Tajo de Montenegro, Ballena, Peñascos y Santa Sofía puede explotarse a tajo abierto. De las reservas cubiertas se estima que 1,645,600 toneladas métricas son amenas a una explotación abierta cuyo recubrimiento de roca estéril es de 8,200,000 ton lo cual resulta en -- una relación de 5 toneladas de material estéril a 1 de mineral.

La capacidad del molino se calcula de acuerdo a las reservas existentes y a parámetros económicos óptimos. Se estima que la planta tendría una capa

cidad de 550 ton. métricas con un diseño para aumentarla a 750 ó 1000 ton. y la mina tendría una vida de 9 años.

El promedio de costos calculados por Williams en 1975 y los precios de los metales en 1975, ya fueron citados en el párrafo 4.1.5.

El retorno neto de fundición basado en estos precios fue de:

Tabla - Ingresos Brutos Minas de Pb-Ag-Cu - Anuales		Años 1 al 3	4 al 5	6 al 9
Conc.	Pb (Ag)	\$ 842,000	\$ 1,041,000	\$ 2,188,000
	Zn (Ag)	2,733,000	1,879,000	1,140,000
	Cu	754,000	- - -	- - -
		<u>\$ 4,369,000</u>	<u>\$ 2,920,000</u>	<u>\$ 3,328,000</u>

El capital invertido hasta el año 1975 fue de \$ 2,500,000, y para habilitar la mina y construir la planta y obras de infraestructura es necesario hacer una inversión adicional de \$ 8,044,000 de dólares.

Las utilidades netas anuales se aprecian en la Tabla de arriba.

Con un retorno neto de la fundición de \$ 32,259,000 se ha estimado que las ganancias netas, después del pago de regalías e impuestos, serían de --- \$ 13,391,000. Si se deduce la inversión de \$ 8,044,000 se obtiene una ganancia neta de \$ 5,347,000 dólares.

Según las cifras proporcionadas por Williams, se ha calculado la tasa interna de retorno anual:

Años	Utilidades Anuales	Inversión	Tasa %
1 al 3	\$ 1,456,330	\$ 8,044,000	18 "
4 y 5	1,460,000	" "	18 "
6 al 9	1,109,330	" "	14 "

Estas tasas de retorno son muy bajas para una inversión minera de riesgo donde los valores o precios de los metales fluctúan mucho y aparentemente, sin un patrón predecible.

Es necesario actualizar este estudio de pre-factibilidad considerando un incremento de costos de capital y los actuales precios de los metales. - Debier n hacerse cálculos eliminando las regalías y un período de 4 a 5 años de liberación de impuestos.

FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Falla Jocotán, Guatemala. Vista al Noreste



Foto 2. Falla Jocotán y Canteras de Yeso, Guatemala



Foto 3. Mina de Oro, San Andrés, Copán, Honduras.
Vista al Norte.



Foto 4. Mina San Andrés - Planta de Tratamiento.



Foto 5. Cantera de Bentonita - Cimientos, Guatemala



Foto 6. Almacenamiento de Bentonita, Cruce Caminos a Cimientos y Chiquimula - Ipala



Foto 7. Valle San Antonio - Formaciones Volcano-Sedimentarias. Yacimiento Carbón, Honduras. Vista al Norte.



Foto 8. Yacimiento de Carbón - San Antonio, Ocotepeque, Honduras. Vista al Norte



Foto 9. Yacimiento Yeso, La Labor, Ocotepeque - Honduras.



Foto 10. Horno Cal. Río Idolo, Próximo Cantera Yeso
Ocotepeque, Honduras.

LITERATURA

1. Dengo, G., 1973, Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfológica de América Central, A.I.D., México.
2. Elvir, Reiniery, 1977, Resumen del Informe Técnico de la Exploración de Carbón en el Sector de San Antonio, Ocotepeque.
3. 1980, Informe de Estudio, Exploración Minera en Chiquimula, Mataquescuintla y Llano del Coyote, Primera Fase, Japan International Cooperation Agency, Tokyo.
4. 1981, Informe del Estudio, Exploración Minera en Chiquimula, Mataquescuintla y Llano del Coyote, Segunda Fase, Japan International Cooperation Agency, Tokyo.
5. 1982, Informe del Estudio Exploración Minera en Chiquimula, Mataquescuintla y Llano del Coyote, Tercera Fase, Japan International Cooperation Agency, Tokyo.
6. 1982, Informe del Estudio Exploración Minera en Chiquimula, Mataquescuintla, y Llano del Coyote, Informe - General, Japan International Cooperation Agency, Tokyo.
7. 1982, Los Cimientos Bentonite, Regional Development Planning Project in Chiquimula, Republic of Guatemala, Japan International Cooperation Agency, Tokyo.
8. Jouvin, X. Rey, 1978, Informe Preliminar sobre la Factibilidad de la Producción de Lignito en San Antonio Ocotepeque y su Utilización Posible, Unido.
9. Kesler, S., Levy, E., y Martin, G., 1987, "Metallogenic Evolution of the Caribbean Region" G.S.A. (Inédito).
10. Levy, Enrique, 1970. Estudios Metalogenéticos de América Central, Publ. Geológicas del ICAITI, No. III, Guatemala.
11. Levy, E. 1974, Mapeo Geológico, Investigación Yacimientos de Caliza, Metapán, El Salvador. San Salvador.
12. Levy, E. y otros, 1977, Diagnóstico del Sector Minero de la República Dominicana, O.E.A., Washington, D. C.
13. Levy, E. y otros, 1978, Diagnóstico del Sector Minero de Costa Rica, O.E.A., Washington, D. C.
14. Levy, E., 1984, Geology & Mineral Deposits of Central America, Akron, Ohio. (Inédito).

LITERATURA

-2-

15. Malfait, B. T., and Dinkelman, M. G., 1972, Circum Caribbean Tectonic and Igneous Activity and the Evolution of the Caribbean Plate, G.S.A. Bull 83.
16. 1985, Informe Progreso Exploración Minera, Yacimientos de Oro y Plata, El Pato-El Poxte, Depto. de Chiquimula, Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.
17. 1986, Informe Progreso Exploración Minera, Yacimientos de Oro y Plata El Pato-El Poxte, Depto. de Chiquimula, Segunda Fase, Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.
18. 1967, Estudio de Minerales en Dos Areas Seleccionadas de Guatemala, Levantamiento Geoquímico de Sedimentos Fluviales, Vol. II, PNUD, Guatemala.
19. 1969, Evaluación de los Minerales en el Norte, El Salvador, Descripción de Yacimientos Minerales (English) PNUD, San Salvador.
20. 1969, Evaluación de los Depósitos Minerales en El Norte, El Salvador, Reconocimiento Geoquímico Regional, PNUD, San Salvador.
21. 1970, A Review of Exploration Results at San Ramón, El Salvador (Anomaly #8, Sta. Inés). PNUD, San Salvador.
22. 1971, Exploración del Tercerón, Guatemala, Vol. II PNUD, New York.
23. 1971, Estudio de Antiguas Minas, Abandonadas y en Exploración, Vol. II, Guatemala, PNUD, New York.
24. 1971, Informe Sobre los Resultados, Conclusiones y Recomendaciones del Proyecto Minero de Guatemala, PNUD, Guatemala.
25. 1972, The Regional Geology of Northwestern Honduras, PNUD, New York.
26. 1973, Investigación de los Recursos Minerales en Areas Seleccionadas, Honduras, PNUD, Tegucigalpa.
27. 1974, Investigation of Mineral Resources in Selected Areas, Las Monas Region, Honduras, PNUD. New York.
28. 1975, Investigación de los Recursos Minerales en Areas Seleccionadas, Honduras. Conclusiones y Recomendaciones - del Proyecto. PNUD, Tegucigalpa.

LITERATURA

-3-

29. Roberts R.J., and Irving E.M., 1957, Mineral Deposits of Central America, U.S. Geol. Survey Bull. 1034, Washington, D. C.
30. 1960, Mineral Facts & Problems, Bull. 585, Bureau of Mines, Washington.
31. 1973, La Industria de Minerales No Metálicos, Rocas y Suelos en El Salvador. Servicio Geológico Alemán, Hannover.
32. Svanholm John, 1970, Mineral Resources Investigation, Honduras. Final Report, PNUD - Tegucigalpa.
33. William H., McBirney A.R., 1969, Volcanic History of Honduras, University of California Press, Berkley and Los Angeles.
34. Weyl R., 1981, Geology and Ore Deposits of Central America.

A P E N D I C E I

ITINERARIO

Viaje de Campo - Julio 26

Fecha

- Julio 25 - Guatemala-Esquipulas, Agua Caliente
Distrito Minero Concepción Las Minas
Visita Minas San Vicente y Atutilca
Sr. José Iten, Chiquimula

- Jul. 26 - Chiquimula - Ruinas Catedral Colonial
Los Cimientos, depósito de bentonita
La Joya, depósito de yeso
Ipala-Asunción Mita-San Cristóbal
Santa Ana

- Jul. 27 - Sta. Ana-Metapán, visita a las dos
Compañías de cemento
Ing. Roberto Batista
Ing. Jorge Alvarez
Metapán-San Salvador

- Jul. 28 - San Salvador - Visita al CEIG
Ing. Carlos Aguilar
Lic. Reyes
Visita Ing. Benjamín Valiente, Cessa
Visita Ing. Edgar Parker, ex-Jefe CEIG

- Jul. 29 - San Salvador-El Poy-Nueva Ocotepeque
Visita Cantera Yeso La Labor
Lic. Pedro Mejía

- Jul. 30 - Nueva Ocotepeque-Sta. Rosa Copán
Visita San Antonio, depósito de Lignito
Lic. Pedro Mejía
Sr. Salomón Pleitez
Visita Mina Sn. Andrés, Oro
Mr. Doug. Blum

- Jul. 31 - Sta. Rosa Copán-La Entrada
Calizas - La Florida
La Entrada-Copán Ruinas
Copán Ruinas-Jocotán-Chiquimula
Concesionario Mina de Antimonio
Sr. Carlos Orellana
Guatemala.







FECHA DE DEVOLUCION

22 FEB 1988

IICA
DT-3

Autor

Título Diagnóstico mineralógico de
la región del Trifinio

Fecha
Devolución

Nombre del solicitante

