

7  
/

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**YACIMIENTOS DE MANGANESO  
EN MEXICO**

**T E S I S**  
que para obtener el título de  
**INGENIERO GEOLOGO**  
**P R E S E N T A**  
**Sergio A. J. Fernández Del Olmo**

**MEXICO, D. F.**

**1980**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-153

Al Pasante señor **SERGIO ALBERTO J. IERNADEZ DEL OLMO**  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Prof. Ing. Germán Arriaga García, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de INGENIERO GEOLOGO.

**"YACIMIENTOS DE MANGANESO EN MEXICO"**

- I. Generalidades
- II. Clasificación de los tipos de yacimientos
- III. El manganeso en México
- IV. Conclusiones

**Bibliografía**

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

Atentamente,  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D. F., a 5 de enero de 1978  
EL DIRECTOR

ING. ENRIQUE DEL VALLE CALDERON

## I N D I C E

	Página
ANTECEDENTES	1
I. GENERALIDADES	2
I.1 INTRODUCCION	3
I.2 HISTORIA DEL MANGANESO	8
EMPLEO DEL MANGANESO	13
II. CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE YACIMIENTOS	21
III. EL MANGANESO EN MEXICO	57
BAJA CALIFORNIA	58
CHIHUAHUA	71
DURANGO	91
HIDALGO	102
JALISCO	110
SAN LUIS POTOSI	129
SONORA	134
ZACATECAS	149
IV. CONCLUSIONES	162
BIBLIOGRAFIA	165

## ANTECEDENTES.

En la actualidad los geólogos, ingenieros geólogos, ingenieros mineros y otras personas relacionadas con la localización y explotación de minerales, se encuentran continuamente ante la necesidad y/o inquietud de conocer las generalidades más importantes de ciertos minerales en determinados momentos.

Dado que realizar un trabajo de investigación de esta índole requiere de una buena inversión de tiempo, se hace necesario que existan escritos que no sean demasiado breves, en los que las personas interesadas se puedan auxiliar para obtener la información necesaria en el momento en que se hace indispensable, tanto para profesionales como para estudiantes.

En el presente trabajo se presenta una recopilación de conocimientos tomados de escritos, visitas y comunicaciones orales, con el objeto de ilustrar las principales características de distribución, origen y forma e importancia de algunos yacimientos de manganeso en México, además una clasificación de cada uno de los yacimientos mencionados.

**CAPITULO I****GENERALIDADES**

## 1. INTRODUCCION.

El manganeso es un mineral metálico ferroso que se encuentra como decimosexto elemento en orden de abundancia en la corteza terrestre (1), se presenta asociado a los tres principales tipos de rocas; sin embargo, se encuentra esencialmente en las rocas ígneas, abarcando el 0.1% de su composición — promedio, ocupando así el decimosegundo lugar en orden de abundancia en la clasificación de Clarke y Washington.

Existen aproximadamente 125 distintos minerales de manganeso, siendo los más importantes los siguientes:

<u>Mineral</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Mineral</u>	<u>Fórmula</u>
Braunita	$3\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_3\text{Mn}$	Pirolusita	$\text{MnO}_2$
Hausmanita	$\text{MnO} \cdot \text{Mn}_2\text{O}_3$	Psilomelano	$\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
Kutnahorita	$\text{Ca} \cdot \text{Mn} (\text{CO}_3)$	Rodocrosita	$\text{Mn CO}_3$
Manganita	$\text{MnO} (\text{OH})$ o $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rodonita	$\text{Mn SiO}_3$
Manganocalcita	$\text{MnCa}(\text{CO}_3)_2$		
Neotosita	silicato hidratado	Wad	Óxidos de manganeso hidratado.

El Departamento de Minas de E.U.A., ha nominado a el mineral de manganeso de acuerdo con la pureza que contiene de la siguiente manera:

"Mineral de Manganeso" (Manganese Ore).- Es aquel mineral que contiene más de 35.0% de manganeso.

"Mineral de Manganeso Ferruginoso" (Ferruginous Manganese Ore).- Se refiere a todo el mineral que contiene entre 10% y 35% de manganeso.

"Mineral de Hierro Manganifero" (Manganiferous Iron Ore). Se refiere a aquel mineral con contenido de Mn. menor de 10%.

En lo. tres casos mencionados, se puede hacer referencia a un material previamente concentrado o nodulizado, cuyo contenido de hierro puede ser muy bajo o nulo, sin perder por esto su validez los últimos términos.

Generalmente se denomina "Mineral Manganesifero" a el que contiene entre 35% y 5% de manganeso, sin embargo, en gran cantidad de industrias se utiliza este término para el mi

neral en que el contenido de manganeso baja hasta el 2%.

La explotación del manganeso es para México al igual que en las demás naciones de gran importancia, debido a que su uso es vital en las industrias del hierro y del acero (como se explicará posteriormente).

En 1974, México importó aproximadamente - - - - -  
\$ 17'651,519.00 de mineral de manganeso cuyo contenido en dicho metal es superior a el 45%; \$ 2'570,267 en aleaciones Aluminio-Manganeso en lingotes y \$ 1'324,033 de dióxido de manganeso.

La exportación mexicana de manganeso a diversos países se realizó de la siguiente manera:

( 1974 )

Manganeso concentrado y beneficiado por cualquier sistema con contenido metálico igual o superior a el 38%.

PAISES	CANTIDAD (en Kg)	V A L O R
Colombia	30,613	\$ 7,500
U. S. A.	98'818,504	24'457,580
Francia	27'058,112	6'696,883
Japón	119'040,584	29'611,047
Total	244'947,813	60'773,010

**Dióxido de manganeso en estado natural (Grado Bateria).**

PAIS	CANTIDAD (en Kg.)	V A L O R
Brasil	500,000	\$ 400,000
Costa de Marfil	425,551	329,289
Venezuela	176,238	85,881
Total	1'101,789	815,170

**Dióxido de manganeso concentrado y beneficiado por cualquier sistema (Grado Bateria).**

PAIS	CANTIDAD (en Kg.)	V A L O R
Argentina	487	359
Brasil	510	329
Colombia	4'160, 695	3'440,153
Costa de Marfil	100,000	73,803
Costa Rica	513,483	520,833
Ecuador	441,236	408,171
U. S. A.	1'116,204	769,737
Perú	48,385	83,980
Reino Unido	5,160	3,246
Singapur	2,100	1,486
Venezuela	285,951	224,874
Total	6'674,211	5,526,971

Dados los datos anteriores, es importante hacer — notar que los países industrializados son los mayores consumidores de manganeso y por tanto el mercado de manganeso parece tener las puertas abiertas durante mucho tiempo, ya que todos los países que tiendan a la industrialización dependerán en un buen grado de su industria siderúrgica, siendo en esta última bastante importante el uso del manganeso.

## 2. HISTORIA DEL MANGANESO

El manganeso se utilizaba en forma de óxido, por los griegos, romanos y egipcios para colorear tanto el vidrio como la cerámica.

En México, desde la época de la colonia ya se conocían yacimientos de manganeso, pero en general no se les prestó ninguna atención, siendo hasta 1914, con motivo de la primera guerra mundial cuando se inició en forma la explotación de los yacimientos de este mineral, con el aliciente de un mercado estable.

Fué entonces cuando la iniciativa privada realizó las primeras inversiones importantes en la exploración, desarrollo y explotación de yacimientos.

Aunque desde 1840 se había descubierto la aplicación del manganeso en la industria siderúrgica, en México no se había desarrollado.

En los inicios de los 40's, gran parte de la República Mexicana tenía explotación activa de yacimientos de mangane-

so: Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Chihuahua, Jalisco, Sonora, Zacatecas, Durango, Edo. de México, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Baja California Sur, Coahuila, Guerrero, Guanajuato, Querétaro, Sinaloa y Morelos.

Para 1949, los yacimientos de Lucifer, Baja California, presentaban gran importancia.

En 1956, la importancia de la producción de manganeso se encontraba en el siguiente orden:

- 1) Mulagó, Baja California
- 2) Magdalena y Agua Prieta, Sonora
- 3) San Buenaventura, Janos, Parral y Allende, Chihuahua.
- 4) Concepción y Villa de Cos, Zacatecas
- 5) Santo Domingo, San Luis Potosí
- 6) Autlán y San Miguel el Alto, Jalisco
- 7) Nochistlán, Oaxaca.

Sin embargo, en 1965, el yacimiento más importante — era el de Autlán, Jalisco, seguido en orden de importancia por: Terrenates, Chihuahua; Los Organos y Siete Tinajas, Chihuahua; Dinamita, Durango, Casa de Janos, Chihuahua y Candela, Durango.

En 1968, en el Estado de Chihuahua se habfan sumado - en la explotación, las siguientes regiones:

Asención, Saucillo y Villa Matamoros, Talamantes que- pasó inmediatamente a ser uno de los yacimientos más importan- tes.

En 1974 la producción se realizaba así:

ESTADOS Y MUNICIPIOS	PRODUCCION
Chihuahua	2,272 Tons. de mineral/mcs.
Buenaventura	1,812
Villa Matamoros	151
Zaragoza	309
Durango	2,006
Lerdo	1,388
Mapimf	540
Tepihuanes	78
Hidalgo	138,380
Molango	130,059
Pachuca	6,170
Xochicoatlán	2,151
Michoacán	146
Coalcomán	146

San Luis Potosí	2,324
Charcas	2,324

Finalmente, en 1977 se extrajeron 175,184 toneladas - de mineral de manganeso, que equivalen a más de 524 millones de pesos. En 1978 se extrajeron 188,340 Toneladas de mineral de manganeso con valor de \$ 473'760,000.00.

El Anuario Estadístico de la Minería Mexicana presenta los últimos datos en relación con la producción de manganeso en México de la siguiente forma:

ESTADOS Y MUNICIPIOS	1977 (Tons)	1978 (Tons)
<u>Chihuahua</u>		
Allende	43	542
San Buenaventura	2,382	1,754
Zaragoza	177	- -
<u>Durango</u>		
Lerdo	1,277	1,072
Mapiá	694	483
Tepehuanes	384	37

Hidalgo

Molango	159,101	172,827
Pachuca	5,150	4,507

Michoacán

Aguila	179	- -
Coalcomán	- -	31

San Luis Potosí

Charcas	4,163	4,294
---------	-------	-------

Zacatecas

Villa de Cos	1,634	2,636
Sombrerete	- -	157

Las exportaciones de mineral de manganeso en 1977 alcanzaron 257,213 toneladas con valor de 307 millones de pesos - y en 1978 se exportaron 198,500 toneladas con valor cercano a - 276 millones de pesos.

Respecto a las importaciones, en 1977 se compraron - 58,000 toneladas con valor cercano a 105 millones de pesos y en 1978 37,500 toneladas con valor de 60 millones de pesos.

## EMPLEO DEL MANGANESO

Los minerales manganesíferos se han clasificado de acuerdo con el uso en tres diferentes grados:

1) Grado Metalúrgico.- Abarca al mineral nodulizado y sinterizado adecuados para la manufactura de ferromanganeso-comercial, manganeso metálico, aleaciones para diferentes aceros especiales, para la elaboración de ciertos compuestos químicos no especificados dentro del manganeso de Grado Químico.- etc.

La especificación promedio es como sigue:

Mn	- 40% (mínimo)
Fe	- 16% (máximo)
Fósforo	- .3% (máximo)
Silicio y Alúmina	- 15% (máximo)
Cu, Pb y Zn	- 1% (Máximo)

2) Grado Batería.- Se trata de dióxido de manganeso que puede ser sintético (calcinado, sinterizado y/o nodulizado), mineral y concentrado adecuados para la manufactura de baterías secas, ya sean de tipo comercial o de tipo militar.

3) Grado Químico.- Se diferencian dos tipos esenciales:

El tipo "A", corresponde al dióxido de manganeso utilizable como oxidante en procesos químicos.

El tipo "B", corresponde al dióxido de manganeso utilizable para la elaboración del permanganato de potasio, igualmente que otros permanganatos. En este tipo de minerales el promedio debe corresponder a la piruluita.

Dos ejemplos de especificaciones del tipo "B" son: P-81 y P-31-R, constituidos de la siguiente manera:

COMPONENTE	P-81	P-31-R
Dióxido de Mn.	85.0 (mínimo)	82.0 (mínimo)
Manganeso	-	53.0
Hierro	3.0 (máximo)	3.0 (máximo)
Sílice	3.0 "	3.0 "
Alúmina	3.0 "	5.0 "
Fósforo	0.1 "	3.0 "
Arsénico	0.05 "	0.10 "

El uso y la oferta en el mercado del manganeso, provocan que la industria no tenga unas especificaciones definidas,-

ya que el mineral que necesita una compaña en un cierto tiempo, muy probablemente diferirá de el mineral que necesita otra en ese mismo tiempo. Aún dentro de una misma compaña, es muy-común que las especificaciones del mineral que se utiliza, varíen con el tiempo.

En la actualidad es importante la utilización del — manganeso en mezclas, ya que imparte a las ferroaleaciones — ciertas propiedades físicas útiles en el proceso de la manufactura, actuando como desoxidante y en grado menor como desulfurante. Al combinarlo con el oxígeno se puede producir un acero bastante libre de óxido de hierro, combinado con azufre sirve para prevenir la formación de sulfuro de hierro, que produce — fragilidad y falta de consistencia en cuanto el metal es una — vez calentado.

En proporciones entre 0.5% y 0.8% de manganeso, se — puede producir un fuerte acero que es fácil de trabajar combi—  
nándose al mismo tiempo con la porción de impurezas y restándole muchos de los efectos dañinos que estas producen.

En la fabricación del acero, el mineral de manganeso es inicialmente fundido en diferentes mezclas con proporciones variables de hierro, carbono y sílice, para producir una gama—

de aceros para muy diversas aplicaciones.

Todos los minerales aprovechables para la manufactura de aleaciones, se han llamado minerales metalúrgicos o de - horno y pueden tener una amplia clasificación en su composición, ya que esta tendrá que realizarse de acuerdo con la mezcla que vaya a ser hecha de ellos.

Las mezclas de hierro son por mucho las más importantes tales como el spiegeleisen, que es una mezcla de hierro — con un bajo porcentaje de manganeso, o como el ferromanganeso, que tiene una proporción mucho más alta de manganeso. Las mezclas, admiten además un contenido variable de sílice y carbono para impedir los efectos que producen el azufre y el fósforo.

Los contenidos promedio de las mezclas se especifican en la siguiente tabla:

Mezclas	Mn (%)	Fe (%)	SiO (X)	C (%)
FERROMANGANESO	50-80	40-8	0.5-1.5	5-7
SPIEGELEISEN	10-35	85-60	1C	4-5
SILICOMANGANESO	55-70	20-5	25	35
SILICOSPIEGEL	20-50	67-43	4-10	1.5-3.5

Existen otras mezclas no ferrosas hechas a base de - manganeso, cobre y aluminio, teniendo estas una gran importancia comercial.

Los grados estándar del ferromanganeso usados en la - manufactura del acero son los siguientes:

#### HIGH CARBON

<u>COMPONENTE</u>	<u>CONTENIDO %</u>
Manganeso	78-82
Hierro	12-16
Carbón	6-8
Silice	1 (máx.)
Fósforo	0.3 (máx.)
Azufre	0.05(máx.)

#### LOW CARBON

<u>COMPONENTE</u>	<u>CONTENIDO %</u>
Manganeso	78-82
Carbón	0.07 (máx.)
Silice	1.0 (máx.)
Fósforo	0.06 (máx.)

## MEDIUM CARBON

<u>COMPONENTE</u>	<u>CONTENIDO %</u>
Manganeso	80-85
Carbón	1.5 (Máx.)
Sílice	1.5 (máx.)

Las mezclas que contienen entre 12% y 17% de manganeso tienen un bajo coeficiente de temperatura de resistencia — eléctrica, las de 8% a 12% de manganeso y 4% de níquel tienen — también un bajo coeficiente de temperatura, por lo cual se aprovechan para fabricar resistencias eléctricas estándar bajo el — nombre de manganeso.

El manganeso metálico se utiliza en la elaboración de latón, bronce manganeso, bronce especial, además de ser adicionado al bronce de aluminio-manganeso.

El manganeso metálico se utiliza como desoxidador de algunos metales, tal es el caso del níquel y otros.

En la industria química se utiliza la pirolusita como oxidante en la manufactura del bromo, oxígeno y el yodo. El — bióxido de manganeso es empleado como oxidante, también en la — manufactura de ciertos productos químicos orgánicos, utilizándose

se preferentemente mineral terroso con alta solubilidad en ácido sulfúrico y que tenga una estructura física que permita una rápida reacción química.

El permanganato de potasio tiene gran importancia en la elaboración de algunos desinfectantes y como agente oxidante en numerosos procesos químicos, tales como la purificación de diferentes gases.

El permanganato de sodio es muy utilizado en la refinación de níquel.

En la producción de vidrio el bióxido de manganeso - tiene gran utilidad para controlar el color, ya que las materias primas que se utilizan en la manufactura contienen pequeñas proporciones de hierro que al convertirse en ferrosilicato le imparten al vidrio una coloración verdosa.

Los secadores que se utilizan en aceites, pinturas - , barnices son generalmente óxidos y sales de manganeso, que - al ser adicionadas a la linaza y a otros aceites producen una rápida absorción del oxígeno.

Existen diferentes compuestos de manganeso que son -

utilizados como pigmentos:

COMPUESTO	COLORACION
Carbonato de manganeso	Blanco
Oxido de manganeso	Verde
Metafosfato de manganeso	Violeta
Pirolusita	Negro

El manganeso se utiliza en forma pura o como sulfato para fertilizar los suelos, según convenga en diferentes casos. Produce magníficos resultados en el ablandamiento de los suelos.

**CAPITULO II**

**CLASIFICACION Y TIPOS DE YACIMIENTOS**

En el presente trabajo se han tomado las tablas de clasificación propuestas por P. Routhier (1962), para ejemplificar los tipos de yacimientos existentes, debido a que parecen ser las más claras y científicas, ya que presentan los datos de la mineralización de una manera bien ordenada y bastante clara.

Esta tabla de clasificación tiene la intención de — ayudar al geólogo minero a responder las dos primeras y principales preguntas, con las que seguramente se encontrará:

- 1) Qué substancia mineral pueda esperar descubrirse en determinadas condiciones geológicas?
- 2) En qué condiciones geológicas puede esperar descubrirse un mineral determinado?

Es de gran importancia hacer notar que las presentes tablas de clasificación no pretenden constituir un método para responder a las anteriores preguntas, sino que similarmente a una "Anatomía comparada" presentan únicamente una guía.

Las características principales que definen los tipos de yacimiento y su presentación son las siguientes:

**CARACTERES APARENTEMENTE PROPIOS DEL YACIMIENTO:**

- 1) Paragénesis hipogénicas y eventualmente sucesión.
- 2) Alteración superficial (Meteorítica) y minerales aupergénicos resultantes.
- 3) Composición química y contenidos de mineral.
- 4) Tonelaje de mineral: Tonelaje de mineral extraído o tonelaje extraído más reservas. Todos los datos numéricos susceptibles de dar una idea de la im—portancia económica del tipo de yacimiento.

**CARACTERES DE LA ROCA ENCAJONANTE:**

- 5) Naturaleza litológica y estratigráfica de la roca encajonante.
- 6) Forma de los yacimientos en relación con las es—tructuras que los contienen.
- 7) Rocas plutónicas y/o volcánicas próximas.
- 8) Edad del yacimiento y recapitulación rápida de la historia geológica de la región.
- 9) Ejemplos, con las posibles edades de los yacimieutos.
- 10) Hipótesis genéticas relativas, generales o parti—culares de cada tipo.

**TABLA DE TIPOS DE DEPOSITOS DE MANGANESO**

(1962)

**EN ROCAS SEDIMENTARIAS**

**I.- TIPO OXIDO-CARBONATO EN LA BASE DE SERIES TRANSGRESIVAS -  
CON SILICE DOMINANTE.**

**Ejemplo: Tchiatura (Georgfa, Cáucaso, U.R.S.S.)**

- 1) Mineral con decreciente grado de oxidación a medida que se aleja de la antigua línea de costa.
  - Oolitas con estructura concéntrica: Pirolusita y Manganita.
  - Manganita
  - Dialoguita
  - Estructura oolítica muy frecuente
  - Marcasita, barita, ópalo, oolitas de Fe accesorio interestratificadas.

En Nikopol (Uckrania) se ha encontrado glauconita - asociada al mineral.

- 2) Algunos metros de mineral friable, con contenido que varfa entre 12% y 32% de Mn., vernadita, pi-

rolusita y rancefta.

Alteración superficial negra: Sombrero de Mangang  
so.

- 3) 43% a 50% de Mn., siendo a veces los contenidos -  
más bajos (20%). El enriquecimiento se realiza fá-  
cilmente por lixiviación.

$\text{SiO}_2$  8.5%, Fe 1.25%, P 0.16%,  $\text{TiO}_2$  Tr.

- 4) De tres a quince estratos entre 2 y 5 m. de espes-  
sor. Las reservas están evaluadas en 200 millones  
de toneladas, con 45% de Mn., no existiendo cí-  
fras sobre el tonelaje extraído, sólo se puede de-  
cir que el tonelaje total es mayor que 100 millo-  
nes de toneladas de metal.

El conjunto de los demás yacimientos, representa-  
poco menos de otro tanto.

- 5) Areniscas arcillosas y areniscas gauconfticas con  
espículas de esponjas y con cementante de calcedo-  
nia formando una serie transgresiva del Oligoceno,  
sobre el Cretácico calcáreo.

- 6) Lechos interestratificados con límites festoneados correspondientes a la antigua línea de costa.

Fallas de desplazamiento vertical, interrumpiendo bruscamente los lechos horizontales.

En otros yacimientos, existen a veces capas muy finas con 1 o 2 cms. de espesor, ricas en sílice y ligeramente plegadas con pendientes de pocos grados debidas a los deslizamientos según las ondulaciones del basamento.

- 8) Substratos variables: Calizas cretácicas, riolitas antiguas y granitos.

El manganeso no está alejado jamás de la serie transgresiva, pues está íntimamente relacionada con la transgresión del Oligoceno. Cuencas epicontinentales que forman un sinclinal de poco radio de cobertura.

- 9) Tchiatura Georgie, Cáucaso (URSS) Oligoceno  
 Nikopol, Ucrania (URSS) Oligoceno  
 Palaurotah Dural (URSS) Eoceno

Oulou Tefiak Oural (URSS)

Pérmico Superior

- 10) Depósitos litorales, descomposición de las rocas - por alteración meteórica durante la inmersión del-Eoceno. Posteriormente y durante el término de la-transgresión, el manganeso se lixivió sobre el con-tinente, de donde el enriquecimiento se formó en - la línea de costa.

## II.- TIPO OXIDO ACOMPAÑADO DE CAMBIOS DE FACIES VERTICAL EN LAS SERIES TRANSGRESIVAS.

Ejemplo: Imini Marruecos.

- 1) Coronadita más frecuente en las partes superiores, polianita, psilomelano de facies bandeadas, goethita, barita, cuarzo detrítico y feldespatos detríticos.
- 2) Sin carbonatos ni estructura oolítica.
- 3) Mn. 59%, SiO<sub>2</sub> 2.5%, FeO<sub>3</sub> 1.2%, PbO, BaO, Co, Zn, Sr, P y As. El plomo es a menudo abundante y puede alcanzar hasta 6%.

- 4) Se extiende por 25 Km. de largo, 400 m. de ancho y 2.5 m. de espesor.

La extracción más reservada se acerca a 10 millones de toneladas.

- 5) La base está formada por dolomita y hacia la cima - está una arenisca.

En la parte superior de la dolomita a menudo se han identificado minerales producto de los fenómenos - de disolución y remanencia.

- 6) Mantos interestratificados en un paquete tabular - afectado por una serie de flexuras con una caída - de 20 a 30 m. No se nota enriquecimiento ligado a estas flexuras. Es frecuente que se encuentren intercalaciones dolomíticas de arenisca.

Los mantos tienen un espesor entre 2 cm. y 2 m.

- 8) Basamento andesítico y riolítico precámbrico. La - riqueza en manganeso del yacimiento no depende de la naturaleza del basamento, sino de la estabili-

dad de un punto dado.

Edad: Cenomaniano-Turoniano. Cantos rodados de mineral en conglomerados senonianos de los yacimientos de Trasdremt.

9) Imini, Marruecos.	Cenomaniano-Turoniano
Aufour, Marruecos	"
Tasdremt, Marruecos	"
Tizi N' Rechou, Marruecos	Liásico inferior
Abu Zamina, Egipto	Carbonífero

- 10) Depósitos contemporáneos a la sedimentación cretácica. Se encuentran cantos rodados de mineral dentro de un conglomerado con cementante estéril hacia la parte superior del manto, en Tasdremt.

Los mantos de manganeso siempre se encuentran acompañados por un cambio de facies vertical. El Mn -- provino de la lixiviación de lavas y depósitos man ganesíferos del basamento.

### III.-- EN FORMACIONES CARBONATADAS.

Ejemplo: Región de Dinamita (Durango, México).

- 1) Psilomelano y pirolusita. En bou Arfa: Pollantita, psilomelano, hausmanita, manganita, dialoguita, - goethita y barita.

En otros: Jacobsita. hausmanita y dialoguita como mineral principal.

- 2) En otros yacimientos: Sombrero de Manganese; óxidos negros (wad).

- 3) Mn 35%, CaO,  $Fe_2O_3$ . En otros yacimientos:  $SiO_2$ , - Cu, Pb, Zn, As, Mo y BaO.

- 4) Bolsas, mantos, vetas, abras y cavidades.

24 toneladas diarias (1960), con tenor de 35%.

En Bou Arfa: Lentes de algunos centonares de metros.

- 5) Calizas cretácicas en la Fm. Aurora. Estratos que-

varían de 30 cm. a 1.5 m., de grano fino y color-gris que al intemperizar toman una coloración más clara, son muy fosilíferas y solubles, lo que ha favorecido la formación de cavidades de disolución.

- 6) Las bolsas y los mantos tienen origen primario y las abras, vetas y cavidades origen secundario.

Las bolsas tienen un diámetro que varía entre 5 y 10 m y contienen la mayor cantidad de material. - Las vetas tienen una orientación con rumbo NE  $22^{\circ}$  - NE  $35^{\circ}$  y siguen los planos de estratificación. - Las abras y cavidades contienen manganeso secundario muy rico y con textura botroidal.

- 7) Cuerpo granítico que intrusó la secuencia sedimentaria y fue muy probablemente el causante directo de la mineralización de la zona (Cretácico-Terciario).

- 8) Posiblemente finales del Cretácico o principios del Terciario.

9) Dinamita (Durango, Mex.)	Terciario
Bou Arfa, Marruecos	Liásico medio
M'Koussa, Marruecos	Pleisbaquiano
Vallemasque, Alpes Marftimos	Tithoniano
Auxilhac, Lozere	Meltagiano
Blinman, Australia	Precámbrico

- 10) Las calizas al ser plegadas e intrusionadas durante la Orogenia Hidalgoana dejaron cavidades que fueron rellenas por calcita blanca y negra con valores de manganeso. Se operó además un reemplazamiento en la caliza por soluciones ascendentes posteriores que depositaron óxidos de manganeso en cuerpos irregulares ya mencionados anteriormente. Se ha considerado a los depósitos como hidrotermales de baja temperatura (epitermales).

#### IV.- EN ARGILITAS O LUTITAS.

Ejemplo: Región de la Colorada (Zacatecas, México)

- 1) Pirolusita, psilomelano y braunita. Además otras especies no identificadas.

En otros yacimientos: Polianita, psilomelano, — ramsdelita, holandita, goethita, hematita, braunita, oligisto, sitaporita, jacobsita, manganita y polianita.

- 2) Se presenta silicificación reemplazando a una porción de las lutitas encajonantes. Las partes silicificadas presentan coloraciones que varían preferentemente entre tonalidades de rojo y café.
- 3) 35%-40% Mn., cantidades variables de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

En otros yacimientos: 10%-50% Mn.,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , BaO, Pb, Cu, Co, Ni, Zn, Ag, Cr, Mo, Rh, - Sc, V.

- 4) Generalmente estos tipos de yacimiento tienen un tonelaje no muy importante. Reservas de 82,473 -- tons. con 34% de Mn. Anteriormente se explotaba a un ritmo de 18 ton. diarias (1960).

Los mantos mineralizados presentan un buzamiento general hacia el sur que varía entre  $40^\circ$  y verti-

cales, Tienden a la inclinación mencionada a los 10-15 m. y a la verticalidad hacia la superficie. El espesor máximo de la mineralización alcanza — unos 20 m.

- 5) La mineralización se encuentra en lutitas que varían su composición entre calcárea y silícica, se presenta en estratos delgados que varían entre 5- y 30 cm. de espesor, con plegamientos que ocasionalmente llegan a ser muy cerrados
- 6) Forma mantos contenidos en zonas de silicificación, el rumbo general de la estructura es de — oriente a poniente y en ocasiones, se encuentra — atravesado por fallas aparentemente normales, perpendiculares al manto y con un desplazamiento pequeño, conteniendo mineral de manganeso.
- 7) En superficie no se puede apreciar relación alguna con rocas ígneas.
- 8) Posiblemente finales del Cretácico.

9) Timna, Israel	Silúrico
La Colorada (Zacatecas)	Cretácico-Terciario
Chamberlain (Sud-Dakota)	Cretácico
Postmasburgfield, Africa	
del sur	Sist. Transvaal
Sandor, Indias	Precámbrico
Horseshoe, Australia	Precámbrico

- 10) Es probable que el origen de estos yacimientos se deba a soluciones hidrotermales que reemplazaron a las lutitas y para circular, emplearon como conducto los planos de estratificación de las lutitas. - Los minerales primarios fueron probablemente carbonatos y silicatos de Mn. Existe además un proceso de enriquecimiento supergénico que fué causante de la oxidación.

#### ASOCIADOS A ROCAS VOLCANICAS

#### V.- TIPO VULCANO-SEDIMENTARIO.

Ejemplo: Autlán (Jalisco, México)

- 1) Braunita, pirolusita y psilomelano.

La mineralización se encuentra contenida en una -  
ganga de calcita y sílice que va aumentando su -  
proporción hacia los extremos del manto minerali-  
zado, al mismo tiempo que los valores del manganes  
van disminuyendo.

- 2) Se encuentran presentes efectos de los fenómenos-  
de oxidación que forman parte de la pirolusita-  
y psilomelano, existiendo además, una introduc-  
ción posterior a la mineralización de óxido de -  
hierro.
- 3) Contenido mayor a un 25% de manganeso.
- 4) En 1963 se tenían bloqueadas reservas por 10,000-  
toneladas con tenor de 20 a 35% de manganeso.

En la actualidad ya no existe explotación de man-  
ganeso en estos yacimientos.

- 5) Mineralización en tobas y asociada a andesitas.
- 6) Mantos, además, lentes de pequeñas dimensiones.

7) Dioritas y diques de pórfido basáltico.

8) Calizas cretácicas y rocas ígneas terciarias.

10) La mineralización tiene origen sedimentario dado - que se pueden encontrar marcas de corriente, conglomerados intraformacionales y otras estructuras sedimentarias tanto en las zonas mineralizadas como en la roca encajonante.

#### VI.- GRUESOS FILONES CON GANGA DOLOMITICA EN ROCAS VOLCANICAS.

Ejemplo: Sierra de Borregos (Chihuahua, México).

1) Psilomelano y pirolusita.

En Tachgagalt, Marruecos: Braunita, polianita, —  
criptomelano, hausmanita piedmontita.

2) Enriquecimiento secundario a poca profundidad.

En otros yacimientos, sombrero de manganeso.

3) 24% de Mn, CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>, 2H<sub>2</sub>O.

En Tachgagalt:  $MnO_2$  69%,  $MnO$  11.9%,  $Mn$  50-58%, —  
 $SiO_2$  5%,  $Fe_2O_3$  3.55%,  $CaO$  1.27%,  $BaO$  0.25%,  $K_2O$  —  
 4.26%,  $SO_2$  0.5%,  $Al_2O_3$  0.86%,  $TiO_2$  0.15%,  $H_2O$  —  
 1.95%,  $Na_2O$  0.28%,  $CuO$  0.37%,  $H_2O$ .

- 4) Vetas con longitudes hasta de 800 metros, aunque generalmente tienen entre 50 y 200 metros, con espesor variable entre 1.8 y 3.0 metros.

Reservas de 59, 969 tons. con 17% de  $Mn$ .

- 5) Rocas de composición andesítica principalmente.
- 6) La mineralización se encuentra alojada principalmente en vetas de falla, que siguen rumbos generales N-S y E-W, siendo las últimas las más importantes.
- 7) Andesitas de color pardo-rojizo principalmente en menores cantidades riolitas y dacitas de colores más claros, presentes en la Sierra de Los Borregos.
- 8) La mineralización ocurrió probablemente durante —

el Terciario.

9) Los Borregos (Chihuahua, Méx.)	Terciario
Casa de Janos (Chihuahua. Méx.)	"
Casas Grandes "	"
Satevó "	"
Los Organos y 7 Tinajas "	"
San Miguel el Alto (Jalisco, Méx)	"
Mezcala "	"
Numerosos yacimientos de Sonora, México.	"
Tachgagalt, Marruecos	Precámbrico III
Taourat, Marruecos	"
Tamegra, Marruecos	"

- 10) El fracturamiento en que se alojaron las mineralizaciones, fue favorable únicamente en las rocas -- volcánicas más competentes, soluciones hidrotermales de baja temperatura depositaron los minerales primarios en las fracturas, a poca profundidad -- existen efectos de enriquecimiento secundario.

## VII.-- PEQUEÑOS FILONES DE GANGA BARITICA EN ROCAS VOLCANICAS.

Ejemplo: Talamantes (Chihuahua, México).

1) Psilomelano, criptomelano, holandita y coronadita.

En otros yacimientos: Braunita, holandita, pollanita, piemontita, barita y cuarzo.

La ganga en Talamantes está constituida por: Calcita, calcedonia, yeso, cuarzo, cristalino, hematita y barita.

3) Mn 30% (promedio), de una muestra de la Mina San Antonio se obtuvieron los siguientes datos: Mn 26%, SiO<sub>2</sub> 36.9%, Fe 3.8%, WO<sub>3</sub> 1.28%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.15%, Cu -- 0.13%, P 0.03%. En otras Pb, S, Ti y H<sub>2</sub>O.

4) El espesor de las vetas varfa entre uno, pocos centímetros y 2 m. Tienen echados que varfan desde la verticalidad hasta unos 60° al E o W.

5) La mineralización se encuentra en riolitas que presentan principalmente color gris, aunque en algu--

nas partes se presentan manchas rojizas de textura porfídica y en algunos lugares con estructura vesicular fluidal. Los yacimientos se encuentran en zonas de brechas y fracturas que atraviezan a la riolita.

- 6) Los óxidos de Mn. se encuentran relleno de los huecos en las brechas, probablemente reemplazando parte de su matriz, cementando así los fragmentos riolíticos, en parte, los óxidos penetran en la roca maciza de los respaldos. Existen también vetas fuera de las zonas de brechas, que son generalmente más delgadas.

8) La mineralización posiblemente sea terciaria.

9) Tikirt, Marruecos	Precámbrico III
Tinzalina, Marruecos	Precámbrico III
Talamantes (Chihuahua, Méx.)	Terciario
Saphoz, Sajonia	Devónico

- 10) Los minerales de manganeso se depositaron en zonas de brechas producidas por fallas, la deposición se debe a soluciones manganesíferas que con-

tenfan barfo y tungsteno. El reemplazamiento existente en los fragmentos de riolita se puede considerar nulo, al igual que en los respaldos. No se ha decidido con absoluta certeza si las soluciones mineralizantes fueron ascendentes o descendentes, ni tampoco si los óxidos fueron minerales primarios o secundarios.

#### ASOCIADOS A PLUTONES GRANITICOS

#### VIII.- FILONES INTRAPLUTONICOS.

Ejemplo: Butte (Montana, U.S.A.)

- 1) Diagenita, rodonita, alabandita, aleganita, tefrita, friedelita, helveita, cuarzo y hubnerita.-  
Siendo los silicatos más externos que los carbonatos...

En otros yacimientos: Polianita, manganita y braunita.

- 2) Los óxidos solo existen en superficie: Wad.

- 3) Mn 14%, Pb, Zn y W.

En otros yacimientos: Hasta 50% Mn, 3.6% BaO, Fe-2%, 6% Pb, SiO<sub>2</sub> 5%-10%.

4) Extensión de algunos kilómetros.

Reservas: 620,000 toneladas de Mn. Sumando lo extraído se aproxima el tonelaje a un millón de toneladas de mineral.

Este último tonelaje, parece ser el máximo para este tipo de yacimientos.

5) Morzonita. Zonamiento: Cu, Zn, Mn. Siendo el último elemento el más externo

En otras partes: Granodiorita y granito.

6) Sistema de filones muy complejos.

7) Batolito granítico de edad Laramida.

8) Edad correspondiente al emplazamiento del batolito del Cretácico superior-Eoceno inferior.

- 9) Butte, (Montana U.S.A.)                      Cretácico-Eoceno  
     New Ross (Nueva Escocia, Canadá)Devónico  
     Bourdine, Marruecos                      Paleozoico

10) Filones hidrotermales.

#### IX.- CUERPOS LENTICULARES PIROMETASOMATICOS.

Ejemplo: Mei Jun Lin Mine, Manchuria

- 1) Pirolusita, psilomelano, rodonita, magnetita, piri  
     ta, galena y cuarzo.
- 2)
- 3) Mn 40%-55%, SiO<sub>2</sub> 10%.
- 4) Lentes de 30 m de largo por 8 m de espesor.
- 5) Transformación de las calizas en skarns por el con  
     tacto de granitos, granitos de horblenda y a veces  
     gabros.
- 6) Cuerpos lenticulares.

7) Granito Precámbrico ( Formación Sinian). En otros yacimientos: Gabros.

8) Precámbrico

En otros yacimientos: Cretácico superior.

9) Tsa I. Chiatu'N Mine, Manchuria	Precámbrico
Rigo, Nueva Guinea	Cretácico superior

10) Yacimientos Pirometasomáticos.

#### X.- CUERPOS LENTICULARES PERIPLUTONICOS.

Ejemplo: Granfeel (Nueva Gales, Sud Australia).

1) Rodonita

En otros yacimientos: Dialoguita, ramsdelita, piro-  
lusita criptomelano, blenda, pirita y plata.

Psilomelano, braunita, hausmanita, hematita y mag-  
netita.

2)

3) 50% Mn.

- 4) Yacimientos poco importantes, extracción máxima - de 20,000 toneladas de mineral. Lentes de reducidas dimensiones alineadas por algunos kilómetros.
- 5) Calizas, Calizas silicificadas, skarns.
- 6) Cuerpos lenticulares alineados paralelamente al - borde del macizo granítico.
- 7) Macizo granítico paleozoico.
- 8) Paleozoico, zona de tectonismo simple.
- |                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 9) Grenfell                 | Paleozoico |
| Sapal (Nijni Taguil, Oural) | ?          |
- 10) Las soluciones hidrotermales, pobres inicialmente en manganeso, se enriquecieron en el curso de la circulación a través de las rocas sedimentarias o metamórficas encajonantes, estas contenían el man ganeso disperso.

EN TERRENOS METAMORFICOS

**XI.- (6I') EN TERRENOS METAMORFICOS DE SILICATOS MANGANESIFEROS RICOS EN CUARZO.**

Ejemplo: Madhya Pradesh (India).

1) Braunita, holandita, jacobsita, bixbita, hausmanita, hematita, rutilo, esferterita, rodonita, winchita, piemontita y dialoguita.

En otros yacimientos: psilomelano, polianita, manganita, manganosiderita, alabandita, apatita, grafito, pirrotita, calcopirita, bornita, cobaltita, covellita y skuterrudita.

En Kajlidorgri (Indias Centrales): Winchita, Tilsita ( $\text{Ca Mg (F/AsO}_4\text{)}$ ) y dialoguita a veces muy abundante.

2) Sombrero de manganeso-hierro (limonita, hematita, Wad, criptomelano, pirolusita, holandita y jacobsita), a menudo muy desarrollado, pero no tiene en la actualidad más que el mineral que se explota en este distrito.

3) Mn 32%-52%, Fe 5%-11%, SiO<sub>2</sub> 3%-13%. A veces hasta 23% de Fe y 55% de Mn.

4) Dimensiones muy importantes. Contenido medio de - 35% Mn. Tonelaje total: 40 millones de toneladas de mineral y se extraen 800,000 tons. anuales de mineral.

Lentes de varios kilómetros de largo con una potencia del orden de 10 metros.

Gonditas (roca de cuarzo con espessartita), piemontita, rodonita, diópsida manganesifera, micaesquitto y gneiss. La mineralización está asociada a - - cuarcitas precámbricas. Las porciones explotables son de braunita y hausmanita.

6) Lechos y lentes (1 o 15 m., hasta varios kilómetros) concordantes entre la cuarcita y series cristalinas y siempre en los niveles determinados por estas últimas.

NOTA: En las cercanías de las gonditas generalmente hay cuarcitas feruginosas a menudo ricas en man

ganeso.

7) Sin rocas plutónicas o volcánicas asociadas directamente. Granitos y pegmatitas muy recientes alterando el depósito.

8) El mineral se encuentra en una serie Precámbrica afectada por metamorfismo regional importante. Numerosos accidentes tectónicos produjeron deformaciones y fracturamiento de yacimientos en compartimientos

9) Madhya Pradesh (India)	Precámbrico
Orissa y Bihar, (India)	"
Kajlinoryri, India Central	"
Otjosondú, Africa	"
L. aiote, Minas Geraes (Brasil)	"
Jacobeni Sarul Domei, Rumania	"

10) En un principio fueron depósitos sedimentarios —  
singenéticos:  $MnO_2$  + pedernal.

Después la acción del metamorfismo, recristalización y formación de gónditas: Cuarzo con espesar

tita, rodonita, sitaporita, braunita y hausmanita. Posteriormente oxidación dando origen a criptomalano y pirolusita.

En estos yacimientos, el contenido de mineral primario es a menudo suficiente. Otros yacimientos son convertidos en explotables por la alteración residual parece muy variable y es por otra parte discutible según el caso.

NOTA: La concentración primaria sedimentaria de Mn, de la sílice y del hierro / descomposición y a veces ligada al vulcanismo submarino. Por ejemplo: Bondou Kou.

Diversos yacimientos de este tipo se descomponen y son reportados como del tipo Vulcano-Sedimentario, más o menos metamorfizados, de la misma manera que muchas jaspillitas y cuarzos ferruginosos.

XII.- (ó IV', a veces III'). EN TERRENOS METAMORFICOS, CON SILICATOS MANGANESIFEROS POBRES EN CUARZO.

Ejemplo: Kisenge Kamata, Congo Belga.

- 1) Holandita, polianita, pirolusita, criptomelano, -  
espesartita, glosularita y almandino.

En otros yacimientos: Rodonita, dialoguita, braun-  
nita, hausmanita, knebelita, tefrita, horblende -  
manganesferra, piemontita, jacobsita, magnetita -  
manganesferra y oligisto.

En otros yacimientos: sin duda de diferencia; los  
minerales con óxidos predominantes y los minera-  
les carbonatados (Ej: Morro de Minas. Brasil).

- 2) Pirolusita en superficie, con wad, criptomelano y  
jacobsita.

- 3) Mn 50% (lavado o beneficiado), Fe 5.5%,  $SiO_2$  9.5%.

En otros yacimientos, el contenido de Mn puede --  
descender hasta un 21%.

- 4) Las zonas mineralizadas alcanzan 500 m. x 100 m.-  
x 2 m. de espesor medio.

- 5) Mecaesquistos, anfibolesquistos, anfibolitas, so-  
ricitoesquistos, cloritoesquistos de edad Kiba---

rien. Intrusiones pegmatíticas.

Otros yacimientos: Gneiss de silicatos manganesíferos, piroxenitas, skarns en gneiss de biotita.-  
Rocas siempre ricas en granates y en otros silicatos manganesíferos.

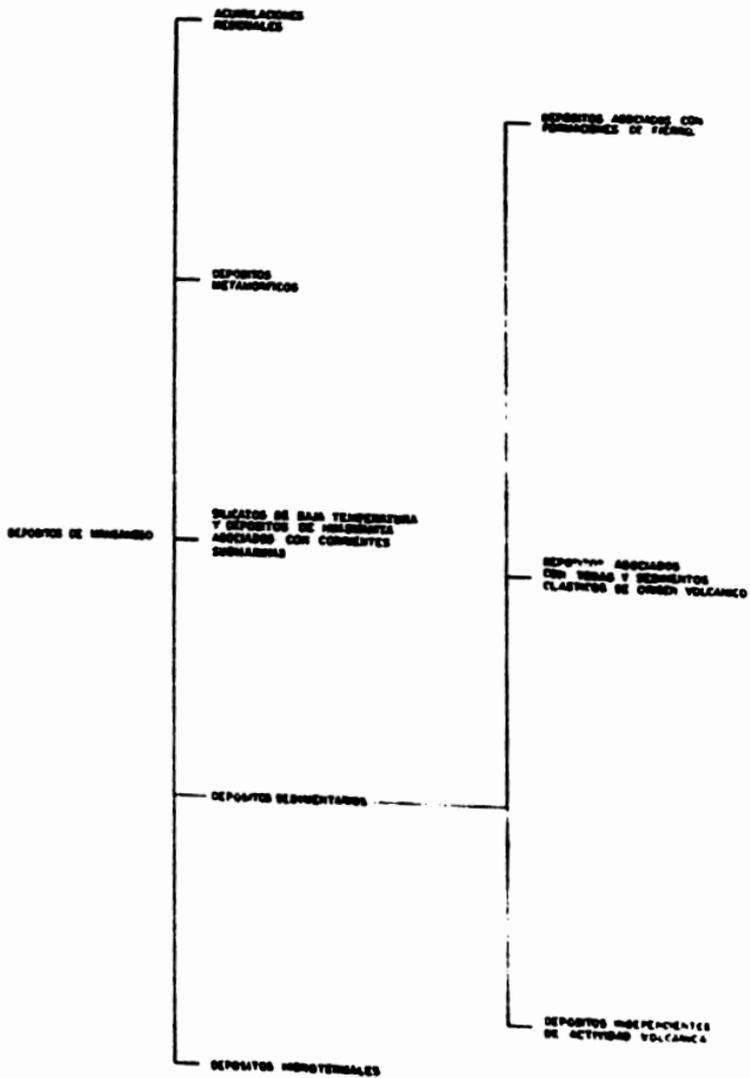
- 6) Pequeños lentes más o menos regulares y lechos de mineral orientados según la esquistosidad.
- 7) Granitos, gabros, pegmatitas. posteriores en relación con la mineralización.
- 8) Edad Kibarian (Precámbrico). Rocas encajonantes - afectadas por un metamorfismo regional intenso.

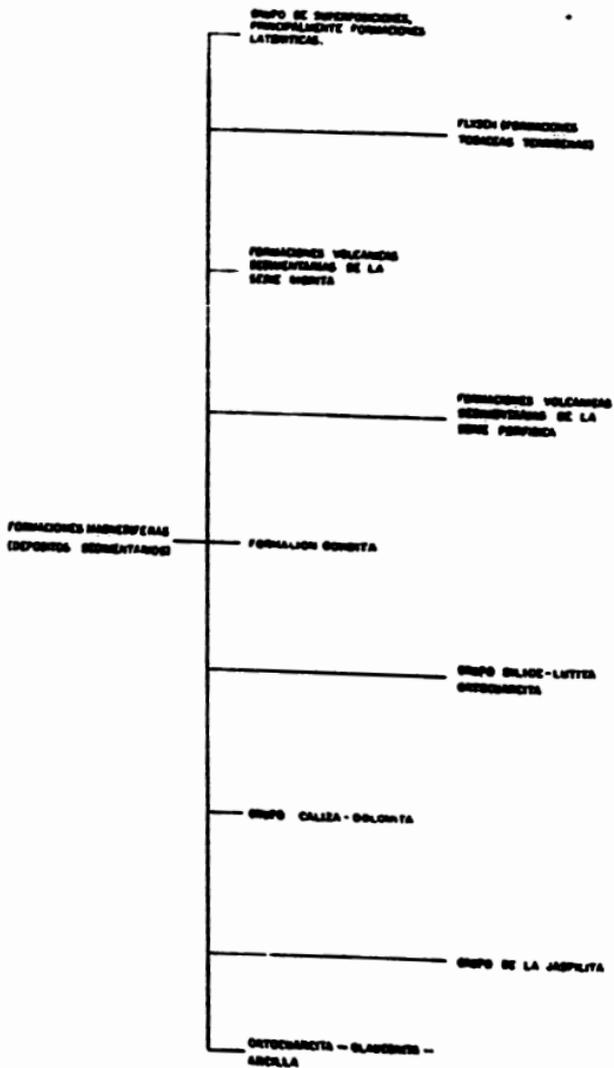
Siempre series precámbricas.

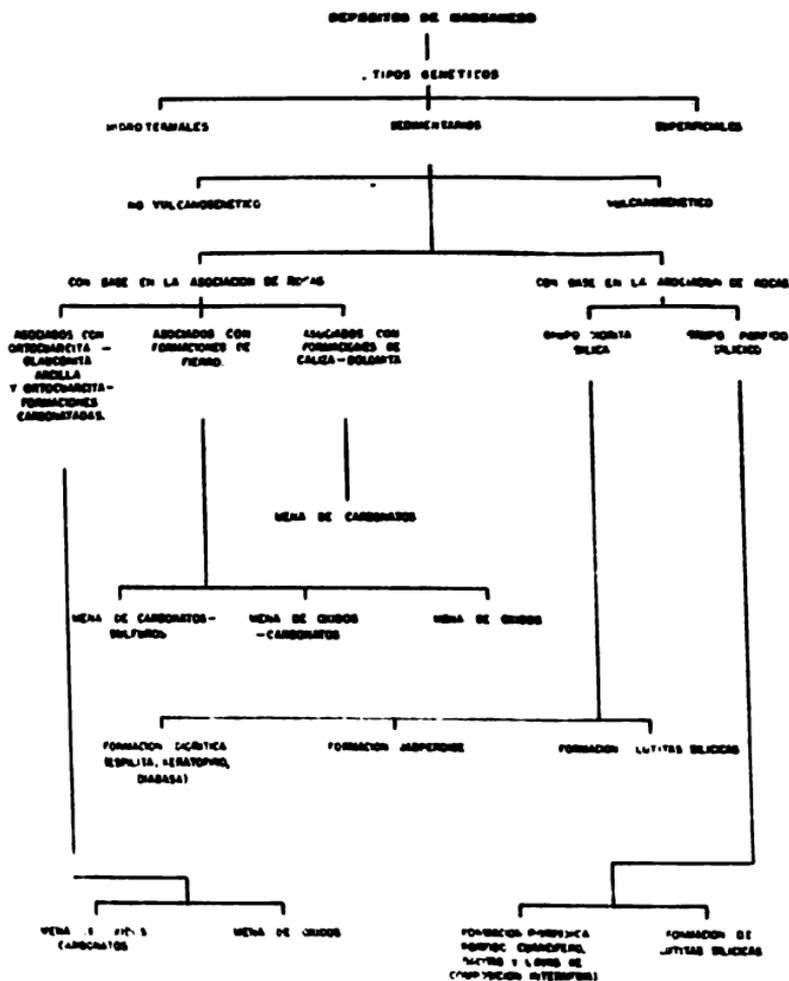
9) Kisenge Kamata, Congo Belga	Precámbrico
Amada (Sierra Do Navio Brasil)	"
Morro Do Minas, Brasil	"
Vizagatapan, (Madras, India)	"
Langban, Suecia	"

- 10) Depósitos sedimentarios mineralizados y metamorfizados a silicatos (Granates, etc.) y carbonatos, después alteración meteórica (no siempre - necesaria para volverse depósito explotable).

En las tablas I, II y III se presentan otras — clasificaciones de los yacimientos de manganeso.



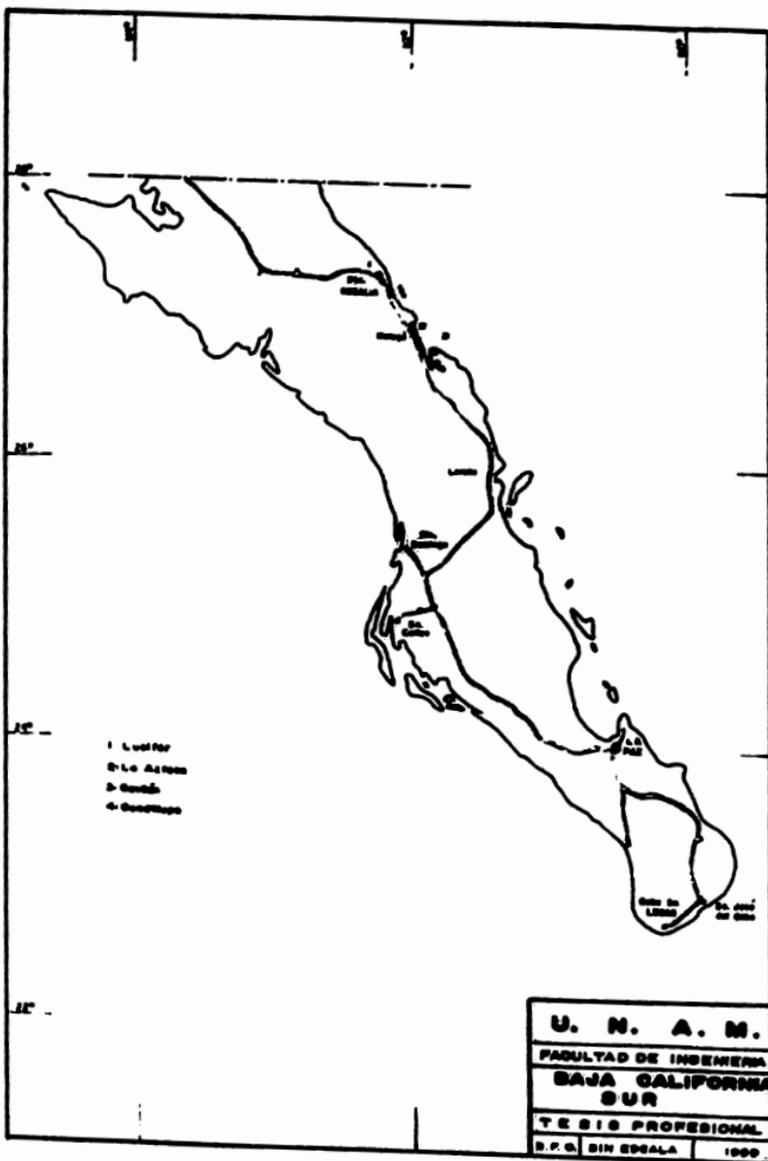




**CAPITULO III**

**EL MANGANESO EN MEXICO**

**BAJA CALIFORNIA**



## REGION DE LUCIFER

**Localización.**— Esta región se encuentra cerca de Sta. Rosalfe, B.C., frente al puerto de Guaymas.

**Tipo de yacimiento.**— Vulcano-sedimentario.

I.- Criptomelán principalmente de grano fino incolore--  
 rente, ocasionalmente en cristales alargados. Pirolusita que--  
 es el mineral más rico en Mn. se encuentra en forma de crista  
 les microscópicos que en muchas ocasiones tapizan el criptome  
 lán macizo y en otras se encuentra formando pequeños lentes -  
 que se pueden extraer por separado. Además existe un mineral-  
 óxido de Mn. hidratado aún sin nombre y pequeñas lentes de mam  
 terial que recibe el nombre de "hueso" con constitución de --  
 20% a 30% de sílice y menos del 40% de Mn. Jaspe rojo con - -  
 aproximadamente 10% de Mn. y Jaspe Café con 5% promedio de Mn  
 vetillas de calcita y calcedonia, pequeñas porciones de halita  
 ta.

Se encuentran muchas impurezas constituidas principalm  
 ente por lentes de roba no reemplazada.

II.-

III.- Mn 37%, O 14.02, H<sub>2</sub>O 821, SiO<sub>2</sub> 4.47, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.73.

NaCl 1.22, CaO 1.1, Fe 1.1, BaO 0.86, MgO 0.83, Pb 0.59, Cu - 0.28,  $V_2O_5$  0.14, Zn 0.11, S 0.11, P 0.05.

IV.- De 1942 a 1955 se extrajeron 316,344 tons, de mineral con 44.5% de Mn. promedio.

V.- La Formación Boleo está formada por capas de toba, conglomerados andesíticos y latíticos, caliza tufácea fosilífera, arenisca fosilífera y yeso.

En la parte central de la Mina Lucifer la mineralización se encuentra cubriendo una capa tufácea de 4 m. de espesor y otra conglomerática del mismo grueso, que se acunian hacia los lados. Está constituida así:

Conglomerados tufáceos (20 m. de espesor)

Toba arenosa (0-15 m) Con pequeños depósitos delgados de mineral manganesífero.

Conglomerado tufáceo (25-30m.). En esta unidad se encuentra la mineralización principal.

Toba arenosa (0-15m.). Contiene gran parte de la mineralización en su parte superior, donde su constitución es arcillosa y limosa.

Conglomerado (0-5 m.) formando una lente.

Caliza tufécea fosilífera (0-4 m.)

Conglomerado basal (0-10 m.). Constituido por fragmentos angulares muy mal clasificados, de probable origen continental.

La estratigrafía de la región es la siguiente:

Aluvión (0-5 m.) y depósitos de terraza y/o talúd — con espesor entre 0 y 20 m.

Pleistoceno.— Rocas volcánicas Tres Vírgenes (0-30 m) consistentes en corrientes lávicas, pómez y toba soldada,— corrientes de basalto de olivino, brecha volcánica.

- Discordancia angular -

Pleistoceno.— Formación Sta. Rosalía (5-15 m.) Constituida por areniscas y conglomerados fosilíferos.

- Discordancia -

Plioceno Superior.— Formación Sta. Rosalía, consti—

tufda por arenisca y conglomerados fosilíferos.

- Discordancia -

Plioceno Medio.- Formación Gloria (50-150 M.) Arenisca fosilífera, limo yesífero y arcilla.

- Discordancia en partes -

Plioceno Inferior.- Formación Boloc (100-250 m.) Toba latítica y andesítica, conglomerado, caliza tufácea fosilífera, arenisca fosilífera y yeso.

- Discordancia angular -

Mioceno.- Rocas volcánicas Comondú (1500 m.) Corrientes andesíticas y basálticas, tobas, brechas, aglomerado, conglomerado volcánico y arenisca tufácea.

- Discordancia -

terciaria.- Monzonita Cuarzifera.

VI.- La mineralización forma cuerpos tabulares de poca inclinación en las tobas. El espesor varía entre 1 y 6 m.- y tiene hasta 500 m. de largo por 50 a 130 m. de ancho.

VIII.- La mineralización corresponde al Plioceno.

X.- El mineral se depositó por soluciones hidrotermales que ascendieron a través de las fallas que atraviesan la Formación Comondú, para extenderse en los planos de estratificación de la Formación Boleo, impregnando y reemplazando en parte a la toba.

Los 3 puntos siguientes corroboran lo anterior:

- 1.- En la Formación Comondú se encuentran vetillas de óxido de Mn.
- 2.- El jaspe parece haber sido el vehículo, ya que siempre se encuentra acompañado por óxido de Mn y atraviesa también desde la Formación Comondú.
- 3.- Los óxidos de Mn se extienden desde la toba hacia arriba y hacia abajo.

YACIMIENTO DE Mn DE GUADALUPE N° 2.

Localización.- Se encuentran en el NE de la península de Baja California a unos 40 kms. al SE de Tecate, sus coordenadas geográficas aproximadas son  $116^{\circ} 15'$  long W y  $32^{\circ} 29'$  lat N.

Tipo de Yacimiento.- En terrenos metamórficos.

I.- Pirolusita y psilomelano acompañados por menores cantidades de braunita. La ganga está constituida principalmente por cuarzo, con cantidades menores de anfíboles y granates. Existe — grafito diseminado junto al mineral de Mn y en pequeños lentes hasta de 1 metro de potencia — en los respaldos de la mineralización

II.- Está formando crestones superficialmente.

III.- Mn 16.56%, SiO<sub>2</sub> 59.95, C(grafito) 1.67, Pb 1.1.  
Al 6.00, Fe 3.11, Zn 0.1 y Cu (tr).

IV.- Todo el tonelaje se encuentra reducido a reservas (1956), que alcanzan 900 tons. con 16.6% de Mn.

V.- La mineralización se encuentra entre esquistos muscovíticos, (en el bajo) y areniscas con grafito (en el alto).

Los esquistos están compuestos por muscovita, — cuarzo y ferromagnesianos y han sido intrusivos

dos en el área por un cuerpo granítico.

- VI -La mineralización sigue los planos de esquistosidad, por lo cual el control estructural más probable y que más fácilmente siguió la mineralización, es el rumbo regional producido por el metamorfismo.

La mineralización tiene forma de veta, con un rumbo que varía de N 10° E a N 15° W con echado entre 63° y 72° hacia el poniente. El espesor varía de 1.5 m. a 5 m. y la longitud observadas de 500 m.

- VII- En las cercanías del depósito aflora un granito de hornblenda de color rosado, holocristalino de grano grueso con cuarzo, ortoclasa y hornblenda.
- VIII.- Los esquistos muscovíticos tienen posiblemente una edad triásica y el intrusivo granítico probablemente edad Jurásico superior, por lo tanto se puede pensar que durante el Triásico y Jurásico se sucedieron los fenómenos de metamorfismo, que afectaron a estas rocas.

Hacia el Jurásico tardío sucedió el emplazamiento — del batolito granítico que dió origen a cadenas montañosas y — que al parecer fué responsable directo de la formación de las vetas de cuarzo y pegmatita primeramente y de Manganeso-Gráfico posteriormente, pero aún dentro del Jurásico tardío.

X.— Los yacimientos fueron originados por soluciones mineralizantes ascendentes que fueron proporcionadas por el intrusivo, siguieron los planos de esquistosidad debido a que representaron planos de debilidad y junto a la veta de cuarzo, porque sirvió como una barrera impermeable que ayudó a captar las soluciones mineralizantes.

#### YACIMIENTOS DE GAVILAN, LA AZTECA Y GUADALUPE.

Localización.— Estos yacimientos se encuentran en — las cercanías de Mulegé, B.C. Gavilán se encuentra al sur de — Santa Rosalva, en Punta Concepción.

Guadalupe se encuentra dentro de la jurisdicción de Mulegé, en la porción occidental de la Península de Concepción a unos 15 kms. hacia el sureste de el Faro de Mulegé.

Los yacimientos de La Azteca se encuentran aproximadamente a 4 kms. al norte de Mulegé, En Arroyo-Hondo a unos 2.5 kms. de la Bahía de Santa Inés.

Tipo de yacimiento.- Gruesos filones con ganga de limfítica en rocas volcánicas.

I.- Rodonita, Manganita, pirolusita, psilomelano, wad, bustamita en una ganga compuesta principalmente por yeso, cuarzo, hematita y limonita (en Gavilán).

En Guadalupe la rodonita se encuentra en menor cantidad y no se ha encontrado bustamita.

En los yacimientos de la Azteca se encuentra además: rodocrosita, calcita y cantidades menores de calcopirita y horblenda.

II.- Oxidación de ferromagnesianos. Superficialmente se alcanzan a apreciar crestones negros.

III.- En Gavilán: MnO hasta 81.23%. Mn O<sub>2</sub> 3.57, lo que significa hasta 44% de Mn. SiO<sub>2</sub> 3.25 a 27.0

$Al_2O_3$  2.56 a 0.96, CaO 0.99-0.11, MgO 0.56-0.43,  
 Fe 0.29-0.14, S 0.03-0.02,  $P_2O_5$  0.005-Tr,  $As_2O_3$   
 0.05-Tr, Cu 0.09-0.02, Zn 0.14-nada, Ba 3.48 —  
 Ni 0.1-nada, Cr 0.74-Tr.  $H_2O$  2.05-1.77.

Guadalupe: Mn 57.42 a 7.21%,  $SiO_2$  1.24%,  $CaCO_3$   
 21.3% a 11.94%, Fe 2.37% a 1.66%.

La Azteca: Mn 42.5% a 19.21%.

IV.- Gavilán: 55.81% de Mn a 7% de Mn para 239,000 -  
 tons.

Guadalupe: 57.42% - 7.21 Mn,  $SiO_2$  1.24,  $CaCO_3$  -  
 21.33 -11.94, Fe 2.37 - 1.66.

La Azteca: 42.5% - 19.2% de Mn. para 7,000 tons  
 (Todos reservas en 1956).

V.- Andesitas de Hornblenda y Piroxena epidotizadas-  
 en grado variable y alteradas también en grado-  
 variable, en La Azteca, menos alteradas que en-  
 Gavilán y Guadalupe. Además basaltos de olivino  
 y agilita en Gavilán.

VI.- Se encuentran vetas bien definidas, como en el caso de "La Azteca" y cuerpos de finas vetillas entrelazadas "stock works", así como "bolsas", de óxidos.

Las vetas tienen rumbo preferencia NW-SE, y su buzamiento puede ser hacia el SW (Gavilán) o - hacia NE con  $61^{\circ}$  (La Azteca).

El espesor alcanza hasta 0.75 m. siendo generalmente cercano a 0.30 m.

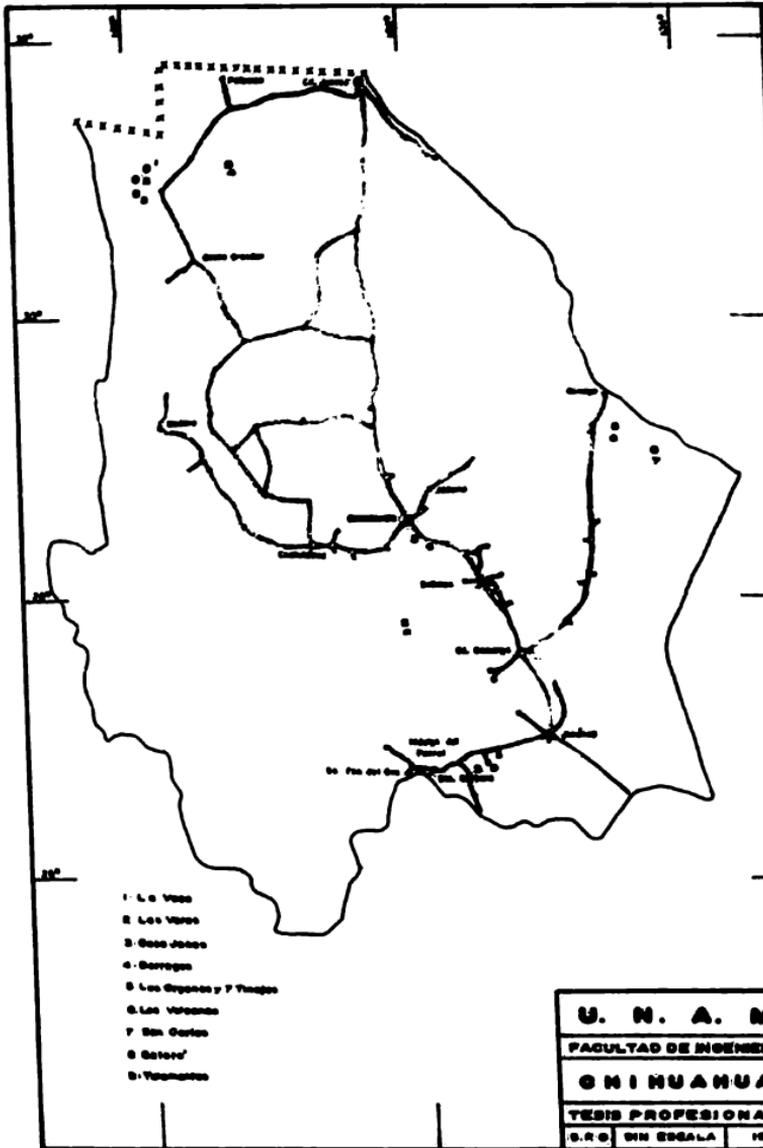
VII.-

VIII.- Extrusiones de andesita y de algunos basaltos durante el Mfoceno medio y superior, el mineral corta los miembros basálticos de la Comodú, existen areniscas conglomeráticas equivalentes a la Formación Boleo.

X.- Posteriormente a las extrusiones de andesitas, de su fracturamiento y fallamiento ocurrieron - las mineralizaciones, las soluciones contenían probablemente óxidos, bustamita y rodonita y re

llenaron las cavidades. La circulación de aguas meteóricas cerca de la superficie actuó como disolvente en ocasiones y como agente oxidante en otras, además provocó que una parte de los silicatos se convirtieran en rodocrosita. Existe enriquecimiento secundario.

C H I H U A H U A



## REGIÓN DE LOS BORREGOS.

**Localización.**— La Sierra de Borregos se encuentra en el NE del Estado de Chihuahua, sus coordenadas son  $31^{\circ}7'$  — lat. norte y  $107^{\circ} 22'$  long. W. aproximadamente a 3. kms. de la Estación Guzmán del ferrocarril, en el Municipio de Ascensión, cubriendo un área de  $5 \text{ km}^2$ .

**Tipo de yacimiento.**— Gruesos filones en ganga dolomítica, en rocas volcánicas.

I.— Psilomelano coloforme, botroidal y nodular, — así como pirulusita en muy pequeños cristales. En ganga de calcita blanca y negra, cuarzo, yeso, barita y hematita.

II.— Existe la posibilidad de que una porción o la totalidad de los óxidos y la calcita sean posteriores a la mineralización primaria.

III.— Mn. 40.4 - 27.5,  $\text{CaCO}_3$  38-25.2, BaO 4.8 - 4.3.  
 $\text{SiO}_2$  4.9 - 0.45,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1.7 - 0.07, Fe 1.4 - 0.7, Zn 0.1 - 0.05,  
 S 0.31 - 0.28, P 0.064 - 0.052.

IV.- Hasta 1954 se habfan extraído 70.000 tons. de mineral y existfan reservas por 70,000 toneladas de mineral — con 17% de Mn. En 1958, 60,000 toneladas de reservas con 17% — de manganeso.

V.- La roca encajonante está constituida en su totalidad por rocas volcánicas de composición esencialmente andesítica de color pardo rojizo y menores cantidades de riolitas y dacitas de colores más claros.

VI.- La mineralización se encuentra alojada principalmente en vetas de falla que siguen principalmente rumbos generales N-S y E-W, siendo las últimas las más importantes con longitud hasta de 800 m. (50-200 m. promedio) y espesor 1.8-3m hasta 50 m. de profundidad.

VIII.- Durante el Terciario sucedieron diferentes derrames andesíticos primeramente y riolíticos y dacíticos formándose así la sierra Los Borregos. también en el Terciario se formó la mineralización y durante el Cuaternario la erosión relleno de aluvión los extensos valles circundantes.

X.- El fracturamiento que aloja los depósitos fué favorable únicamente en las rocas volcánicas más competentes -

para que posteriormente los minerales primarios se depositaran por hidrotermalismo a bajas temperaturas y pequeñas profundidades, existiendo por último un importante enriquecimiento secundario a poca profundidad.

#### REGION DE CASA DE JANOS.

Localización.- Se encuentra en la parte NW del Estado de Chihuahua y una pequeña porción del Estado de Sonora.- comprende las zonas de:

Casa de Janos - 83 km al NW de Nuevo Casas Grandes Chih.

Sierra de Enmedio - 25 km al norte de Janos.

Las Varas - 30 km al norte de Janos, Chih.

La Vaca - 7 km al Noreste de Las Varas.

Tipo de Yacimientos.- Gruesos filones de ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Psilomelano con textura botoidal y pirrolusita coloriforme se encuentra en ganga de calcita negra y blanca. --- cuarzo y yeso. Ocasionalmente arcilla y calcedonia adquieran - buenas proporciones entre la ganga.

II.- Posiblemente gran parte de los óxidos de Mn —  
tengan origen supergénico.

III.- Mn 35% - 12%.

IV.- Reservas por 228,592 toneladas con 14% de Mn.

V.- Todas las sierras de esta región están formadas—  
por tobas de composición riolítica y andesítica, muy probablente  
te de edad terciaria, con predominancia notable de las primaras—  
que es donde se encuentran la mayoría de las vetas.

VI.- Las principales mineralizaciones se encuentran—  
en vetas de falla y de fisura. En las zonas de Janos y La Vaca —  
el rumbo predominante de las vetas es NW, mientras que en Las Vaz  
raz y Sierra de Enmedio el rumbo es NE y los echados pronuncia—  
dos.

VII.-

VIII.- Durante el terciario medio y tardío se suce—  
dieron gruesos derrames de lavas que quedaron intercalados con —  
capas de materiales piroclásticos que se mineralizaron al pare—  
cer a finales del terciario. Durante el cuaternario la erosión —  
ha estado llenando grandes valles aluviales.

X.- Los minerales primarios fueron depositados a bajas temperaturas por soluciones hidrotermales que precipitaron a poca profundidad los minerales de manganeso, principalmente - en las rocas volcánicas, que presentaban un fracturamiento muy-abundante debido a su competencia.

Existió posteriormente un enriquecimiento secundario.

#### REGION CASAS GRANDES.

Localización.- Se encuentra en el NW del Estado de Chihuahua a 3 km. al NW de Casas Grandes.

Tipo de yacimiento.- Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Pirolusita y Psilomelano en ganga de calcita - blanca y/o negra, cuarzo y barita.

II.- Pirolusita y psilomelano.

III.- 19.26% de manganeso.

IV.- Reservas de 10,000 toneladas con 19% de Mn.

V.- La roca encajonante está compuesta por corrientes riolíticas y andesíticas, intercaladas con capas de tobas de la misma composición. Hacia el NE se encuentran capas de calizas anteriores a los derrames, presentan echados hacia el norte.

VI.- La mineralización de manganeso se encuentra en vetas de falla o de fisura que existen en las riolitas con direcciones N-S y E-W y echados casi verticales.

También existen brechas cementadas con óxidos de manganeso.

VII.-

VIII.- Durante el Cretácico se depositaron probablemente calizas (mismas que se encuentran al NE), y fue durante el Terciario que sucedieron los derrames que formaron gruesos paquetes de rocas volcánicas de composición riolítica, durante el Terciario superior se formó posiblemente la mi-

neralización. Aluvión cuaternario.

X.- Estos depósitos se han considerado del tipo de calcita negra, es decir depósitos epitermales con enriquecimiento secundario de los óxidos de Mn cerca de la Superficie.

#### REGION DE TERRENATES.

Localización.- Se encuentra a 140 Km. al NW de Chi huahua, a 20 Km. sobre la desviación que parte del Km. 45 de la Carretera El Sueco - Casas Grandes, en la Sierra del Plan de -- Alamos. Sus coordenadas geográficas son: 106° 45' long. W y -- 29° 48' lat. N.

Tipo de yacimiento.- Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Pirolusita y psilomelano, wad, así como cantidades menores de braunita, criptomelano y holandita en una ganga compuesta por calcita, barita, cuarzo, hematita y yeso. Valores de Pb, Zn, Cu.

II.- Carbonatación y oxidación (parte de pirolusita y psilomelano).

III.- Mn 38%, SiO<sub>2</sub> 20%.

IV.- De 1953 a 1954 se extrajeron 40,000 tons --  
(38 Mn. y 20% SiO<sub>2</sub>).

De 1954 a 1956 se extrajeron 25,000 tons. ---  
(43% Mn y 8% SiO<sub>2</sub>).

Para un total de 65,000 tons. explotadas y reservas de 300,000 tons. con tenor de 30% de Mn. En 1958 se estimaban 400,000 toneladas con 21% de manganeso.

V.- Las mineralizaciones se encuentran alojadas en rocas de composición ríolítica y principalmente en derrames y no en tobas. Los derrames presentan texturas: Porfírica, -- fluidal brechoide y esferulítica.

VI.- Los depósitos se encuentran principalmente en vetas de falla y algunos en vetas de fisura. Las fallas tienen desplazamientos esencialmente verticales y son normales. Las vetas alcanzan hasta 2 km. de largo, pero tienen 200 m. en pro

medio y el espesor medio es de 20 m. alcanzando hasta 60 m. Todo el sistema de vetas sigue una orientación NW-SE y se encuentra dentro de un área de 5 x 10 kms.

VIII.- Durante el Cretácico se depositaron las calizas Aurora (aflojan al NE). Durante el Terciario, posiblemente en el Plioceno sucedieron grandes extrabasaciones de composición riolítica. Posiblemente dentro del Terciario se formó la mineralización primaria que posteriormente sufrió enriquecimiento secundario. Aluviones cuaternarios.

X.- Al parecer la mineralización se formó a partir de la precipitación de soluciones hidrotermales frías y carbonatadas en las rocas volcánicas competentes en forma de calcita negra (presencia de barita y tungsteno), que al disolverse formaron una concentración secundaria.

También existe la posibilidad de que los óxidos de Mn hayan sido precipitados directamente en presencia de agua subterránea cargada de oxígeno. Parece existir relación con las calizas subyacentes, probablemente cargadas de carbonatos a las soluciones mineralizantes.

## REGION DE SATEVO.

**Localización.**- Esta región se encuentra aproximadamente a 100 km al sur de Chihuahua, dentro del mismo Estado. -  
 Sus coordenadas geográficas son:  $27^{\circ} 40'$  Lat. N. y  $105^{\circ} 19'$  —  
 Long. W.

**Tipo de yacimiento.**- Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Pirolusita y psilomelano con texturas coloriformes en una ganga compuesta principalmente de calcita blanca, -  
 negra, cuarzo, barita y hematita.

II.- La oxidación formó parte de la pirolusita y -  
 psilomelano. Posiblemente a partir de carbonatos.

III.- 25% de Manganeso.

IV.- En 1956 se extraía con ritmo de 18.5 tons. —  
 diarias con 42.7% de Mn. y las reservas alcanzaban 87,700 tons  
 con 22% de Mn. Hasta 1958 se habían extraído 19,113 toneladas—  
 con 21% de Mn.

V.- La mineralización se encuentra en fallas y — fracturas en rocas riolíticas y monzoníticas, siendo mucho más comunes las primeras.

Hacia el sur y sureste se encuentran lutitas calcáreas en las que no se ha apreciado ninguna zona mineralizada.

VI.- El mineral de Mn se encuentra en vetas de falla y de fisura, principalmente en las riolitas. El rumbo de las vetas es casi siempre hacia el NW aunque en algunos casos se orientan al norte o ligeramente hacia el NE., siendo todas casi verticales con longitud hasta de 200 m. y ancho promedio de 1 m. La mineralización alcanza una profundidad máxima de — 30 m.

VII.- Intrusivo monzonítico.

VIII.- Durante el Cretácico se depositaron lutitas calcáreas de color gris oscuro con alternancia de capas delgadas de arenisca de grano muy fino. ambas se han silicificadas o silicificadas en partes, debido a la intrusión de un pequeño plutón monzonítico que tiene posible edad Terciario temprano.

Posteriormente durante el Terciario medio y superior se sucedieron depósitos de riolitas y de tobas riolíticas que sufrieron a finales del Terciario la mineralización. Aluviones cuaternarios.

X.- Soluciones epitermales cargadas de carbonatos precipitaron en las riolitas dejando al mineral de Mn en una ganga de calcita blanca y negra. Aguas meteóricas que circularon cerca de la superficie posteriormente, produjeron un enriquecimiento secundario en las profundidades someras (zona de oxidación).

#### REGION DE LOS ORGANOS Y SIETE TINAJAS.

Localización.- Se encuentran en las sierras de los mismos nombres en la parte central del Estado de Chihuahua como a 50 km. al NE de Saucillo, Chih, y 11 km. al Sur de Chihuahua. Sus coordenadas geográficas son:  $106^{\circ} 20'$  Long. W y  $27^{\circ} 40'$  Lat N.

Tipo de yacimiento. Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Pirolusita y psilomelano.

III.- 25% de manganeso.

IV.- Durante 1956 se explotó a un ritmo de 10 tons diarias y tenfa reservas por 313,000 tons. con 21% de Mn.

V.- Ambas sierras están constituidas por rocas volcánicas de tipo ácido y de composición riolítica, consisten en intercalaciones de derrames con capas de productos piroclásticos de la misma composición.

VI.- La mineralización se encuentra alojada en vetas de falla y de fisura y preferentemente en los derrames y no en las tobas. La mayor parte de las fallas son normales. El rumbo general de las vetas es NW y aproximadamente paralelo a la elongación de las sierras. El echado de las vetas es pronunciado y tienen una longitud entre 90 m. y 2 km. y espesor que varfa entre 30 cm y 1 m. La mineralización alcanza un máximo de 70 m. de profundidad.

VII.-

VIII.- Durante el Cretácico se depositaron calizas y lutitas calcáreas a principios del Terciario comenzaron a ocurrir derrames de riolitas y tobas riolíticas que se mineraliza-

ron durante el Terciario y que posteriormente sufrieron fuerte lixiviación y enriquecimiento secundario.

X.- Estos depósitos se consideran formados por soluciones hidrotermales que depositaron su contenido de minerales de Mn en la zona epitermal.

Existe una importante concentración secundaria de valores de Mn en la zona de oxidación.

#### REGION DE TALAMANTES.

Localización.- Se encuentra en la parte sur del Estado de Chihuahua, a 20 km al E de Parral. Esta región abarca la Mesa de Talamantes y la de Durazno. Sus coordenadas geográficas son:  $10^{\circ} 30'$  long. W y  $26^{\circ} 49'$  lat. N.

Tipo de yacimiento.- Pequeños filones con ganga barítica en rocas volcánicas.

I.- Psilomalano masivo y coloforme y criptomalano en cristales coloformes, holandita en forma cristalina y coronadita en forma botroidal.

La ganga está formada por calcita, calcedonia, -- cuarzo, yeso, barita con valores de plomo, hematita y tungsteno, trazas o valores mínimos de Cu, Ag y Au.

#### II.- Oxidación.

III.-  $MnO_2$  - 67.91,  $MnO$  7.62,  $BaO$  13.68,  $H_2O^+$  5.,  $H_2O^-$  0.9,  $WO_3$  2.92,  $ZnO$  0.14,  $CuO$  0.11,  $CaO$  0.07,  $PbO$  0.01, --  $As_2O_3$  0.36  $F_2O_3$  0.20,  $P_2O_5$  0.02,  $K_2O$  0.43,  $MgO$  0.11,  $CaO$  0.07,  $SiO_2$  0.14.

IV.- En 1956 se explotaba a 50 tons./dfa con 29% de Mn. y existían reservas por 175,400 tons. con 22% de Mn. -- Hasta 1955 se habían extraído 140,000 tons. de óxidos concentrados.

V.- La mineralización se encuentra en una serie de derrames riolíticos, que junto con una capa de tobas, una de brechas, una de aglomerados y una de areniscas tobáceas (Serie Volcánica de Talamantes). Descansan discordantemente sobre calizas plegadas posiblemente cretácicas.

VI.- La mineralización se encuentra en vetas de fg

llas (normales) y de fisura. El rumbo predominante de las vetas es hacia el norte y los echados son pronunciados. La longitud de las vetas varía entre 65 y 900 m. y sus espesores entre 30 cm. y 4 m. La profundidad máxima que alcanza la mineralización es de 40 m.

VIII.- Durante el Cretácico se depositaron capas de caliza (de 1 a 3 m.) que se plegaron a finales del Cretácico, estas calizas afloran en la Mesa de Talamantes. Durante el Terciario se depositaron los derrames y toda la serie volcánica de Talamantes\*, en el Terciario tardío (?) sucedió la mineralización.

X.- Los óxidos de Mn se formaron probablemente por alteración supergénica de minerales primarios hidrotermales, el carácter supergénico está indicado por los cuerpos relativamente raras (25-35 m. bajo la superficie), donde los óxidos se extienden. El Mn. primario se encontraba probablemente en vetas barfíticas con tungsteno, plomo y otros minerales de origen hidrotermal, aunque realmente no se ha establecido -

(\*) Discordante sobre las calizas.

claramente la identidad original de los minerales de manganeso.

#### REGION LOS VOLCANES Y SAN CARLOS.

Localización.- Esta región se encuentra en el extremo NE del Estado de Chihuahua, la zona de la Sierra de San Carlos se encuentra a 10 km. al SW de Manuel Benavides, sus coordenadas geográficas son:  $29^{\circ} 05'$  lat. N. y  $104^{\circ} 00'$  long. W. La zona de Los Volcanes se localiza a 50 kms. al SE de la Estación Chapó en: lat. N.  $29^{\circ} 10'$  y  $104^{\circ} 20'$  long. W.

Tipo de yacimiento.- En rocas carbonatadas.

I.- Pirolusita, psilomelano y óxidos de Fe en una ganga esencialmente de calcita.

II.- Oxidación.

III.- El contenido de manganeso es de 25%.

IV.- en 1956 se explotaba a un ritmo de 14 tons/ -  
dfa con 35% de Mn. y las reservas alcanzaban 76,000 tons. con  
26% de Mn.

V.- La mayoría de las zonas mineralizadas se encuentran en rocas calizas falladas y fracturadas, con una excepción en la Sierra de San Carlos, en donde se encuentra mineralización de las riolitas.

VI.- Los yacimientos se encuentran en fallas o fracturas de espesores variables entre 10 cm. y 2 m. y con longitudes hasta de 1/2 km. La máxima profundidad que alcanza la mineralización es de 20 m. El rumbo preferente de las estructuras en la Sierra de San Carlos es NNW.

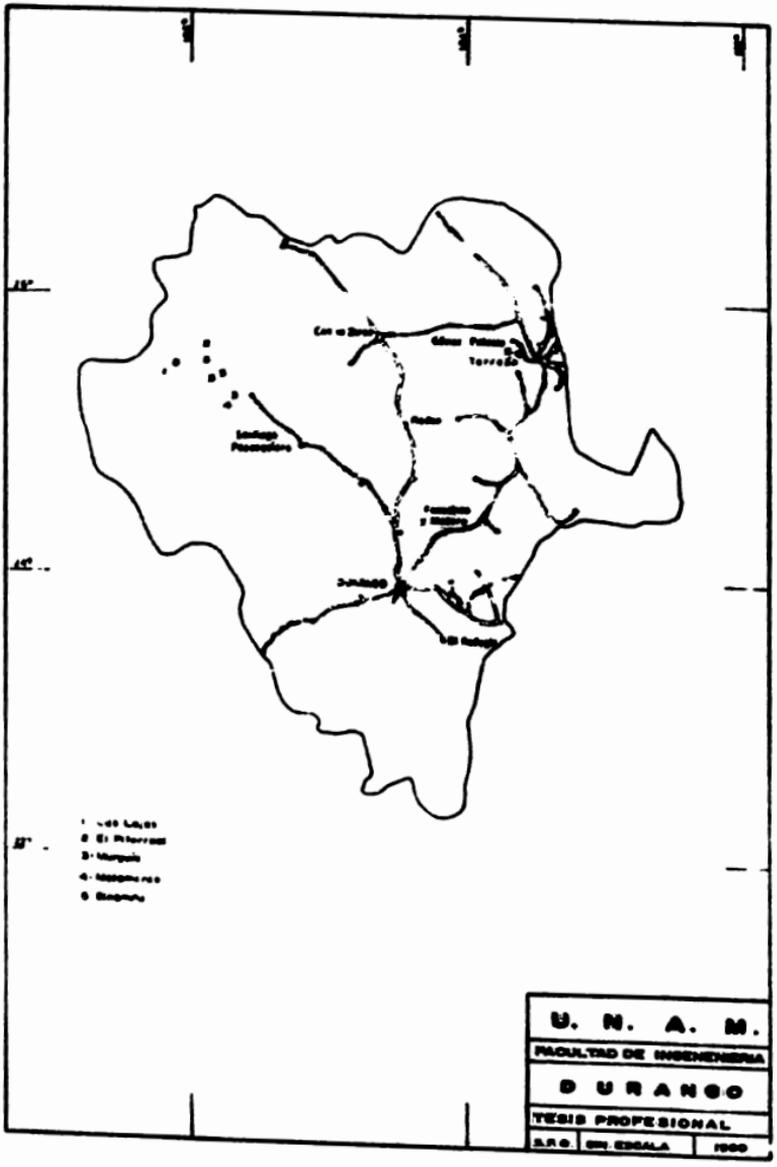
VII.- Existen granitos y dioritas que afloran en áreas pequeñas y que posiblemente tienen relación importante con la mineralización en San Carlos.

VIII.- Durante el Cretácico temprano se depositaron calizas y lutitas que fueron intrusionadas a principios del Terciario por los granitos y dioritas, a mediados del Terciario ocurrieron emisiones volcánicas de composición ríolítica. Aluviones cuaternarios.

.- Se ha supuesto que la mineralización se haya formado a partir de soluciones hidrotermales carbonatadas que

se precipitaron en forma de calcita negra. Existió disolución de la calcita por aguas meteóricas frías y deposición secundaria en fracturas, fallas y fosas de disolución.

**D U R A N G O**



- 1 - Los Altos
- 2 - El Torreal
- 3 - Murguía
- 4 - Misamis
- 5 - Guaymas

<b>U. N. A. M.</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA	
<b>D U R A N G O</b>	
TESIS PROFESIONAL	
S.R.O. EN ESCALA	1999

## REGIÓN DE LAS LAJAS.

**Localización.**— Se encuentra en la parte NW del Estado de Durango, al NW de Tepihuanes, Ogo. Las coordenadas — geográficas aproximadas de la zona son: 25° 35' lat. N. y — 106° long. W.

**Tipo de yacimiento.**— Gruesos filones de ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.— Pirolusita y fragmentos de psilomelano botroidal. Se encuentra gran abundancia de mineral pulverulento, comúnmente llamado "finos", consistentes principalmente en pirolusita y fragmentos de psilomelano contenidos en una abundante ganga de cuarzo, fragmentos de riolita y material arcilloso.

II.— Oxidación.

III.— 42-45% de Mn y 15% de SiO<sub>2</sub>

IV.— En 1960 se extraían entre 250 y 300 tons. — mensuales con ley de 42% a 45% de Mn. y con más de 15% de sílice. Reservas de 14,000 tons. con 46% de Mn (1960).

V.- Toda la mineralización se encuentra alojada - en rocas de composición riolítica que se encuentran sumamente fracturadas y falladas de posible edad terciaria.

VI.- La mineralización se encuentra presente en - vetas de falla y de fisura presentando una orientación general E-W y NE-SW con echados pronunciados y verticales, es muy irregular en cuanto a dimensión y profundidad. La longitud alcanza hasta 30 m. variando el espesor entre .10 m. y 1.20 m con promedio aproximado de 0.40 m. A cuatro o cinco metros de profundidad las vetas se pierden en delgados hilos despreciados por los mineros.

VII.- Durante el Mioceno se depositaron riolitas, cuyo espesor no está definido aún, en discordancia se depositó material piroclástico constituido por tobas post-terciarias o poriblemente de fines del Terciario con estratificación en capas casi horizontales. Posteriormente sucedió la mineralización. Existe aluvión cuaternario y fracturamiento en forma de lajas.

VIII.-

X.- El origen puede considerarse similar a la ma

yorfa de los yacimientos del Estado de Chihuahua, suponiendo que se trata de depósitos hidrotermales de baja temperatura - (epitermales), cuyo mineral primario fue calcita negra que — posteriormente y por procesos secundarios dió lugar a la deposición del manganeso en forma de óxidos, concentrándose así el mineral en las partes favorables para ello en fallas y — fracturas la zona de oxidación presenta poca profundidad.

#### REGION DE LA CANDELA.

Se ha dividido en dos diferentes zonas que son:

- i) Zona de Pitorreal
- 2) Zona de Murgufa

#### 1) ZONA DE PITORREAL.

Localización.— Se encuentra en la parte NW del Estado de Durango, en la Sierra de la Candela, Sus coordenadas geográficas aproximadas son:  $25^{\circ} 37'$  lat. N. y  $101^{\circ} 00'$  long. W.

Tipo de yacimiento.— Gruesos filones con ganga de lomftica en rocas volcánicas.

I.— Psilomelano con textura botroidal colorme y

reniformes, lo que hace pensar en depósitos coloidales de baja temperatura, pirolusita y cantidades menores de manganita y -  
wad con ganga de fragmentos riolíticos y ocasionalmente la --  
salvanda producto del fallamiento.

II.- Oxidación.

III.- 35% de Mn.

IV.- en 1960 existían 24,291 tons. de reservas --  
con: ~~34%~~ de Mn.

V.- Las rocas más comunes en la zona son corrientes riolíticas de posible edad Terciaria, que guardan semejanza con las que afloran a lo largo de la Sierra Madre Occidental. Hacia el W y SW de la zona se encuentra toba de composición riolítica formando montículos que sobreyacen a las riolitas. Las fallas donde se alojan las vetas ricas en Mn. presentan una zona brechada de riolitas encajonantes, siendo los minerales de Mn. el cementante. En algunas ocasiones el mineral se encuentra asociado con salvanda producto del movimiento de falla.

VI.- Los yacimientos de Mn. se encuentran alojados principalmente en vetas de fallas, existiendo también de-

fisura. Siguen un rumbo general que varfa entre N-S y N 35°W. Las vetas tienen una longitud máxima de 170 m. y ancho variable, con mínimo de 0.30 m. La máxima profundidad que la mineralización alcanza es de 30 m. Los echados son muy fuertes y prácticamente verticales con fracturamientos paralelos ocasionalmente.

VIII.- Durante el Terciario se depositaron las riolitas y se fracturaron. Posteriormente también en el Terciario se formó la mineralización, después se depositaron tobas.

Aluvión cuaternario.

X.- La mineralización se formó muy probablemente por la deposición de minerales primarios de Mn. acarreados por soluciones hidrotermales ascendentes en fallas y fracturas. Un proceso secundario de enriquecimiento dió lugar a la formación de óxidos y concentraciones, aunque existe la posibilidad de que no haya existido el enriquecimiento y los óxidos de Mn. hayan precipitado directamente de las soluciones al contacto con las aguas meteóricas descendentes.

## 2) ZONA DE MURGUIA.

**Localización.**— Se encuentra en la parte alta de la Sierra de la Candela. Sus coordenadas geográficas son — aproximadamente  $25^{\circ} 31'$  latitud norte y  $105^{\circ}$  longitud oeste.

**Tipo de yacimiento.** Gruesos filones de ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.— Pirolusita y psilomelano en una ganga compuesta principalmente por salvanda.

III.— 35% de Mn.

IV.— En 1960 se extraían 35 tons. diarias con 35% de Mn. y existían 70,404 tons. con 26% de Mn de reservas.

V.— Las rocas predominantes en la zona son riolitas, que se presentan en la misma forma que caracteriza a la generalidad de las que constituyen la Sierra Madre Occidental, por lo que se les ha atribuido edad terciaria.

VI.— La mineralización se encuentra alojada en va

tas de falla, con rumbo general N-S. Llegan a alcanzar hasta 6 m. de ancho, pero normalmente tienen entre 1/2 y 2 m. Los echados son casi verticales, aunque se puede apreciar buzamiento hacia el W. La máxima longitud de las vetas pasa de los 1,000 m. y la mineralización generalmente acaba a 60 m. de profundidad, aunque pocas veces persiste.

VIII.- Durante el Terciario se sucedieron derrames de composición riolítica que sufrieron después de su solidificación fracturamientos y fallamientos. Posteriormente se rellenaron las fracturas y algunas fallas con la mineralización. Dentro del Terciario también. A partir de entonces comenzó un proceso de enriquecimiento. Al SW de la zona se encuentran tobas de la misma composición sobreyaciendo a las riolitas. Suelos y aluviones recientes.

#### IX.-

X.- El origen al parecer se debió a la deposición de minerales de manganeso acarreados por soluciones hidrotermales en las fallas y fracturas que existían en las riolitas. Es difícil asegurar que haya existido el enriquecimiento ya que los óxidos de Mn. pudieron precipitar debido al contacto entre las soluciones hidrotermales y las aguas meteóricas des

cerdentes.

## REGION DE DINAMITA.

**Localización.**- Esta región se localiza en la porción SE del Estado de Durango, cerca de los límites con el Estado de Coahuila, en las cercanías de Dinamita, Dgo. Sus coordenadas geográficas aproximadas son:  $25^{\circ}40'$  latitud norte y  $103^{\circ}40'$  longitud oeste.

**Tipo de yacimiento.**- En rocas carbonatadas.

I.- Psilomelano y pirolusita en ganga constituida por aragonita, calcita blanca y negra y óxido de Fe.

II.-

III.- Mn 44.1,  $WO_3$  1.05,  $SiO_2$  1.8, Fe 1.0,  $Al_2O_3$  0.06, Zn Tr, Pb Tr, Cu 0.04, P 0.02, arcillas 27.6 (E. Mapez-V. 1956).

IV.- En 1960 se extraían 1900 tons/mes. con 37% de Mn. y 3% de insoluble. Existían entonces reservas por -- 189,545 tons. con 32% de Mn.

V.- Formación Aurora, con estratos que varían de 0.3 a 1.5 m. de grano fino a medio y con color gris, muy fosilíferas y muy solubles, por lo que se ha favorecido la formación de cavidades de disolución. Los principales depósitos — son de reemplazamiento, pero también se encuentran cavidades y fracturas rellenas por la mineralización, gran cantidad de fracturas orientadas paralelamente a las estructuras.

VI.- Bolsas, vetas y mantos primarios. Vetas, cavidades y abras de origen secundario.

Bolsas.- Orientación aproximada NW 50° a NW 70° y contiene la mayor cantidad de mineral, sus diámetros varían entre 5 y 10 m.

Vetas.- Tienen orientación NE 22° a NE 35° y siguen los planos de estratificación.

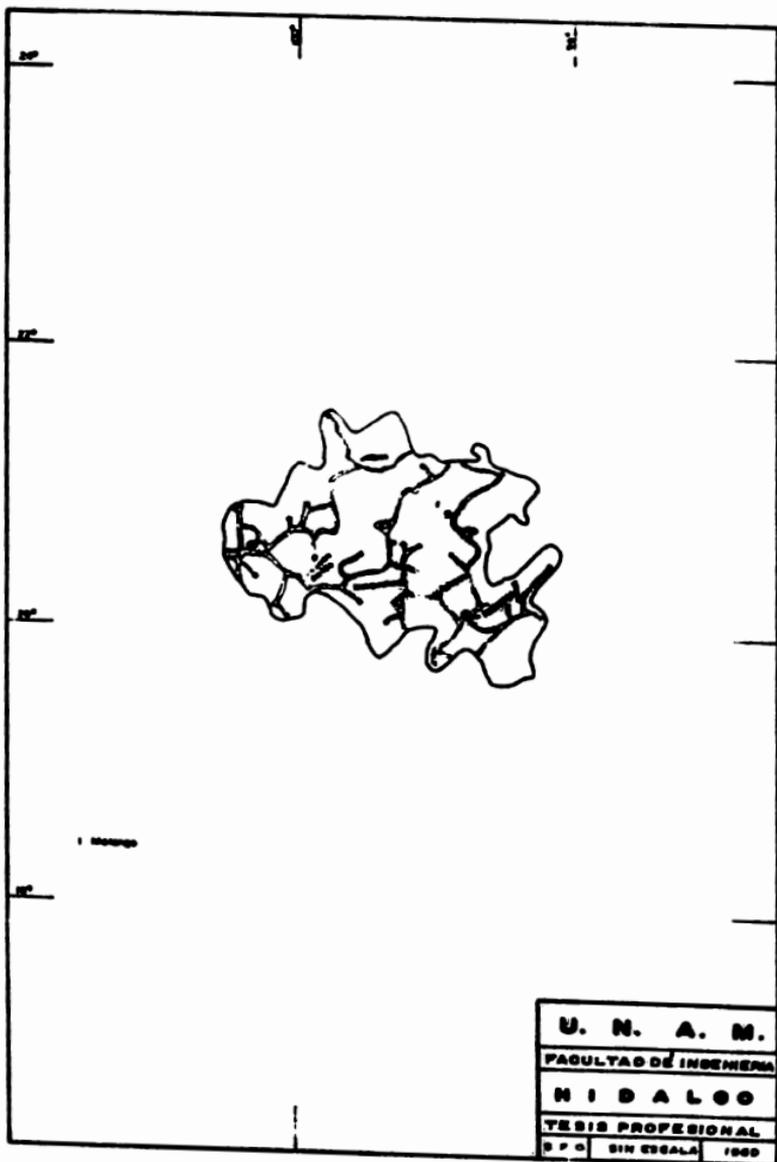
Abras y cavidades. Con Mn. secundario muy rico — con textura botroidal.

VIII.- En el Permo-Triásico existieron rocas que posteriormente fueron erosionados para constituir la Fm. Huizachal y formar parte del extremo sur de la Sierra de Mapimí.

Existe un hiatus durante los principios del Cretácico hasta - que se depositó la Fm. Aurora y posteriormente la Fm. La Peña (constituyen la mayor parte de la sierra). Ya hacia mediados-del Cenomaniano comenzó la deposición de la Fm. Indidure constituida por lutitas calcáreas. A finales del Cretácico un — cuerpo granítico intrusionó la secuencia sedimentaria y causó la mineralización. En el Terciario temprano se depositaron — mantos rojos. Aluvión Cuaternario.

X.- Las calizas fueron plegadas e intrusionadas,- quedando cavidades que fueron llenadas por calcita blanca y - negra, existiendo además reemplazamiento de la caliza. Una — nueva generación de soluciones ascendentes epitermales deposi- taron óxidos de Mn. en cuerpos irregulares de formas diferentes en una ganga de calcita blanca y negra.

H I D A L G O



**U. N. A. M.**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**H I D A L G O**

**TESIS PROFESIONAL**

**D P O SIN ESCALA 1000**

## AREA DE MOLANGO.

**Localización.**— Los yacimientos se encuentran en la porción NW del Estado de Hidalgo 73 Km. al N. de Pachuca y 53-Km. al Sur de Tamesunchale en los alrededores de Molango, Hgo.

**Tipo de yacimiento.**— Oxido-carbonato en la base de series transgresivas con silice dominante.

I.— Rodocrosita en microcristales arredondados en sedimentos paralelos asociados a abundante materia orgánica. — pirita, montmorillonita, hidromica, manganocita cuarzo detrítico, cuarzo en oolitos primarios, limonita, manganocalcita y — nstutita. Cuando la textura es coloforme y sugestiva de condiciones locales de agitación la rodocrosita está asociada hasta en un 40% o 50% a kutnahorita y a material orgánico.

II.— Oxidación y precipitación de nstutita criptocrystalina, blanda o compacta con textura lamelar, pirolusita, hausmanita, birnesita, psilomelano y criptomelano.

III.— Singenéticos: Mn 19.5, Fe 7.7,  $P_2O_5$  0.13, — S 0.25,  $SiO_2$  3.6,  $Al_2O_3$  2.24, CaO 15.9, MgO 2.74 y C 10.7.

Epigenéticos: Mn. 50.0, Fe 5.9,  $P_2O_5$  0.12, S 0.005,  $SiO_2$  2.9,  $Al_2O_3$  2.0, CaO 0.4, MgO 1.0, C 0.1.

IV.- La producción diaria se acerca a las 5,000 toneladas.

Las reservas probadas son mayores a 5 millones de toneladas.

V.- La mineralización se encuentra en la Fm. Tamán— que está formada por una gruesa serie de limolitas calcáreas — con calcopirita, horizontes de calizas, ocasionalmente calcarenitas y calcilutitas.

La mineralización se encuentra en el tercio superior, entre 100 y 150 m. bajo la cima de la Fm. Tamán, en capas de calizas, de finas a laminares con escasas intercalaciones de lutitas y de caliza más dura, ambas con ocasionales transiciones a arenisca.

En la roca sin alterar es difícil notar a simple vista la presencia de manganeso, aún cuando hay contenidos hasta de 30%. La estratificación original está enmascarada en ocasiones por un crucero secundario producido por tectonismo.

VI.- La mineralización se encuentra en un manto — con espesor de 8 metros y 2 kms. de largo, estas dimensiones — corresponden a datos comprobados por obra directa en Otongo, — sin embargo es bastante probable que la mineralización sea mucho más extensa.

VII.- Hacia el sur del área un stock de pequeñas — dimensiones del cual parten algunos diques angostos muy alterados.

VIII.- Durante el Paleozoico se formaron las rocas metamórficas basales, durante el Jurásico inferior se formaron los sedimentos que constituyen la Formación Huayacocotla y la Formación Huizachal (también gneiss).

Ya en el Jurásico superior comenzó la deposición — de la Fm. Tamán y durante la etapa correspondiente al inicio — del terciario tardío sucedió la mineralización primaria y se inició la mineralización secundaria. Posteriormente se depositaron las Formaciones Pimienta y Tamaulipas, para culminar hacia el Terciario con corrientes basálticas y aluvión cuaternario.— La estratigrafía del área es la siguiente:

Paleozoico.- Rocas basales constituidas principal-

mente por gneisses con cuarzo, feldespatos y biotita, como accesorios: Apatita, circón y granate (posiblemente Precámbrico).

- Discordancia angular -

Jurásico Inferior.- Fm. Huayacocotla (600 m.) constituida por pizarras carbonosas, areniscas y alternancias de limolitas y areniscas amarillentas en la parte superior.

- Discordancia -

Jurásico Medio.- Fm. Huizachal (0-300 m.). Formada por arenisca arcillosa, cuarcitas y algo de calizas, facies de conglomerado de cuarzo y gneiss.

- Discordancia en partes -

Jurásico Superior.- Fm. Tamán (500-600 m.). Descansa indiferentemente sobre las formaciones Huayacocotla o Huizachal. Está formada por una gruesa serie de limolitas calcáreas con pirita, horizontes de calizas y ocasionalmente calcarenitas.

La mineralización se encuentra en el tercio superior de la unidad aproximadamente de 100 a 150m. bajo su parte superior en capas de calizas con intercalaciones de lutitas y de caliza más pura. La estratificación original se encuentra -

enmascarada por un crucero secundario producido por tectonismo.

- Contacto Transicional -

Jurásico Tardío parte superior y temprana del Cretácico Inferior.- Fm. Pimienta (3000 m.) limolitas y calizas arcillosas en capas delgadas con lentes de pedernal negro, pasan gradualmente de color gris claro a más intenso y de delgadas a medianas. hacia la parte superior, se pierde totalmente el pedernal.

- Contacto Transicional -

Cretácico Inferior.- Fm. Tamaulipas. Gruesas series de calizas con intercalaciones subordinadas de limolitas, margas y lutitas, los estratos varían de tamaño, tendiendo a ser más gruesos hacia la parte superior

- Discordancia Angular -

Terciario.- Corrientes de lavas basálticas y hacia la base pequeñas acumulaciones de piroclásticos y restringidas áreas con rocas andesíticas, que al parecer indican que fueron las andesitas cubiertas por basaltos.

X.- Los yacimientos se formaron principalmente por

la acumulación de precipitados químicos carbonatados singenéticamente con el depósito normal de sedimentos marinos calcáreos, con escaso aporte de detritos terrígenos, reflejado en la estratificación laminar de casi toda la unidad. Existió una clasificación de elementos químicos que separó aquellos de potencial iónico alto de los de potencial bajo, los que por incremento de la alcalinidad del medio precipitaron finalmente en una cuenca cerrada. El aumento de alcalinidad se originó por el contacto con aguas marinas y la rodocrosita se formó probablemente porque las soluciones ácidas tenían originalmente ácido carbónico o bien porque microorganismos o plantas lo originaron. La abundancia de materia orgánica impidió la formación de minerales oxidados de Mn.

La presencia cercana de depósitos de Fe en forma de óxidos, carbonatos, hidratos, etc., hace pensar en el origen volcánico probable de los yacimientos.

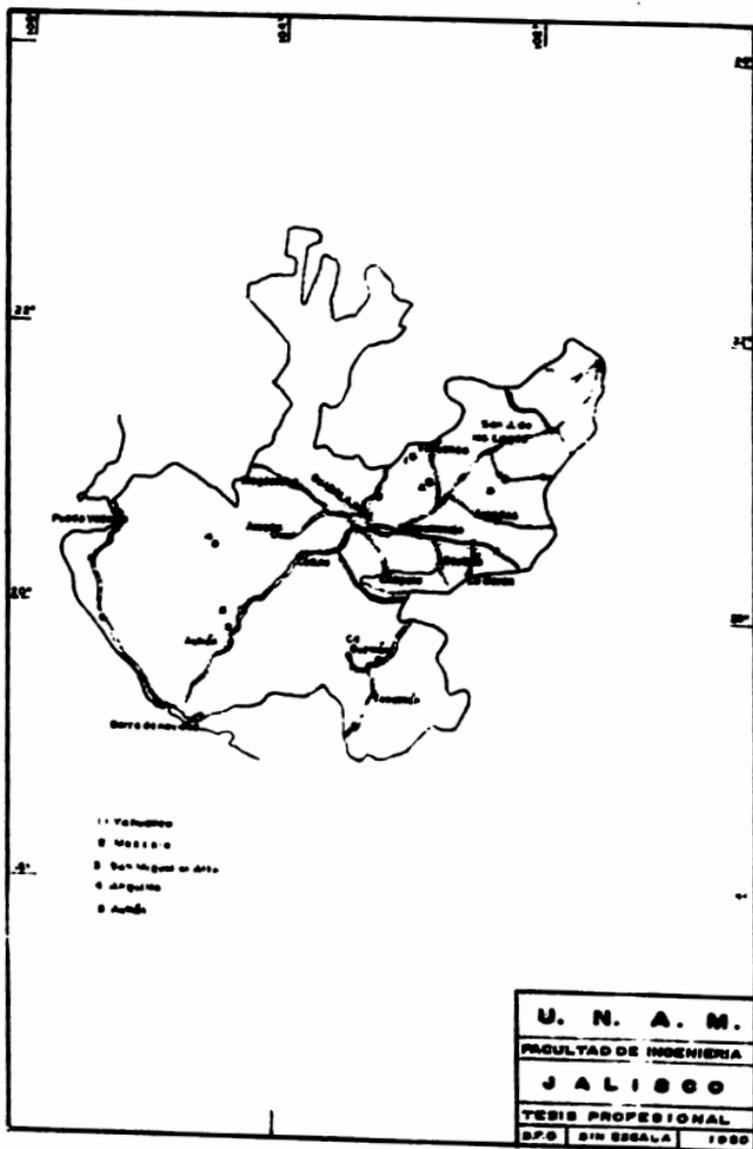
En algunas áreas debieron generarse elevadas presiones de gas carbónico que junto con una mayor abundancia de sodio, calcio y otras sales marinas, precipitaron kutnahorita, en equilibrio con la rodocrosita.

Los depósitos epigenéticos se formaron al lixiviar

se las rocas mineralizadas con aguas meteóricas ácidas, poniendo en solución  $Mn^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Fe^{++}$  y  $Mg^{++}$ . Al neutralizarse la solución en presencia de oxígeno pudieron precipitar el manganeso y algo de hierro que eventualmente cristalizaron como óxidos u óxidos hidratados.

Todas las condiciones locales, tales como la humedad, vegetación exuberante, soluciones circulantes confinadas por capas subyacentes de calizas y estructuras favorables han producido magníficos depósitos de Mn. de tipo batería.

J A L I S C O



- 1 Vallarta
- 2 Mexico
- 3 San Miguel de los Altos
- 4 Aguascalientes
- 5 Amula

<b>U. N. A. M.</b>		
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
<b>JALISCO</b>		
<b>TESIS PROFESIONAL</b>		
<b>B.F.O.</b>	<b>5th SEMESTRE</b>	<b>1960</b>

## AREÁ DE AUTLAN.

**Localización.**— La Mina San Francisco, que hasta el año 1963 era la de mayor importancia en el área, se encuentra sobre las coordenadas geográficas siguientes:

19° 54' 44" lat. norte y 104° 19' 35" de longitud-  
oeste, aproximadamente a 9 km. al norte de Autlán, Jalisco.

**Tipo de yacimiento.**— Vulcano-sedimentario.

I.— Braunita en forma de masas compactas, pirolusita y pequeñas asociaciones de psilomelano contenidos en ganga de calcita y sílice, que aumentan su proporción hacia los extremos del manto mineralizado.

II.— Se encuentran presentes óxidos de hierro de introducción posterior a la mineralización.

III.— 25-52.36% de Mn., 6.7-15.69% de SiO<sub>2</sub>, 0.6-4.17 de Fe., 0.4-0.6 de Pb., 0.03-0.4 de Cu., Tr.— 0.4 de Zn, 0.6-4.07 de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y tr de P.

IV.— En 1963 se conocían reservas por 10,000 tons. con contenido de 20 a 35% de Mn.

V.- En la Mina San Francisco la mineralización se encuentra dentro de tobas de color gris verdoso. En las partes más cercanas a la mineralización el tamaño del grano se va volviendo más fino hasta llegar al tamaño de limo, aquí el color se torna rojizo. Presentan ocasionalmente huellas de oleaje.

En la Mina El Paridero la mineralización se encuentra asociada a andesita y está constituida por óxido de color negro.

En la margen derecha del Rfo Armerfa se encuentra una parte mineralizada con las mismas características que en San Francisco, a excepción de que no se encuentran las tobas limolíticas.

VI.- En San Francisco la mineralización tiene forma de manto con espesor casi uniforme cercano a 1.2 m.

El mineral se encuentra en capas paralelas que varían entre 0.5 y 2 cm. de espesor que van disminuyendo hacia NE casi hasta desaparecer y que son concordantes con la estratificación.

En El Paridero la mineralización se encuentra en -

formas de lentes cuyo espesor varía entre 20 y 50 cm.

VII.- Diorita la Huerta.- Se encuentra en las cercanías del poblado del mismo nombre, al sur de Aullán. Es de color gris y de grano mediano a grueso con feldespatos, hornblenda y biotita.

Diorita Los Pozos.- Se encuentra al oeste de Los Pozos y es de color verde grisáceo con grano fino y contiene poca hornblenda.

Pórfido basáltico.- Se trata de un dique que está aflorando en San Francisco y Los Pozos, la coloración es gris oscura cambiando ocasionalmente a un tono más claro de gris a rojo negruzco.

Serie volcánica.- Se encuentra aflorando desde La Huerta hasta Guadalajara. Consistente de lavas de composición andesítica principalmente, latítica y basáltica, con sus correspondientes tobas. Alcanzan hasta 700 m. de espesor.

VIII.- Durante el Cretácico se depositaron calizas de color gris claro de grano fino y con estratificación gruesa.

Hacia los principios del Terciario se emplazaron - los intrusivos dioríticos La Huerta y Los Pozos y es probable - que el dique de composición basáltica haya aparecido posterior - mente y antes de las primeras emisiones de la Serie volcánica.

La mineralización es Terciaria.

X.- Park ha considerado que estos yacimientos tie - nen un origen sedimentario por las siguientes razones:

- Tanto las zonas mineralizadas como la roca enca - jonante muestran texturas y estructuras sedimentarias.

- Las capas se encuentran suavemente onduladas y - presentan marcas de corriente, además de encontrarse un conglo - merado intraformacional sobre las capas del mineral de mangane - so, pudiendo representar estos, depósitos de poca profundidad - en los que acciones bacteriales de algas pudieron influir en - la precipitación de los minerales de manganeso.

AREA DE ATENGUILLO.

Localización.- La mineralización en esta área se - encuentra situada aproximadamente a 6 km. al norte y NW de - Atenguillo, Jalisco.

**tipo de yacimiento.-** Vulcano-sedimentario.

**I.-** En la Mina Teresita se encuentra pirolusita y braunita en capas compactas paralelas y en lentes.

En los fundos La Maravilla y La Esperanza se encuentra psilomelano pirolusita y posiblemente torreyita de color negro opaco, es quebradiza.

**II.-** Se encuentra pirolusita y psilomelano rellenando fracturas que se mineralizaron a partir de un proceso su pergénico de enriquecimiento.

**III.-** 30% de Mn.

**IV.-** En 1963 se conocían reservas por 6,000 tons.- con tenor de 30% de Mn.

**V.-** En la Mina Teresita la mineralización se encuentra incluida en tobas de tipo andesítico de colores rojo, gris, amarillo y rosa que varían indistintamente.

Las capas pueden ser compactas o deleznales y con tienen fragmentos de roca andesítica hasta de 5 cm. El rumbo -

es NW 35° y su buzamiento de 45° hacia el NE.

En La Maravilla, la roca encajonante es toba riolítica de color rosa bastante compacta y con alto contenido de cuarzo.

En La Esperanza, el mineral se encuentra en tobas andesíticas de color gris rojizo con feldepatos bastante caolinizados o es muy deleznable.

VI.- La mineralización en la Mina Teresita se encuentra en forma de capas paralelas y compactas con espesores entre 0.2 y 3 cm., llegando en ocasiones a constituir hasta 1 m. mineralizado.

El mineral no se encuentra distribuido uniformemente, sino que aparece en forma de pequeños lentes de dimensiones variables.

En La Esperanza la mineralización se encuentra en una serie de fracturas con ancho entre 1 y 4 cm. con rumbo noroeste 60° y con buzamientos casi verticales.

En La Maravilla la mineralización está formada por

una serie de vetillas 0.5 a 1.0 cm. de ancho rellenas con rumbo SE  $45^{\circ}$  con buzamiento de  $64$  ó  $65^{\circ}$  al SW y alcanza hasta 200 m. de profundidad.

VIII.- Durante el Terciario se depositaron las tobas andesíticas y riolíticas en las que se encuentra la mineralización, sobre las que se encuentran una serie de rocas volcánicas de composición andesítica y traquítica.

X.- En la Mina Teresita se considera que el mineral tiene origen sedimentario, ya que las tobas no presentan ningún indicio de alteración y se depositaron contemporáneamente con el manganeso, en aguas poco profundas.

Existe mineral de manganeso relleno de fracturas, este mineral fué concentrado por procesos supergénicos de enriquecimiento a partir de la mineralización primaria.

Se han encontrado manantiales de agua caliente con barita que posiblemente tenga alguna relación con la mineralización supergénica.

AREA DE SAN MIGUEL EL ALTO.

Localización.- La mineralización en esta área se -

extiende desde San Miguel el Alto hasta la rancharfa de Caspi-  
loya.

Tipo de Yacimiento.- Gruesos filones con ganga do-  
lomftica en rocas volcánicas.

I.- Pirolusita y psilomelano en una ganga consti-  
tufda principalmente por calcita negra y blanca.

II.- Posiblemente una parte de la pirolusita y del  
psilomelano se derivaron de la mineralización primaria debido-  
a un proceso de enriquecimiento supergénico.

III.- El tenor del mineral varfa entre 20 y 30% de  
Mn.

IV.- En 1963 se extrafan 10 toneladas semanales y-  
se conocen 7,000 tons. de reservas con 20% de manganeso.

V.- La mineralización se encuentra alojada en ande-  
sitas de coloración pardo rojiza que contiene vesfculas relle-  
nas de zeolitas o de calcita. Los faldespatoz se encuentran --  
orientados o caolinizados. El espesor de las andesitas se ha -  
estimado que sobrepasa los 60 mts.

VI.- El mineral de manganeso se encuentra en hilillos dentro de vetas y vetillas de calcita negra alojadas en fracturas con orientación N 75° W - N 80° W y N 20° E - N 30° E.

VIII.- Las rocas más antiguas de la zona son las andesitas en las que se encuentra la mineralización principal.

Sobre éstas se depositaron capas de tobas de composición ríolítica con fragmentos de pumicita y vidrio. El color varía de rosa a gris acero y el espesor que presenta se — acerca a los 60 mts. Ocasionalmente contiene pequeños hilillos de manganeso.

Posteriormente se depositaron basaltos de color — gris negruzco con pequeñas vesículas, que a su vez se encuentran cubiertos por otra capa de basaltos de color más oscuro y con abundantes vesículas también. El conjunto de ambas alcanza un espesor de 50 mts.

X.- Es bastante posible que la formación de la mineralización se haya debido a la deposición del manganeso por la precipitación de soluciones hidrotermales que ascendieron a través de las fracturas que cruzan a las andesitas.

La asociación del manganeso con la calcita ayudan a suponer su origen hidrotermal. Sin embargo es posible también - que la deposición del mineral de manganeso haya sucedido posteriormente a una segunda etapa de fracturamiento que afectara a la calcita y por ese motivo se desprenden pequeños hilillos de los dos sistemas de fracturas que se mencionaron anteriormente.

#### AREA DE MEZCALA.

Localización.- Esta área se encuentra a 8 km. al N 50° W de Mezcala, Jalisco. Sobre las coordenadas geográficas - siguientes: 20° 58' de latitud norte y 102° 52' de longitud W.

Tipo de yacimiento.- Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Pirolusita de aspecto terroso y psilomelano botroidal contenidos en ganga compuesta principalmente por calcita negra y blanca.

II.- Oxidación con formación de pirolusita y psilomelano y enriquecimiento secundario.

III.- 20% de manganeso.

IV.- En el año de 1963 el tenor del mineral extraído se aumentaba hasta un 40% por medio de lavado y pepenado y se tenían calculadas reservas por 6,000 tons. con 15-30% de Mn.

V.- La mineralización se encuentra en basaltos y en aglomerados basálticos. Los basaltos presentan una coloración rojiza debido a los efectos del intemperismo y contiene abundantes vesículas de forma alargada que se encuentran colocadas en planos aproximadamente paralelos, algunas de ellas rellenas de calcita y/o manganeso.

El aglomerado está compuesto por fragmentos de roca de tipo basáltico, estos fragmentos se encuentran contenidos en una matriz arenosa y en ocasiones la matriz está formada en gran parte por óxidos de manganeso que han reemplazado a la matriz arenosa.

VI.- En el aglomerado la mineralización se encuentra en lentes hasta de 20 cm. de diámetro y en nódulos hasta de 6 cm. de largo por 2 de ancho como material de relleno.

En los basaltos el mineral se encuentra en vetillas irregulares que alcanzan hasta 5 cm. de espesor relleno de fracturas.

VIII.- Las rocas más antiguas conocidas en la zona son dos series de tobas, la más vieja es de color crema rosado, ligeramente porosa y bastante resistente. Tienen rumbo N - 55°E y buzamientos de 30° hacia el NE., el espesor que alcanzan estas tobas riolíticas es de 30 mts.

La segunda serie de tobas también es de composición similar y presenta color crema en fractura fresca y color rojizo por intemperismo, está ligeramente caolinizada y es aglomerática en partes. Los fragmentos se encuentran redondeados y subredondeados por lo que se puede suponer que se trate de una roca hidroclástica. Su espesor se acerca a los 30 mts.

Posteriormente se depositó el basalto y el aglomerado basáltico que contienen a la mineralización, que están cubiertos por otros basaltos de color gris con vesículas alargadas y distribuidas en bandas casi paralelas, su espesor es cercano a 20 mts.

Por último se encuentran de 200 a 300 mts. de rocas basálticas más jóvenes que constituyen a la Sierra de Mezcala.

La coloración de éstos varía de gris oscuro a ne-

gro, ocasionalmente se encuentran intercalaciones de cenizas volcánicas de color rojo oscuro.

La mineralización corresponde al Terciario.

X.- Quizá el manganeso se haya depositado en forma de carbonatos como manganita y rodocrosita a partir de soluciones hidrotermales ascendentes que pasaron por fracturas en los basaltos, se depositaron en cavidades existentes y —reemplazaron posiblemente a una parte del cementante y matriz en los aglomerados, para verse afectada posteriormente por la oxidación y el enriquecimiento supergénico que formó las concentraciones actuales.

#### AREA DE YAHUALICA.

Localización.— Esta área se encuentra ubicada en la parte norte de el Estado de Jalisco, casi en sus límites — hacia el Estado de Zacatecas.

Los depósitos de El Salto se encuentran a 7 km. — al este de Yahualica y los depósitos de Acésico se encuentran aproximadamente a 9 km. en la misma dirección.

Tipo de yacimiento.- Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Principalmente pirolusita y psilomelano en ganga de calcita.

II.- Oxidación con la correspondiente formación de pirolusita y psilomelano.

III.- Tenor de 20 a 42% de manganeso.

IV.- En 1963 se habfan calculado reservas por 9,000 toneladas con 30% en Mn.

V.- En el área de El Salto la mineralización se encuentra en una brecha volcánica con espesor superior a 50 mts.

Los fragmentos que la constituyen son de composición andesítica, de color crema y crema rojizo

En el área de Acásico la mineralización se encuentra en una latita porfirítica de color pardo rojizo y crema o gris claro con cristales de plagioclasa hasta de 4 mm. Presente zonas brechadas cerca de la base.

VI.- En el área de El Salto la mineralización se encuentra en fracturas con dos sistemas principales, con rumbos N 60° E y N 70° W.

En Acésico se presentan en la misma forma y además con vetillas irregulares, nódulos y masas irregulares.

En ambas la mineralización se presenta en cortas longitudes pudiendo terminarse bruscamente o adelgazándose poco a poco hasta perder importancia económica. Algunas vetas alcanzan hasta 100 mts. de longitud y 60 de profundidad.

VIII.- En el área de El Salto posiblemente toda la mineralización corresponda al Terciario.

La roca más antigua conocida es un conglomerado con escasos fragmentos mayores de 20 cm., posiblemente esté relacionado con alguna falla.

Encima se encuentra un conglomerado tobaceo que hacia su cima presenta un color gris verdoso y abundante clorita. Hacia su base es de color rojizo y presenta fragmentos subangulosos a subredondeados que alcanzan hasta 30 cm.

Presenta abundantes vetillas de calcita y espesor cercano a los 10 mts.

Posteriormente se depositó una retinita de color negra con abundantes fragmentos de rocas volcánicas e hilos de sílice, tiene espesor mayor a 10 metros y sobre ella se encuentra un aglomerado volcánico de color anaranjado muy deleznable con espesor igual.

La secuencia continúa hacia lo más joven con un aglomerado basáltico vesicular de color rojo parduzco con espesor mayor de 20 m. y una traquita basáltica compacta de color negro que se ha "lajado" por intemperismo, posteriormente la brecha volcánica que contiene a la mineralización y sobre ella una latita porfirítica de color rojizo con pequeñas vesículas y espesor menor de 10 mts.

Andesita gris oscura con espesor poco mayor de 20 mts. y basalto pardo oscuro compacto con espesor mayor a 10 m.

Todas las rocas son terciarias.

En el área de Acásico se encuentra la secuencia-

siguiente, de más viejo a más joven.

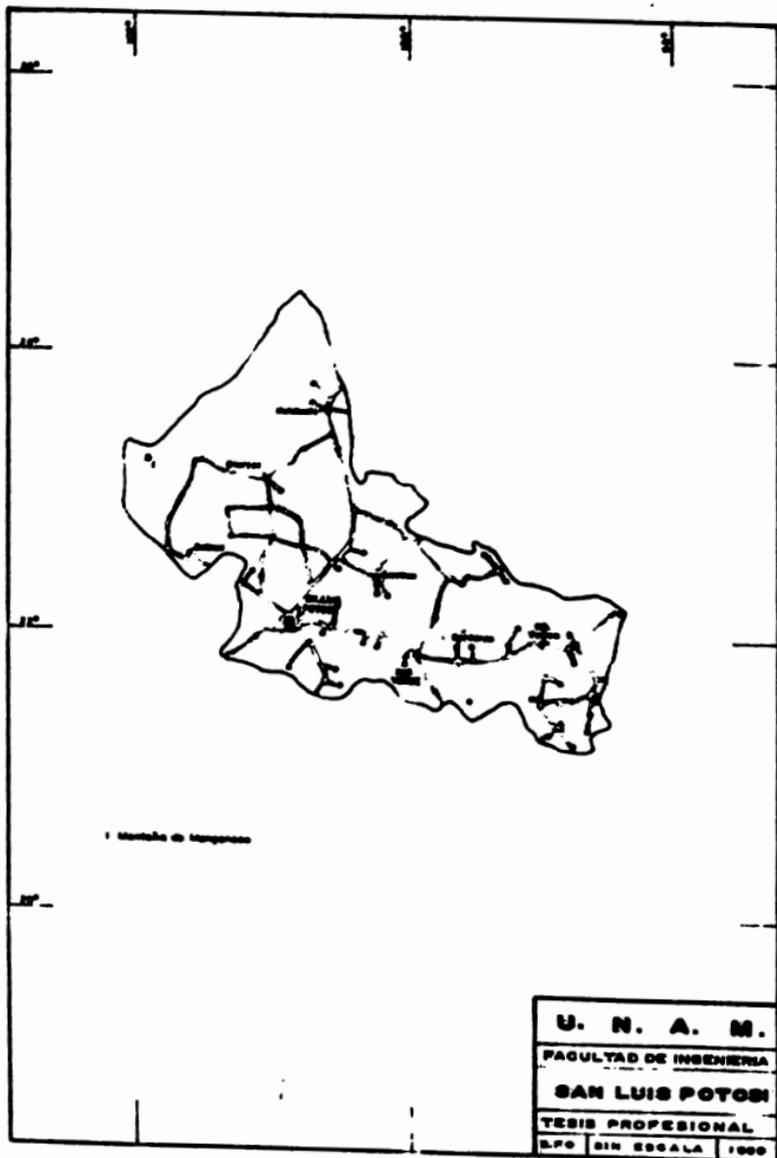
- Latita porfirítica que contiene a la mineralización.
- Aglomerado brechoide de color rojizo hacia la base que va tornándose de color café crema hacia la parte media y más café hacia la cima.
- Basalto de color pardo oscuro, compacto de textura porfirítica y amigdaloides con espesor variable.
- Toba brechoide con abundantes fragmentos angulares y subangulares de rocas volcánicas de color oscuro. La coloración varía entre crema y rosado y presenta gruesa estratificación.

X.- Es posible que la mineralización se haya formado debido a la precipitación de soluciones hidrotermales ascendentes que circularon por las fracturas en la brecha y en la latita. Las soluciones depositaron a los minerales de manganeso en fracturas y cavidades al cambiar las condiciones de presión y temperatura.

Sin embargo, existe la posibilidad de que la mineralización se haya formado por soluciones descendentes de origen meteórico que disolvieron y transportaron a los minerales

de manganeso contenidos en las rocas volcánicas, para depositarlos posteriormente en fracturas y cavidades existentes en las rocas huésped.

SAN LUIS POTOSI



## ARÉA DE LA MONTAÑA DE MANGANESO.

**Localización.**— Esta área se encuentra en la parte occidental de el Estado de San Luis Potosí, cerca de sus límites con Zacatecas, en el Municipio de Santo Domingo aproximadamente a 5 km. al SW de la rancharía que lleva el mismo nombre.

Las coordenadas geográficas de la parte central - de el área son:  $23^{\circ} 20'$  de latitud norte y  $101^{\circ} 47'$  de longitud oeste.

**Tipo de yacimiento.** En lutitas.

I.— Braunita, manganita y pirolusita contenidos - en ganga esencialmente compuesta por cuarzo, ópalo y jaspe.

II.— Oxidación con la consecuente formación de pirolusita y manganita, por lo menos en parte.

III.— El tenor promedio del mineral se acerca al 42%.

IV.— Durante 1960 se extrajeron de 20 a 25 tons.—

diarias de mineral con el tenor anteriormente mencionado y se habfan calculado reservas por 130,694 tons. con tenor de 36% de manganeso.

V.- La porción explotable con rendimiento económico se encuentra en el Cerro del Tezontle, constituido principalmente por material silficio muy resistente que contiene -- los minerales de manganeso.

Los respaldos están constituidos por lutitas calcáreas y silficias bastante alteradas en partes y silicificadas sobre todo en las cercanías de la mineralización, se presentan en estratos delgados con rumbo general N 30° E y con buzamiento hacia el NW/50°.

Las partes silicificadas presentan cierto paralelismo con la estratificación. Los espesores de la silicificación varían entre 50 y 130 m. y se prolongan por distancias -- hasta de más de 700 m.

VI.- Los depósitos de manganeso adoptan diversas formas, tales como: Chimeneas, mantos, lentes, cuerpos irregulares y de reemplazamiento, sin una distribución determinada.

En la zona norte en el Tiro del Carmen, Tiro 5 y Tiro 6 Nuevo se encuentra la mineralización en una chimenea - irregular de 20 m. de longitud por 8 m. de ancho.

En el Tiro del Canalón la mineralización se encuentra en un manto con potencia que varía entre 3 y 6 m., - cortado en sus frentes por una falla vertical con rumbo N 29° W.

En el Mezquite el mineral se encuentra en un cuerpo irregular con cierta tendencia a tener la forma de una chimenea de más de 35 m. de longitud por 15 m. de ancho.

En La Cueva la forma corresponde a una chimenea con dimensiones de 35 m. de largo por 25 m. de ancho.

En la zona sur todas las labores mineras se encuentran rodeando a dos cuerpos principales con forma de chimenea con secciones de 30 por 25 m. y 40 por 25 m. respectivamente.

En toda el área existen pequeñas vetas en fracturas que a menudo cortan perpendicularmente a las estructuras principales.

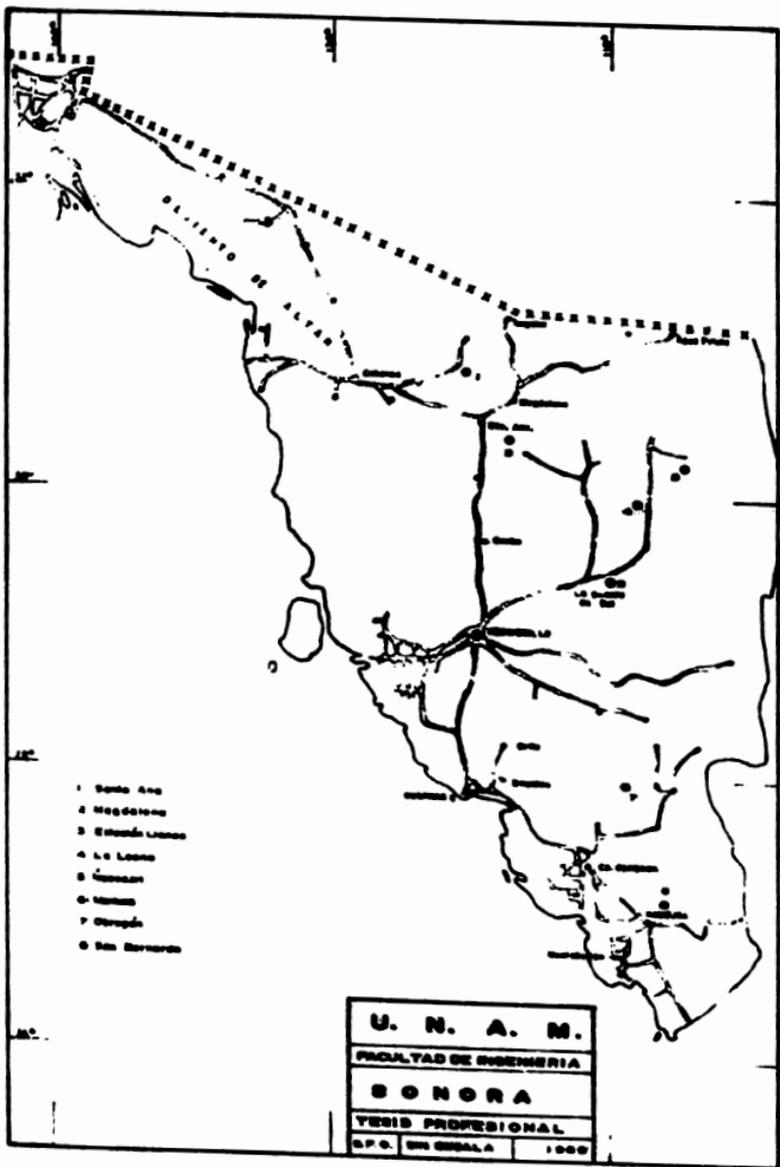
VIII.- Las lutitas son las rocas más antiguas conocidas en el área y se depositaron posiblemente entre los finales del Jurásico y los principios del Cretácico.

A 40 km. al norte de el área en el Cerro del Sabino, se encuentran calizas marinas que han sido consideradas — del Cretácico inferior y al parecer sobreyacen a las lutitas.

La mineralización se formó en el Cretácico.

X.- El origen de estos depósitos se debió probablemente a soluciones hidrotermales, que cargadas con abundancia de sílice y manganeso ascendieron y se movilizaron aprovechando los planos de estratificación de las lutitas, reemplazándolas en partes por sílice y minerales de manganeso y en otras — partes las soluciones precipitaron en los espacios abiertos o que presentaban mayor debilidad que la misma roca en áreas acjuntas.

S O N O R A



## AREA DE MAGDALENA.

**Localización.**- En esta área se encuentran tres zonas diferentes que son:

a) Zona de Santa Ana.- Sus coordenadas geográficas aproximadas son las siguientes:  $31^{\circ} 07'$  -  $30^{\circ} 54'$  de latitud norte y  $111^{\circ} 26'$  -  $111^{\circ} 33'$  de longitud oeste.

b) Zona de Magdalena.-  $30^{\circ} 51'$  -  $30^{\circ} 32'$  de latitud norte y  $110^{\circ} 48'$  -  $111^{\circ} 06'$  de longitud oeste.

c) Zona de Estación de Llanos.- Sus coordenadas son:  $30^{\circ} 57'$  de latitud norte y  $110^{\circ} 54'$  de longitud oeste.

Las tres zonas se encuentran cerca de el poblado de Magdalena, Sonora.

**Tipo de yacimiento.**- Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

1.- Rodocrosita en la zona de Magdalena, braunita en Santa Ana y ambas en la estación de Zona de Llanos.

La ganga está compuesta por fragmentos de roca, - óxido de hierro, calcita, cuarzo, arcilla, fósforo, fluorita- y dolomita.

II.- Oxidación de carbonatos y silicatos primarios formándose psilomelano botroidal y coloforma, pirolusita pulverulenta o como arboresencias.

III.- 42% de manganeso.

IV.- Durante 1960 se extraían aproximadamente 17 - toneladas de mineral con un tenor de 42% y las reservas estaban calculadas en 226,656 ton. con 20% de manganeso.

V.- La mineralización se encuentra alojada indifereentemente en gneiss graníticos, riolitas, tobas riolíticas y tobas andesíticas.

VI.- La forma que presentan las estructuras con mineral es de vetas de falla y fisura, con orientación predominante NW-SE y sus buzamientos son variables, su longitud varía de 50 m. hasta 550 y el espesor de 0.30 a 1.20 m.

VIII.- Se encuentran en el área esquistos de la --

edad precámbrica. Las rocas triásicas son areniscas, conglomerados y lutitas, pertenecientes probablemente en su totalidad a la Fm. Barranca.

Algunas calizas aisladas y muy alteradas se depositaron durante el Cretácico, siendo hasta el Terciario inferior cuando comenzaron las extrusiones de riolitas principalmente, en el Oligoceno, las emisiones más abundantes fueron de composición andesítica, sin embargo durante el Mioceno sucedieron nuevas emisiones de composición riolítica, que son las que contienen a la más importante parte de la mineralización de manganeso.

Por último y probablemente ya a principios del Cuaternario se depositó una serie de tobas de composición riolítica.

Fué a principios del Cuaternario o a finales del Terciario, poco después de la deposición de la última toba mencionada cuando sucedió la mineralización.

X.- Se ha propuesto que la mineralización se deba a un proceso hidrotermal, en el cual soluciones de baja temperatura y con considerable contenido de silicatos y carbonatos

de manganeso, precipitaron como tales y posteriormente fueron afectados por procesos de oxidación, sufriendo un enriquecimiento al ser lixiviados por soluciones descendentes y redepositados en juntas y fracturas.

#### AREA DE NACUZARI.

Localización.- Se encuentra al SE de la población que lleva el mismo nombre en el Estado de Sonora. Las coordenadas geográficas correspondientes son las siguientes:

a). Area de Nacuzari.  $30^{\circ} 25'$  lat. N y  $109^{\circ} 38'$  long. W.

b) Veta la Leona.  $29^{\circ} 58'$  lat. N. y  $109^{\circ} 52'$  long. W.

Tipo de yacimiento.- Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Pirolusita pulverulenta y psilomelano, ambos pueden tener origen primario y secundario.

La pirolusita se encuentra en mayor cantidad y am-

bas están contenidas en una ganga compuesta por fragmentos de riolita, óxidos de hierro, cuarzo, calcita y otros minerales en menor cantidad.

II.- Estos depósitos posiblemente sufrieron oxidación, como consecuencia, existe la posibilidad de que una parte o toda la pirolusita y psilomelano se hayan formado a partir de la alteración de carbonatos y/o silicatos primarios, u bien, los óxidos pudieron precipitar como minerales primarios a partir de las soluciones.

III.- Tenor de 35% de manganeso.

IV.- En el año de 1960 se extraía diariamente cerca de tres toneladas de mineral. Las reservas estaban calculadas en 14,335 tons. con 29% de Mn.

V.- La mineralización se encuentra incluida en rocas volcánicas de composición riolítica.

VI.- Los depósitos se encuentran en forma de vetas, rellenas de fallas y fisuras, siendo el rumbo predominante de las estructuras E - W. La longitud de las estructuras varían de 100 a 175 m. y la potencia entre 0.30 y 1.10 m. La-

mayor profundidad a la que se habfan explotado estos yacimientos en 1960 era a diez metros.

VIII.- Durante el Paleozoico se depositaron las calizas pertenecientes a la fm. Macozari, que se encuentran muy erosionadas aflorando hacia la parte occidental del área.

En el Terciario las emisiones riolíticas aparecieron posiblemente durante el Mioceno-Plioceno y fué al poco tiempo cuando sucedió la mineralización, culminando este período con la deposición de una serie de tobas que sobreyacen a la riolita mineralizada.

#### Depósitos de aluvión cuaternario.

X.- Es probable que el origen de estos depósitos se haya debido a la precipitación de minerales a partir de soluciones hidrotermales, sin embargo no se ha podido aclarar, si los minerales primarios consistieron en carbonatos y/o silicatos de manganeso que se vieron afectados posteriormente por procesos de oxidación, o si los óxidos de manganeso constituyeron los minerales de la precipitación primaria, y la lixiviación por aguas meteóricas sólo produjo un enriquecimiento supergénico sin haber producido oxidación alguna.

## AREA DE LA MONTOSA.

**Localización.**- Se encuentra al SW del poblado de Moctezuma y al NW de Ures, en el Estado de Sonora.

Sus coordenadas geográficas son las siguientes: -  
29° 33' de lat. N y 109° 53' de long. W.

**Tipo de yacimiento.**- Gruesos filones con ganga de lomftica en rocas volcánicas.

I.- Es común encontrar brechas de falla, cementada con óxidos de manganeso, principalmente pirolusita algo pulvulenta y psilomelano en menor cantidad. La ganga está compuesta por fragmentos angulosos de riolita, teniendo también cantidades variables de calcita y cuarzo.

II.- Posiblemente oxidación.

III.- 40% de manganeso.

IV.- En 1960 se producían de 250 a 300 toneladas — mensuales y se conocían reservas por 127,642 toneladas de mineral con tenor de 28% de manganeso.

V.- La roca entajonante consiste en riolita de coloración rojiza o rosada, vesicular y muestra gran competencia.

En las partes altas se encuentran pequeños remanentes de erosión en forma de casquetes, constituidos por tobas que descansan sobre las riolitas.

VI.- La mineralización se encuentra presente en forma de vetas que rellenan espacios porosos, principalmente entre las brechas de falla. La orientación general de las vetas en el área es NW-SE, con tendencia a juntarse hacia el extremo SW de la región, siendo los buzamientos totalmente variables.

La longitud máxima de las vetas de esta área alcanza a llegar a cerca de 390 m., mientras que la potencia máxima solo alcanza 1.30 m.

VIII.- Las rocas más antiguas que se conocen en el área son precisamente las riolitas que contienen a la mineralización, que posteriormente se cubrieron por una serie de tobas riolíticas, como ya se mencionó anteriormente. Estas últimas se depositaron muy probablemente hacia los principios del Cuaternario.

La mineralización de mayor importancia económica debió formarse durante el Plioceno y antes de la deposición de las tobas que terminaron de formarse hacia los mediados de el Pleistoceno.

X.- El origen del mineral fué causado por soluciones hidrotermales ascendentes con alto contenido de manganeso y sílice que al perder presión y temperatura precipitó a los minerales de Mn. en las riolitas, las cuales se vieron afectadas posteriormente por un proceso de enriquecimiento secundario, en la zona de oxidación.

Algunos hilillos mineralizados deben su origen a la lixiviación de minerales primarios, por aguas meteóricas que los transportaron y los oxidaron para depositarlos posteriormente en fracturas, que generalmente no alcanzan una gran profundidad ni fuertes potencias.

#### AREA DE CIUDAD OBREGON.

Localización.- Esta área se encuentra situada al NE de Ciudad Obregón, Sonora. Comprende dos zonas diferentes que están localizadas geográficamente de la siguiente manera:

a)  $28^{\circ} 03'$  lat. N. y  $109^{\circ} 47'$  long. W.

b)  $28^{\circ} 02'$  lat. N. y  $109^{\circ} 27'$  long. W.

Tipo de yacimiento.- Gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas.

I.- Pirolusita y psilomelano contenidos en ganga -  
compuesta principalmente por calcita negra y blanca.

II.- La calcita negra fué disuelta en gran parte -  
por soluciones descendientes con aguas meteóricas liberando -  
gran parte del mineral de manganeso y probablemente oxidando -  
los pocos carbonatos que hubiesen podido existir en la deposi-  
ción primaria.

III.- El contenido de manganeso varfa entre 30 y -  
40%.

IV.- Durante 1960 se extrafan como promedio 120 --  
tons. mensuales con tenor promedio de 40% y se conocfan reser-  
vas calculadas en 41,201 tons. con tenor de 31% de Mn.

V.- Riolitas.

VI.- Los yacimientos se encuentran alojados en vetas de falla en las riolitas, con un rumbo predominante hacia el NW-SE y con echados casi verticales.

La longitud expuesta de las vetas varía entre 70- y 290 metros y la potencia entre 0.5 y 2.5 m.

Los óxidos de manganeso se encuentran cementando brechas de falla con calcita secundaria y algo de cuarzo, habiendo sido explotados hasta 1960 a una profundidad máxima de 23 m.

La erosión ha formado en la superficie algunos crestones negros, que alcanzan ocasionalmente alturas de 2 ó 3 m.

VIII.- La unidad más antigua conocida en el área corresponde precisamente a las rocas volcánicas de composición riolítica que contienen a la mineralización. Se han correlacionado con las que se encuentran presentes en gran parte de la Sierra Madre Occidental, por lo que se les ha asignado edad Mioceno-Plioceno.

Posteriormente se depositaron tobas riolíticas sg

bre los derrames, pero han sido reducidas en gran parte por la erosión.

Existen aluviones cuaternarios.

La mineralización sucedió a finales del Terciario.

X.- El enriquecimiento supergénico concentró los minerales de manganeso en las vetas, como se encuentra actualmente, a partir de calcita negra primaria, depositada por soluciones hidrotermales.

#### AREA DE SAN BERNARDO.

Localización.- Se localiza al NW de la ciudad de Navojoa, Sonora, aproximadamente a 60 km. en línea recta.

Las coordenadas geográficas aproximadas del centro de esta área son:  $27^{\circ} 30'$  de latitud norte y  $109^{\circ} 00'$  de longitud oeste.

Tipo de yacimiento.- Gruesos filones con ganga de lomfita en rocas volcánicas.

I.- Psilomelano botroidal, duro de buena calidad-

y pirolusita aterciopelada, cristalizada y presentando arborcencias. El primero se encuentra en un porcentaje bastante mayor, ambos están contenidos en una ganga compuesta por fragmentos de roca, cuarzo y calcita.

III.- El tenor de Mn. varfa cerca de el 40%.

IV.- En 1960 se tenían calculadas reservas por -- 24,760 toneladas con 39% de Mn.

V.- La mineralización se encuentra en tobas, conglomerados, traquitas y andesitas.

Los conglomerados suelen contener fragmentos redondeados o subredondeados hasta de medio metro de diámetro y no presentan selección.

VI.- El mineral se aloja principalmente en vetas de falla y en fracturas, el rumbo predominante de ambas es -- NW-SE o N-S. La longitud generalmente varfa entre 35 y 60 m. y el espesor entre 0.35 y 5.00 m.

VIII.- Al sur del área afloran rocas granfíticas -- que probablemente corresponden al Terciario inferior, atrave-

zadas por pequeños diques de edad más reciente. Mientras tanto el Terciario superior se encuentra representado tentativamente por rocas invariablemente andesíticas y traquíticas.

Algunos depósitos de tobas conglomeráticas se encuentran en la región sobreyaciendo a las traquitas y andesitas, constituyendo así el "paquete" en el cual se encuentra la mineralización.

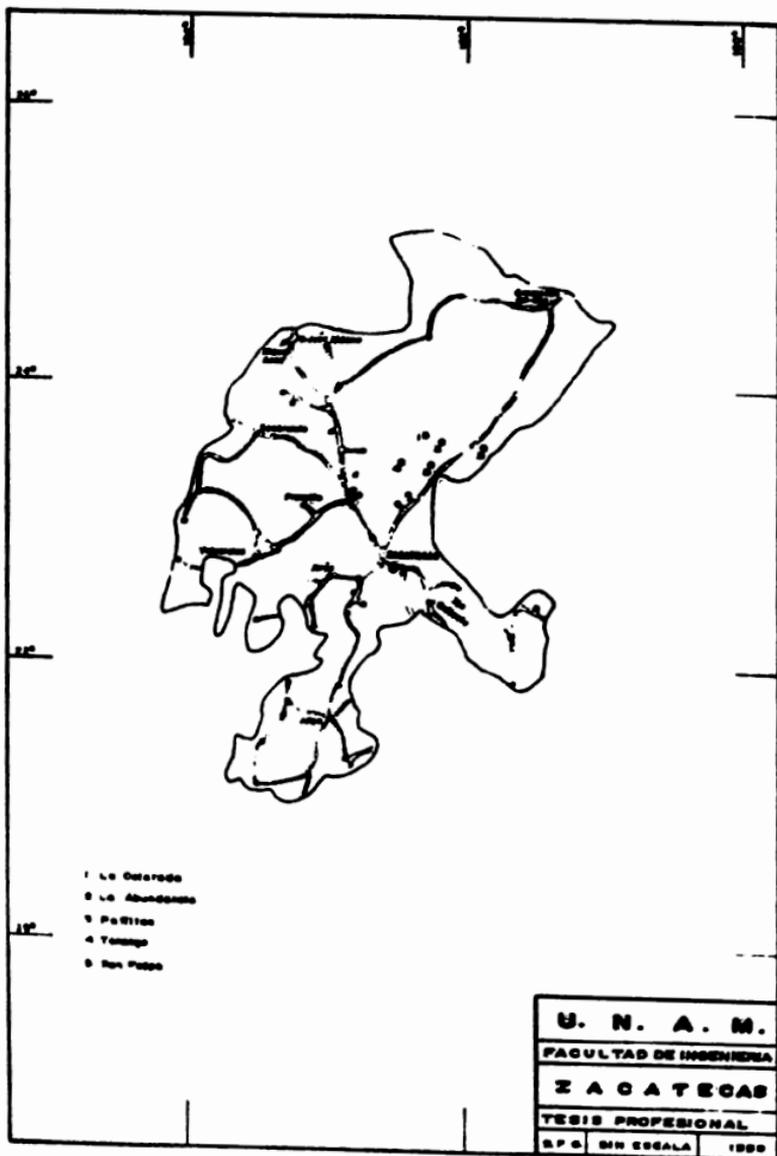
La mineralización sucedió a finales del Terciario.

Existe una serie de tobas posiblemente Cuaternaria en partes aisladas y sin mineralización.

Aluviones Cuaternarios.

X.- El mineral fué depositado por aguas meteóricas descendentes que depositaron su contenido en Mn. en los espacios abiertos que la roca presentaba. Esto es sugerido — porque la mineralización no profundiza, por los minerales presentes típicos de bajas temperaturas como la pirofilita en drusas, el psilomelano botroidal y la calcedonia, además de — el escaso reemplazamiento que se encuentra en los respaídos — y no existen además trazas de silicatos o carbonatos que pudiesen corresponder a los minerales primarios.

**Z A C A T E C A S**



**AREA DE LA COLORADA.**

**Localización.**— Se encuentra en la parte oriental de el Estado de Zacatecas, cerca de los límites de este Estado y San Luis Potosí. En la cercanía de la localidad de Mangganita.

Sus coordenadas geográficas aproximadas son:  $32^{\circ}$ - $40'$  de latitud norte y  $102^{\circ}$   $15'$  de longitud oeste.

**Tipo de yacimiento.**— Yacimientos en lutitas.

I.— Pirolusita, psilomelano, braunita y otras especies mineralógicas que contienen manganeso y no han sido identificadas en ganga compuesta principalmente por jaspe, ópalo, calcedonia, calcita y otros carbonatos.

II.— Es posible que parte de la pirolusita y del psilomelano se hayan formado por oxidación a partir de carbonatos y silicatos primarios, habiendo existido también un proceso de enriquecimiento supergénico.

III.— 35% de manganeso.

IV.- En 1960 se extraían 18 toneladas diarias con-  
35% de Mn. y se obtenía una producción total mensual de 500 to  
neladas con tenor entre 40 y 42% de Mn.

V.- La mineralización se encuentra en una unidad -  
compuesta por lutitas con composición de calcárea a silfca y  
se presenta en estratos de 0.05 a 0.30 m., en pliegues que oca-  
sionalmente se encuentran muy cerrados.

VI.- Los depósitos de mineral se encuentran conte-  
nidos en zonas de silicificación, estando los respaldos consti-  
tuidos por rocas lutíticas con rumbo general de oriente a po-  
niente y echados entre verticales y 40° hacia el Sur.

Algunas veces los mantos están atravesados por fa-  
llas perpendiculares a éstos y también con mineral de mangane-  
so.

Cerca de la superficie los mantos tienden a la ver-  
ticalidad y su espesor alcanza hasta 20 m. y hacia los 10-15 m  
de profundidad tienden a inclinarse hacia el sur, hasta llegar  
a los 40°, disminuyendo su espesor hasta 0.5 m., aumentando el  
contenido de óxidos y reduciéndose el de sílice.

VIII.- Antes del Cretácico se depositaron probablemente las lutitas que contienen a la mineralización, durante el Cretácico se depositaron calizas de grano fino en estratos gruesos con intercalaciones de pedernal negro.

La mineralización se formó durante el Terciario, posteriormente llegó a un período de fracturamiento y fallamiento también en el Terciario. Aluvión Cuaternario.

X.- Es probable que el origen de estos yacimientos se deba a el reemplazamiento de las lutitas por soluciones hidrotermales, existiendo además un proceso de oxidación y enriquecimiento supergénico.

#### AREA DE LA ABUNDANCIA.

Localización.- Se encuentra en la parte central - oriente del Estado de Zacatecas, cerca de los límites con San Luis Potosí.

Sus coordenadas geográficas aproximadas son: 23° 35' de latitud norte y 102° de longitud oeste.

Tipo de yacimiento.- Yacimientos en lutitas.

I.- Pirolusita y psilomelano en ganga de cuarzo.

II.- Posible oxidación que formó parte de la pirolusita y psilomelano a partir de silicatos de manganeso. Enriquecimiento supergénico.

III.- 42% de manganeso.

IV.- En 1960 se producían 7 toneladas diarias con el tenor mencionado, para una extracción total mensual de 150 a 200 toneladas. Existían reservas por 86,820 tons. con 42% de Mn.

V.- La mineralización se encuentra dentro de una zona silicificada de tonalidades rojas y cafés reemplazando a parte de las lutitas, éstas tienen una coloración que varía de pardo claro a gris verdoso tornándose blancuzco por el intemperismo y se encuentra en estratos que tienen espesor de 0.10-0.40 m., de grano fino, intercalados con jaspe, pedernal y ópalo, sobre todo en la cercanía de la mineralización.

VI.- Los depósitos del mineral de manganeso se encuentran formando mantos, cuerpos tabulares y cuerpos irregulares lenticulares que de una manera general siguen a la es-

stratificación, reemplazando a la roca encajonante.

Numerosas fallas de tipo normal con desplazamientos menores de 10 m. con rumbos Norte-sur y N 65° W. cortan a las capas de lutitas y los cuerpos mineralizados.

VIII.- Las lutitas calcáreas en que se encuentra la mineralización constituyen la unidad más antigua reconocida en el área, posiblemente sean del Jurásico. Al Norte de la zona se encuentran calizas de grano fino, con gruesa estratificación y con intercalaciones de pedernal negro. Son precisamente estas calizas las que forman el cuerpo de la Sierra de la Sarrateja. Son de edad Cretácica.

La mineralización posiblemente sea terciaria y anterior al período de fallamiento y fracturamiento intenso que afecta a el área.

X.- La mineralización se debió a soluciones hidrotermales ricas en sílice y manganeso que emplearon como conducto los planos de estratificación de las lutitas. Existió también un proceso de oxidación y enriquecimiento supergénico que afectó a los minerales primarios que fueron silicatos de manganeso posiblemente, al igual que la mayoría de los yacimientos del Estado de Zacatecas.

## ARÉA DE PEÑITAS.

Localización.- Esta región se encuentra cerca del límite entre los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, - en la porción centro-oriental de Zacatecas, aproximadamente a 9 km. al Este de la carretera Zacatecas-Concepción del Oro a la altura del Km. 92.

Sus coordenadas geográficas aproximadas son:  $23^{\circ} 35'$  de latitud norte y  $101^{\circ} 53'$  de long. W.

Tipo de yacimiento.- Yacimiento en lutitas.

I.- No se han identificado todos los minerales -- presentes, el psilomelano y la pirolusita son los minerales -- de mayor importancia y se encuentran contenidos en ganga compuesta por jaspe, calcedonia, ópalo y calcita.

II.- Oxidación que formó parte de la pirolusita y de el psilomelano.

III.- 36% de manganeso.

IV.- En 1960 existían reservas por 23,067 tonela-

das con 36% de manganeso.

V.- El mineral que se explota se encuentra dentro de la zona silicificada que reemplaza a parte de las lutitas, las cuales presentan coloración blanquisca debido al intemperismo y perda o gris verdosa en fractura fresca. Estratos del gados.

VI.- Las minas Peñitas y El Cairo presentan una zona mineralizada superficial de más de 150 m. de longitud - con rumbo general N 25° E, con una amplitud de 5 a 25 m.

Esta zona está formada por mantos de óxidos de manganeso, que tienen echado al oriente de 20°, a los 10 metros aproximadamente de profundidad los mantos tienden a anjostarse, hasta alcanzar un ancho promedio de 0.90 m. y el buzamiento cambia a unos 15°.

VII.- La mineralización se encuentra en las lutitas calcáreas que constituyen la unidad más antigua, es bastante probable que sean de edad pre-Cretácico.

Durante el Cretácico se depositaron calizas de grano fino y de estratificación gruesa sobreyaciendo a las lu

titas, presentan intercalaciones de pedernal negro en forma de bandas y nódulos.

Por último, se depositaron aluviones cuaternarios.

X.- Los minerales se depositaron por la precipitación de soluciones hidrotermales ricas en sílice y manganeso que al lomar con las lutitas viajaron por los planos de estratificación de éstas, silicificándolas en parte. Posteriormente la oxidación y el enriquecimiento supergénico.

#### AREA DE SAN FELIPE.

Localización.- El área de San Felipe se encuentra en la parte central oriental de el Estado de Zacatecas, aproximadamente a unos 8 km. de la ciudad de Zacatecas.

Las coordenadas de la parte central de ésta zona son:  $102^{\circ} 20'$  de longitud oeste y  $23^{\circ} 30'$  de latitud norte.

Tipo de Yacimiento. Yacimientos en lutitas.

I.- Braunita, pirolusita y psilomelano en ganga compuesta principalmente por pedernal, jaspe y ópalo.

II.- Silicificación en los respaldos.

III.- 42% de manganeso.

IV.- En 1960 se extraían 250 toneladas mensuales - y se valoraban las reservas en 25,305 toneladas con tenor de - 33% de manganeso.

V.- La mineralización se encuentra incluida en lutitas que estén silicificadas cerca de la mineralización, los respaldos están constituidos por una roca blanca producto de - alteración de las lutitas.

VI.- Existen mantos con más de 30,000 m<sup>2</sup> de superficie que no profundizan a más de 8 m.

También se encuentran óxidos en fracturas casi verticales, en lutitas también, con potencia menor de 6 m. y siguen rumbo N 40° W.

VIII.- Se depositaron antes de Cretácico las lutitas que varían su composición de calcárea a silfíca, se pueden correlacionar con las que se encuentran en las áreas vecinas.

Es posible que durante el Cretácico se hayan depositado calizas al igual que en diferentes partes al norte del área y que hayan sido erosionadas, aunque también existe la posibilidad de que no haya habido depósito de éstas.

Existen depósitos en aluvión cuaternario.

La mineralización se formó entre los finales del Jurásico y principios del Cretácico.

IX.- Como ejemplo de este tipo de yacimientos se puede citar a cualquiera de los anteriormente mencionados dentro de el mismo Estado de Zacatecas.

X.- Al igual que en las áreas vecinas el origen de la mineralización se debe a el reemplazamiento en las lutitas, debido a soluciones hidrotermales que emplearon como conducto los planos de estratificación de las lutitas.

El enriquecimiento supergénico tomó un papel bastante importante en la acumulación de los óxidos, que se formaron por lo menos en parte debido a un proceso de oxidación, que afectó a los minerales primarios que muy posiblemente fueron silicatos y carbonatos.

**AREA DE TENANGO.**

**Localización.**— Se encuentra en el Municipio de Vi  
lla de Cos, en la parte central-oriental de el Estado de Zaca  
tecas. Aproximadamente a 25 km. al Sur de Manganita, Zacate—  
cas.

Las coordenadas geográficas del lugar son:  $23^{\circ}$  —  
 $30'$  lat. norte y  $102^{\circ}$   $17'$  long. oeste.

**Tipo de yacimiento.** Yacimiento en lutitas o argillitas.

**I.**— La mineralización está constituida principalmente por pirolusita contenida en una ganga de cuarzo amorfo, calcedonia, jaspero y pedernal.

**II.**— Silicificación primaria en los respaldos y oxidación probablemente de silicatos primarios con la correspondiente formación de pirolusita.

**III.**— 38%—41% de manganeso.

**IV.**— En 1960 se producían aproximadamente 100 tons

ladas mensuales y existían reservas por 21,800 tons. con 28% - de manganeso.

V.- Los depósitos se encuentran incluidos en lutitas que están muy silicificadas en las cercanías de la mineralización.

La lutita es de color café oscuro que se torna — más claro por efecto del intemperismo. Se presenta en estratos delgados.

VI.- El mineral se encuentra en forma de bolsas, chimeneas y mantos casi superficiales, estos últimos se encuentran casi en su totalidad entre los 2 y 3 metros de profundidad. También se encuentran vetas que han rellenado fracturas y juntas.

Los crestones silicificados en cuyas bases se han explotado los yacimientos se orientan con rumbo N 70 E, las — juntas y fracturas son en general perpendiculares a los mancionados crestones y presentan espesor entre 15 y 60 cm.

VIII.- Durante el Silúrico se depositaron las luti

tas que se fracturaron posteriormente con poca intensidad y - ya a principios del Terciario recibieron a las soluciones mineralizantes.

Existe un horizonte de caliche y aluvión cuaternario.

X.- La mineralización se formó debido a la deposición y precipitación de soluciones ricas en sílice que llevaban consigo al manganeso.

Reemplazaron en parte a las lutitas encajonantes - y en parte rellenaron espacios existentes en pequeñas o grandes fracturas y en planos de estratificación.

## C O N C L U S I O N E S

El manganeso tiene gran importancia en el desarrollo de la industria siderúrgica, y esta a su vez en los países industrializados y en los que se encuentran tratando de desarrollar su industrialización, como es el caso de México.

El manganeso tiene actualmente grandes posibilidades en el Mercado Internacional, además de presentar; igual que casi todos los metales, tendencia marcada al alza.

En México los yacimientos más numerosos han sido los del tipo - "gruesos filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas", seguidos por los "yacimientos en lutitas" y los "volcano sedimentarios". El yacimiento más importante en cuanto a tonelaje se refiere, es sin duda el de Molango, Hgo. de tipo "Óxido-Carbongto en la base de series transgresivas", el cual en 1978 produjo 173,000 toneladas de 188,000 que se produjeron en México, lo -- cual representa más del 92% de la producción nacional.

Los yacimientos en la base de series transgresivas son los más importantes mundialmente en cuanto a tonelaje.

En la Sierra Madre Occidental se han descubierto un gran número de yacimientos formados por filones en rocas volcánicas, pero éstos, nunca han reportado grandes tonalajes de producción.

En conclusión al parecer lo más recomendable en la actualidad, es hacer un estudio geológico en detalle del área NE del Estado de Hidalgo, donde se pueden encontrar numerosos afloramientos de la Formación Tamán, con el objeto de verificar dentro del contorno de la paleogeografía del Jurásico superior las posibilidades de continuidad de depósitos sedimentarios con alto contenido de manganeso desde el Sur de Monoalco, Hgo., hasta el Norte de Tlanchinol, en el mismo Estado, donde las probabilidades de encontrar grandes depósitos manganesíferos son bastante importantes.

**BIBLIOGRAFIA**

- Alexandri Rionda R., 1977, Análisis Geológico Estructural del Yacimiento "Montaña de Manganeso". S.L.P. Trabajo - recepcional, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE S.L.P.
- Ayub M. Alejandro R., 1960, Minerales de Manganeso en los Estados de Sonora, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí. Boletín del Consejo de Recursos Naturales No Renovables (Méx.) No. 49.
- Ayub M. Alejandro R., 1959, Yacimientos de Manganeso en el Estado de Chihuahua. Boletín del Consejo de Recursos Naturales No Renovables (Méx.) No. 43.
- Bateman Alan M., 1968, Yacimientos Minerales de Rendimiento - Económico. Ediciones Omega. Barcelona, España. Tercera edición.
- Bernal A. J., 1957, Tratamiento de Mineral de Manganeso en la Mina San Francisco. Reporte Interno de la Cfa. Minera Atlán, S.A. de C.V.
- Comisión de Fomento Minero. 1968, Manganeso. Folleto del Departamento de estudios económicos de la Comisión de Fomento Minero.
- De Pablo Galán L., 1965, Los Minerales de Manganeso de Molango, Gto. Instituto de Geología, UNAM. Bol. 75.
- Consejo de Recursos Minerales, 1979, Anuario Estadístico de la Minería Mexicana.
- Domínguez J. M. y Herrera B.R., 1973, Consumo Actual y Futuro de Minerales en la Industria Siderúrgica Nacional. Reporte elaborado por el departamento de estudios - económicos del CRNNR.
- Echegoyén J. y Almanza E., 1963, Inventario de los Minerales de Manganeso en Jalisco. Boletín del Consejo de Recursos Naturales No Renovables (Méx.) No. 54.

- Espinoza L. L., 1974, Tratamiento de Minerales Manganesíferos. Boletín Asoc. Ing. Min. Met. Geol. (Méx.) No. 67.
- Hewett D. F., Fleisher M. and Conklin N., 1963, Deposits of Manganese Oxides. Supplement. Economic Geol. Vol. 58
- Hewett D. F., 1964, Veins of Hypogene Manganese Oxide Mineral in the South Western, United States Economic Geol. Vol. 59.
- López Ortiz L., 1964, Explotación de Manganeso en Talamantes, Chihuahua. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería UNAM.
- Llamas F., 1958, Depósito de Manganeso de Autlán. Jalisco. Bol. Asoc. Ing. Min. Met. Geol. (Méx.)
- Mapez Vázquez E., 1956, Symposium Sobre Yacimientos de Manganeso. XX Congreso Geológico Internacional (Memoria).
- Mendoza L.R., 1963, Localización de los Yacimientos Manganesíferos de Molango, Hidalgo Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Nishihara H., 1957, Origen del Depósito de Manganeso de Lucifer. Bol. Soc. Geol. Méx. XX.
- Ortiz García J.E., 1965, Explotación y Concentración de Minerales de Baja Ley en el Estado de Chihuahua. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Park Ch. F. Jr., 1956, Symposium Sobre Yacimientos de Manganeso. XX Congreso Geológico Internacional.
- Pérez Tena A., 1942, Datos sobre Yacimientos de Manganeso en México. Instituto de Geología, UNAM.
- Reyna R. L., 1963, Explotación de Minerales de Manganeso en la Sierra de la Candela, Dgo., Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Rodríguez C. y Trask P., 1948, Los Yacimientos de Manganeso de la República Mexicana. Bol. INIRM No. 19.

- Routhier P., 1963, Les Gisements Metalliferes Géologie et Principes de Recherches. Tomos I y II, Masson et Cie.
- Vázquez A. F., 1962, Importancia Económica del Manganeso en la Industria Siderúrgica. Tesis Profesional. Escuela — Nat. de Economía, UNAM.
- Wilson I.F. y Veytia, 1949, Geología y Yacimientos Minerales — de la Región Manganesífera de Lucifer, Al Noroeste — de Santa Rosalita, Baja California. Bol. INIRM No.25.
- Wilson I. y Rocha S., 1948, Los yacimientos de Manganeso de — Talamantes, Municipio de Allende, Estado de Chihuahua. Bol. INIRM. No. 18.