



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
Depto. de Geología

*ESTUDIO GEOLOGICO-ECONOMICO PRELIMINAR  
DE ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO  
METALICOS DEL ESTADO DE SONORA*

TESIS

Que para obtener el título de

GEOLOGO

Presenta

Juan Ramón González Sandoval

Hermosillo, Sonora.

Febrero 1983

# Universidad de Sonora

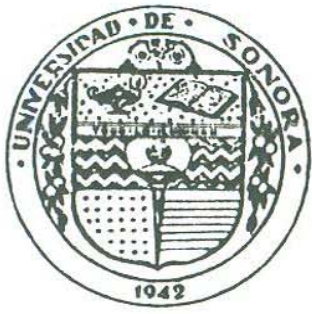
Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

# UNIVERSIDAD DE SONORA ESCUELA DE INGENIERIA

Depto. de Geología

*Arriba a una muestra  
Argentina para  
la muestra  
concrete como  
Juan Ramón*

## **ESTUDIO GEOLOGICO-ECONOMICO PRELIMINAR DE ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO METALICOS DEL ESTADO DE SONORA**



TESIS

Que para obtener el título de

**G E O L O G O**

Presenta

**Juan Ramón González Sandoval**

Hermosillo, Sonora.

Febrero 1983



AL PASANTE:

JUAN RAMON GONZALEZ SANDOVAL.

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Ud. a continuación el tema que aprobado por éste Departamento propuso el Ing. Efrén Pérez Segura, para que lo desarrolle como Tesis en su Examen Profesional de Geólogo.

" ESTUDIO GEOLOGICO-ECONOMICO PRELIMINAR DE ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO METALICOS DEL ESTADO DE SONORA".

C O N T E N I D O.

- I RESUMEN.
- II INTRODUCCION.
- III GENERALIDADES.
- IV ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO METALICOS.
  - Barita
  - Boratos
  - Caliza
  - Cantera
  - Caolín
  - Carbonato de Sodio
  - Diatomita
  - Dolomita
  - Fluorita
  - Grafito
  - Halita
  - Mármol
  - Mica
  - Perlita
  - Sílice
  - Sulfato de Sodio
  - Wollastonita
  - Yeso
  - Zeolitas
- OTROS MATERIALES EN EL ESTADO
- BIBLIOGRAFIA.
- ANEXOS.

Le solicito entregue Ud. una copia del Trabajo mencionado a cada uno de los integrantes de la Comisión Revisora.

A T E N D I A M E N T E.

ING. ALBERTO LÓPEZ SANTOYO.  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA.

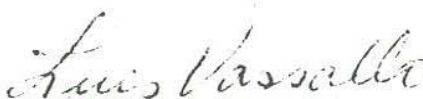
NOMBRE DE TESIS: "ESTUDIO GEOLOGICO-ECONOMICO PRELIMINAR  
DE ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO  
METALICOS DEL ESTADO DE SONORA"

NOMBRE DEL SUSTENTANTE: JUAN RAMON GONZALEZ SANDOVAL.

El que suscribe certifica que ha revisado esta Tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

  
ING. EFREN PEREZ SEGURA.

El que suscribe certifica que ha revisado esta Tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

  
DR. LUIS FERNANDO VASALLO MORALES

El que suscribe certifica que ha revisado esta Tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuado como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

M.C. NESTOR SILVA MEJIA.

  
Vo. bo. ING. ALBERTO LOPEZ SANTOYO.

A mis padres Rafael y María por su apoyo moral y económico  
para la realización de mis estudios.

A mi hijo Juan Ramón y mi esposa María del  
Rosario, dos importantes motivos para  
seguir adelante en mi carrera.

A mis hermanos María Teresa, Luis -  
Francisco y Agustín.

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Ariel Echávarri Pérez, Director de Minería, Geología y Energéticos del Gobierno del Estado de Sonora, por permitirme utilizar como base para esta tesis el material del proyecto Inventario de Rocas y Minerales Industriales de Sonora, elaborado por un servidor para esa Dirección.

Mi agradecimiento también para el Ing. Efrén Pérez Segura por sus atinadas sugerencias y consejos en la elaboración de este trabajo.

Agradezco también la desinteresada colaboración de la Srta. Reyna Guadalupe Silva B. quien se encargó de la mecanografía del presente trabajo.

Mi agradecimiento a Benjamín Rascón Heimpel y todos mis compañeros de trabajo por su espontánea ayuda en la realización de esta tesis.

C O N T E N I D O

		Página
I	RESUMEN -----	1
II	INTRODUCCION -----	1
III	GENERALIDADES -----	3
IV	ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO METALICOS -----	4
	Barita -----	4
	Boratos -----	9
	Caliza -----	12
	Cantera -----	21
	Caolín -----	29
	Carbonato de Sodio -----	35
	Diatomita -----	39
	Dolomita -----	43
	Fluorita -----	45
	Grafito -----	49
	Halita -----	54
	Mármol -----	56
	Mica -----	59
	Perlita -----	62
	Sílice -----	68
	Sulfato de Sodio -----	74
	Wollastonita -----	77
	Yeso -----	80
	Zeolitas -----	89
	OTROS MATERIALES EN EL ESTADO -----	93
	BIBLIOGRAFIA -----	95
	ANEXOS -----	99



## I.- RESUMEN

En el presente trabajo se describen de manera general - depósitos de rocas industriales y minerales no metálicos - que se han reportado en Sonora.

Se dan también datos de composición, usos, especificaciones, materiales competitivos, datos estadísticos de producción mundial y nacional, geología de cada uno de los materiales incluidos, principales yacimientos en el mundo y - en México.

Después se hace una descripción y evaluación muy general de depósitos existentes en el Estado de Sonora.

Los materiales incluidos son: Barita, Boratos, Calizas, Canteras, Caolín, Carbonato de Sodio, Diatomita, Dolomita, Fluorita, Grafito, Halita, Mármol, Mica, Perlita, Sílice, Sulfato de Sodio, Wollastonita, Yeso, Zeolitas y solamente se mencionan por referencias otros como: Magnesita, Vermiculita, Feldespatos, Asbesto, Talco, Arcillas, etc.

Por el contenido de este trabajo se puede apreciar el gran potencial del Estado de Sonora en este renglón de la Minería.

## II.- INTRODUCCION

Las rocas y minerales que hoy llamamos industriales están ligadas al hombre desde que éste apareció en La Tierra. Hemos de recordar que la primera etapa en la historia de la humanidad fue la Edad de Piedra, donde el hombre utilizaba -

rocas como utensilios de caza y de guerra. Posteriormente utilizó rocas y minerales para elaboración de utensilios de cocina y para sus viviendas, así como colorantes minerales para sus manifestaciones artísticas, rituales, religiosas, bélicas, etc.

La aparición de los metales en el desarrollo de la humanidad vino a reforzar más el uso de los no metálicos, pues muchos de éstos eran desde entonces indispensables para la fundición y elaboración de objetos metálicos.

El desarrollo actual de la humanidad exige cada vez más la explotación y utilización de minerales no metálicos y rocas industriales. Los minerales no metálicos se utilizan directa o indirectamente como componente principal o secundario de casi todas las materias primas que se utilizan para la elaboración de productos indispensables para la civilización moderna.

La explotación y uso de los no metálicos en el mundo está en constante aumento; en nuestro país esto es relativamente reciente y tomando en cuenta que es una nación en vías de industrialización este tipo de materiales irá adquiriendo cada vez mas importancia en la economía del país. La explotación y desarrollo en México se ha llevado a cabo en los Estados del Centro y Sur principalmente. En lo que respecta al Estado de Sonora solo ciertos minerales (grafito, fluorita, calizas) se han explotado desde hace tiempo.

Con el propósito de dar una idea del potencial minero de la entidad en este renglón de la minería, se presenta este Estudio Geológico-Económico Preliminar de Rocas Industriales y Minerales No Metálicos del Estado de Sonora.

Sabemos que los datos contenidos en este trabajo se irán incrementando conforme estos materiales vayan adquiriendo - mas importancia en el Estado e interesando mas a inversio - nistas y empresas oficiales o particulares en ete ramo del - desarrollo económico de Sonora y de México.

Para mayor facilidad de lectura del presente trabajo con - sideramos conveniente hacer notar lo siguiente:

- Cuando se omite algun apartado o datos estadísticos sig - nifica que en las fuentes consultadas no aparecían tales da - tos.

- Todos los datos de clima y vegetación fueron tomados - de Atlas Nacional del Medio Físico 1981. S.P.P. México.

- Para datos de producción mundial y en la República Me - xicana ver tablas al final.

- Para consultar sobre empresas que producen y empresas - que consumen rocas y minerales industriales ver: Directorio de la Minería Mexicana C.R.M.

### III.- GENERALIDADES

Rocas y Minerales Industriales son todas aquellas subs - tancias que ocurren en forma natural y pueden ser aprovecha - das económicamente, excluyendo menas metálicas, petróleo, - gas natural y gemas. Los términos Minerales No Metálicos y - Minerales Industriales se usan como sinónimos. El término - Roca Industrial se refiere precisamente a una roca que pue - de ser aprovechada económicamente en determinada industria.

El método utilizado en este proyecto es el de visitas a depósitos ya conocidos, haciendo una evaluación preliminar con datos muy generales. También se hicieron visitas a depósitos nuevos. Una cierta experiencia se ganó también visitando diversos depósitos que se explotan en el Centro y Sur del país.

En muchos yacimientos ya existe información por lo que solo se recopiló en este trabajo y se hicieron visitas para conocer algunos de estos depósitos.

Con toda la información de los depósitos visitados se elaboró un mapa del Estado con la localización de éstos y la información resumida por medio de símbolos.

Esperamos que este trabajo sea de utilidad para la gente interesada en los minerales no metálicos y deseamos que sea el medio para motivar estudios y exploraciones encaminados a desarrollar este renglón de la minería en el Estado.

#### IV.- ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO METALICOS

##### B A R I T A

##### Generalidades

- a).- Composición Química.-  $BaSO_4$  ; BaO 65.7%;  $SO_3$  34.3%
- b).- Usos.- Lodos de perforación, manufactura de vidrio, pinturas y hule; relleno en productos donde se desea peso adicional, explosivos, cerámica, etc.

c).- Especificaciones y Grados\*.- La Barita para ser utilizada en lodos de perforación debe tener un peso específico de por lo menos 4,2 y contener menos de 0.1% de sales solubles. Para la manufactura de vidrio debe tener un mínimo de 96 a 98% de  $BaSO_4$ , no más de 0.2% de  $Fe_2O_3$  y solo -- trazas de  $TiO_2$ , entre otras especificaciones. Existen otros requerimientos dependiendo del uso que se le da.

d).- Materiales competitivos.- En la perforación de pozos petroleros se emplea a veces bentonita y otros materiales -- pero no dan resultados satisfactorios como la barita.

#### Geología de la Barita

a).- Ocurrencia y origen.- Ocurre tanto en vetas como en depósitos estratiformes. Comunmente asociada con cuarzo, pedernal, jaspe, calcita, dolomita, siderita, rodocrosita, celestita, fluorita, sulfuros, etc.

\* El término Grado, traducción de "Grade" en inglés podría ser equivalente al término Ley utilizado en los minerales metálicos para referirse al porcentaje de cierto elemento. En el presente trabajo se utiliza Grado porque a menudo son las propiedades físicas y no químicas las importantes -- en estos materiales.

En depósitos comerciales ocurre como masas irregulares, concreciones, nódulos, etc. Los depósitos comerciales de barita pueden ser vetas y cavidades rellenas, depósitos residuales y depósitos estratiformes. En vetas la barita se origina por soluciones hidrotermales. En depósitos estratiformes se origina por precipitación de  $BaSO_4$  en ambientes sedimentarios y los depósitos residuales son debidos a acumulación mecánica de depósitos preexistentes.

b).- Yacimientos de barita en el mundo (ver figura No. 34)

Lugar	País	Tipo de Depósito
1.- Missouri	E.U.A.	Residual
2.- ?	India	Vetas
3.- ?	Tailandia	Estratiforme
4.- Tipperary	Irlanda	Estratiforme

c).- Yacimientos de barita en la República Mexicana (Ver figura No. 35)

Lugar	Estado	Tipo de Depósito
1.- Muzquiz	Coahuila	Vetas
2.- Galena	Nuevo León	Vetas
3.- Mazatán	Sonora	Estratiforme
5.- Cobachi	Sonora	Estratiforme
6.- La Minita	Michoacán	Vulcanogénico

d).- Yacimiento de barita en Sonora

Mazatán (Mendoza, 1981).- El área estudiada por barita en Mazatán se encuentra en la parte central del Estado de -

Sonora, entre las coordenadas geográficas  $109^{\circ}47'$  -  $110^{\circ}02'$  de Longitud Oeste y  $28^{\circ}52'$  -  $28^{\circ}59'$  de Latitud Norte.

Las rocas predominantes en el área son lutitas, calizas y areniscas y estratos de barita hasta de 12 m. con un contenido de  $\text{BaSO}_4$  superior a 80%, la secuencia sedimentaria es paleozóica (Ordovícico, Silúrico y Devónico) y existen también rocas graníticas (Paleoceno) y brechas y derrames andesíticos del Oligoceno (Ver figura No. 1)

Las reservas calculadas en el área El Refugio son: Probadas 3'007,604 tons.; probables 875,499 tons. y posibles -- 500,588 tons.

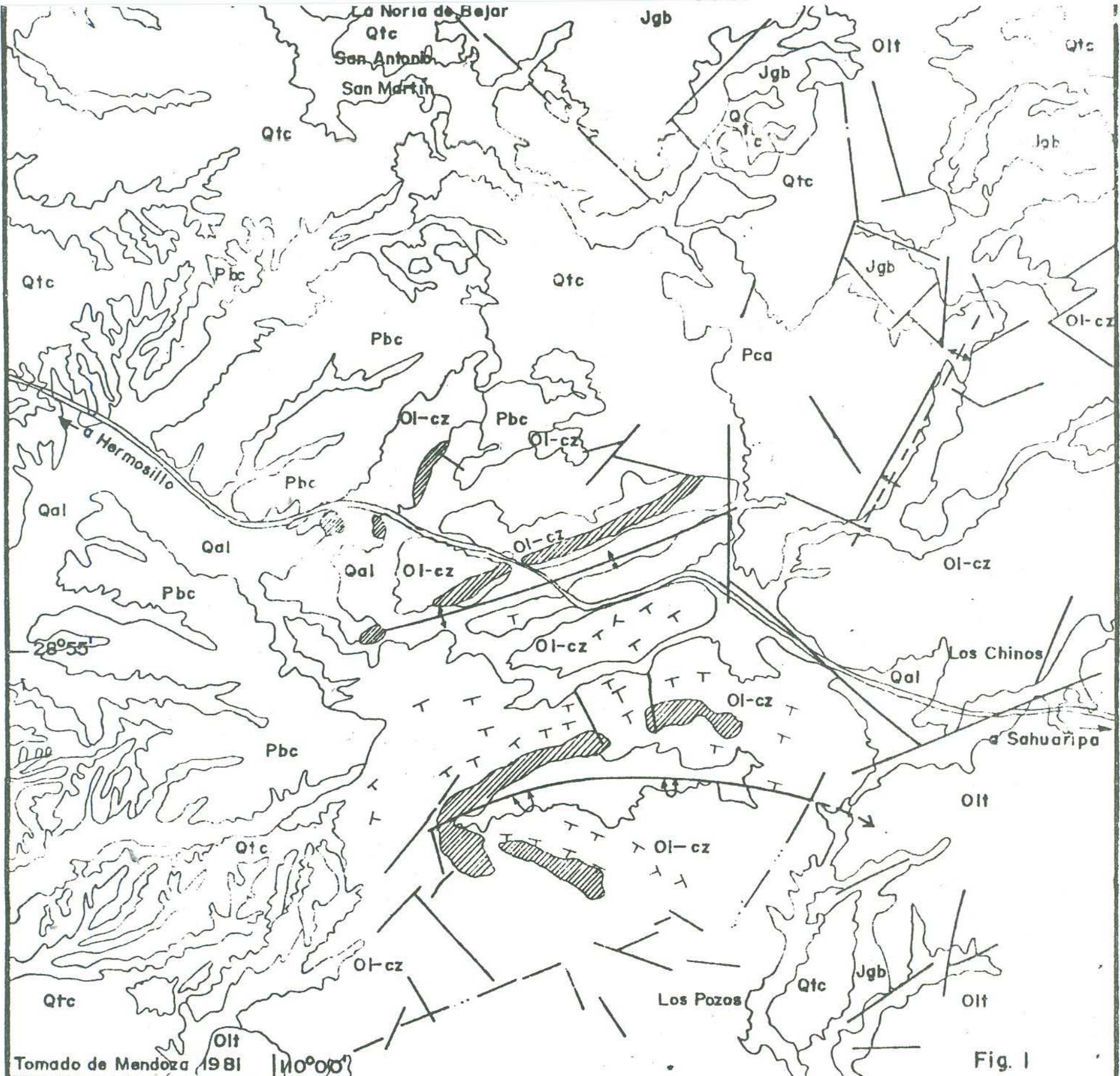
Actualmente la empresa Barita de Sonora construye una -- Planta de Beneficio de 1,000 toneladas diarias cerca de Mazatán.

Cobachi (Montes, 1981). -- Este yacimiento de barita se encuentra localizado 12 kms. al SE de Cobachi.

Las rocas predominantes en el área son lutitas, limolitas, areniscas, pedernal, calizas y barita con fósiles del Ordovícico Medio Tardío y del Devónico (Ver figura No. 2)

Los mantos de barita tienen espesores de pocos centímetros hasta 20 m. y su extensión lateral puede llegar hasta 300 m. El peso específico varía de 3.50 a 4.35 gr./cm.<sup>3</sup> y se presenta en cuatro tipos: masiva, nodular y en rosetas, cementante de areniscas y conglomerados baritosos.

Las reservas positivas son del orden de los tres millones de toneladas.

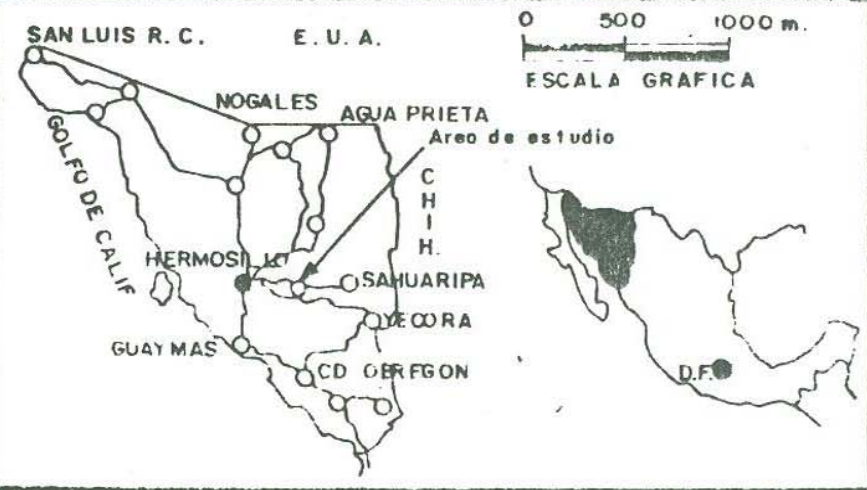


Tomado de Mendoza 1981

Fig. 1

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

P A L E O Z O I C O	Qal	Aluvión		Contacto geológico	
	Cz	Qtc	Gravas y Conglomerados	X	Eje anticlinal
		Pbc	Formación Bacarit conglomerado volcánico cementado con arena y arcilla.	X	Eje sinclinal
	Mz	Jgb	Granito de biotita	↙ ↘	Sinclinal buzante y recostado
		P	Pca	Calizas de estratificación delgada, arcosa, calizas arrecifales	
	Ol-cz		Secuencia de lutitas, calizas, pedernal y barita.		Falla o Fractura inferida
	Oit		Lutitas de estratificación delgada		Carretera
			Zona mineralizada de Barita	X	Rumbo y echado Fotogeológico

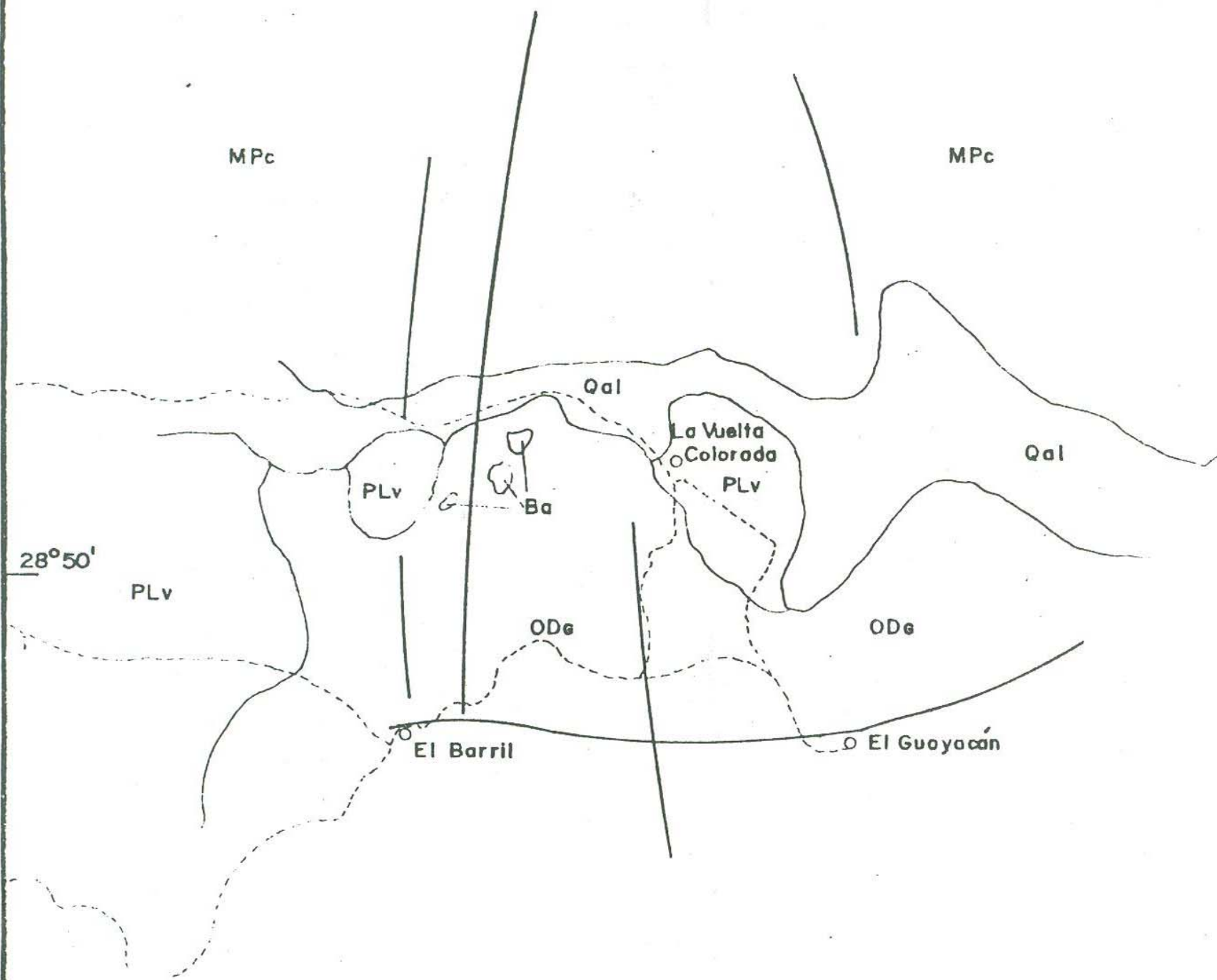


**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

PLANO DE GEOLOGIA GENERAL BARITA  
 DE MAZATAN, MPIO. DE VILLA PESQUEIRA

E. ARBOC	ESCALA 1:50,000	FECHA FEBRERO-1982
JUAN RAMON GONZALEZ S.		





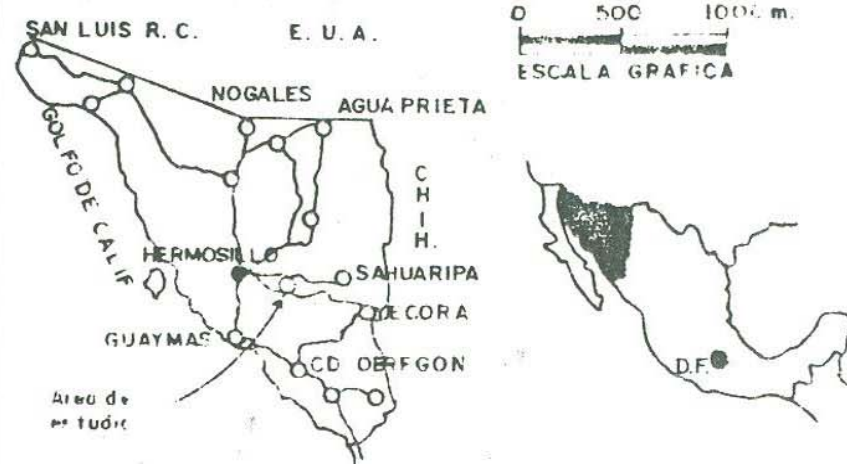
Tomado de Montes, 1982, (No publicado)

110°10'

Fig. 2

**EXPLICACION**

- |             |            |   |
|-------------|------------|---|
| CUATERNARIO | <b>Qal</b> | Aluvión Cuaternario   |
| MESOZOICO   | <b>MPc</b> | Calizas del Picocho Colorado (Calizas y Mármoles).  |
| PALEOZOICO  | <b>PLv</b> | La Vuelta Colorada (Limolitas, Areniscas de grano fino, Calizas)  |
|             | <b>ODe</b> | Grupo Guyacán (Lutitas graptolíticas, lutitas silíceas, pedernal estratificado, barita estratiforme, etc) |
|             | <b>Ba</b>  | Borita  |
- Contacto geológico  
 Fallo o Fractura  
 Brecha



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO GEOLOGICO BARITA COBACHI,  
 MUNICIPIO LA COLORADA.

ELABORO

JUAN RAMON GONZALEZ S

ESCALA

1:50,000

FECHA

FERRERO-1962

Lineamientos Fotogeológicos J. R. G. S.

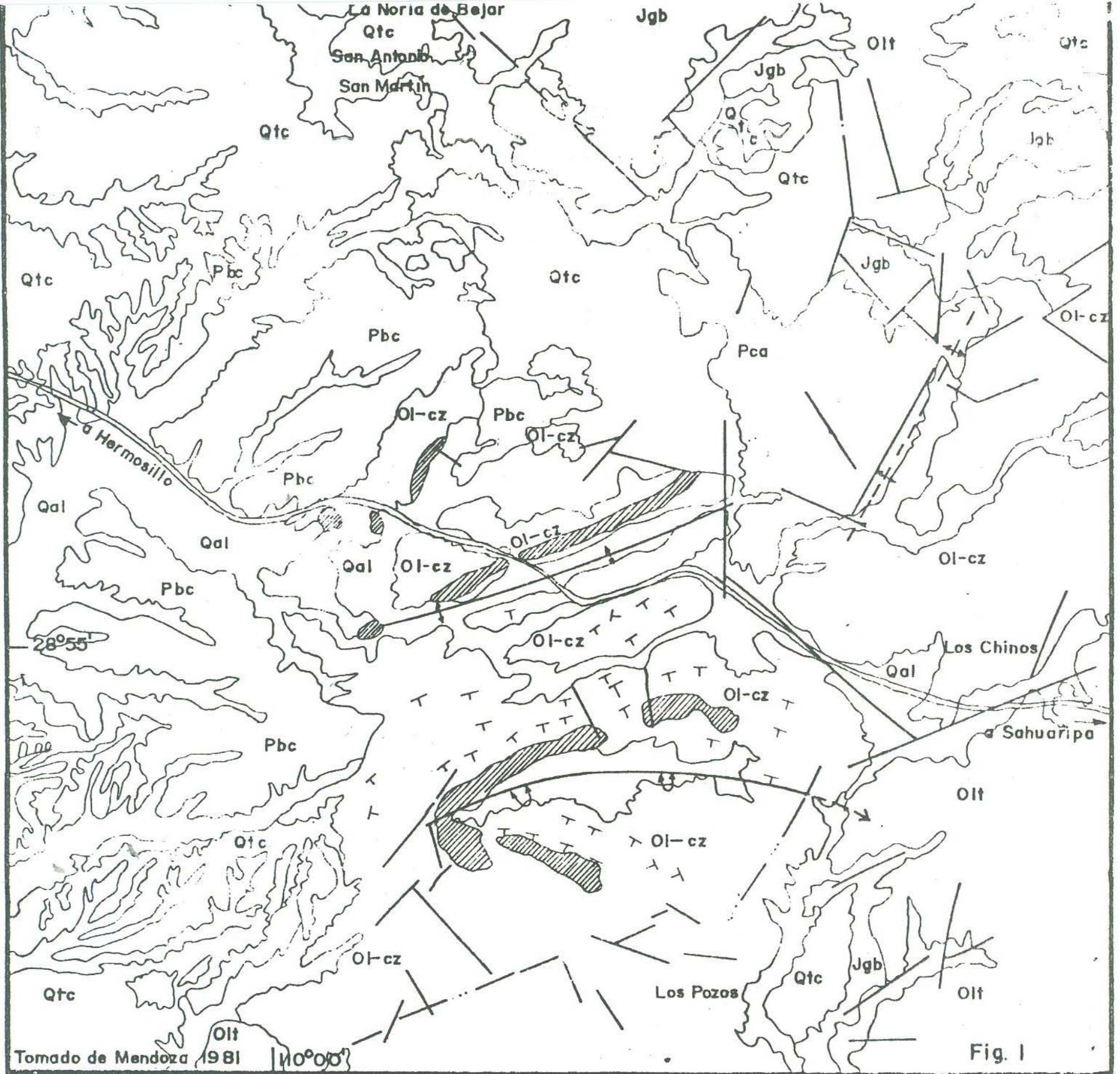
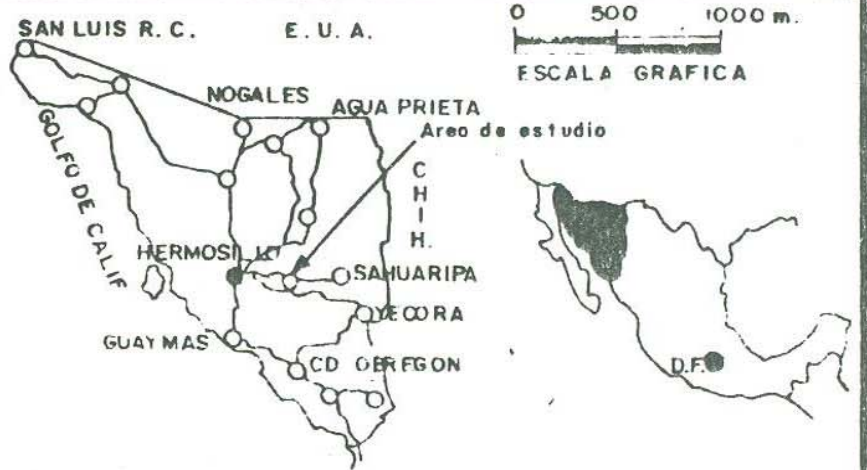


Fig. 1

**EXPLICACION**

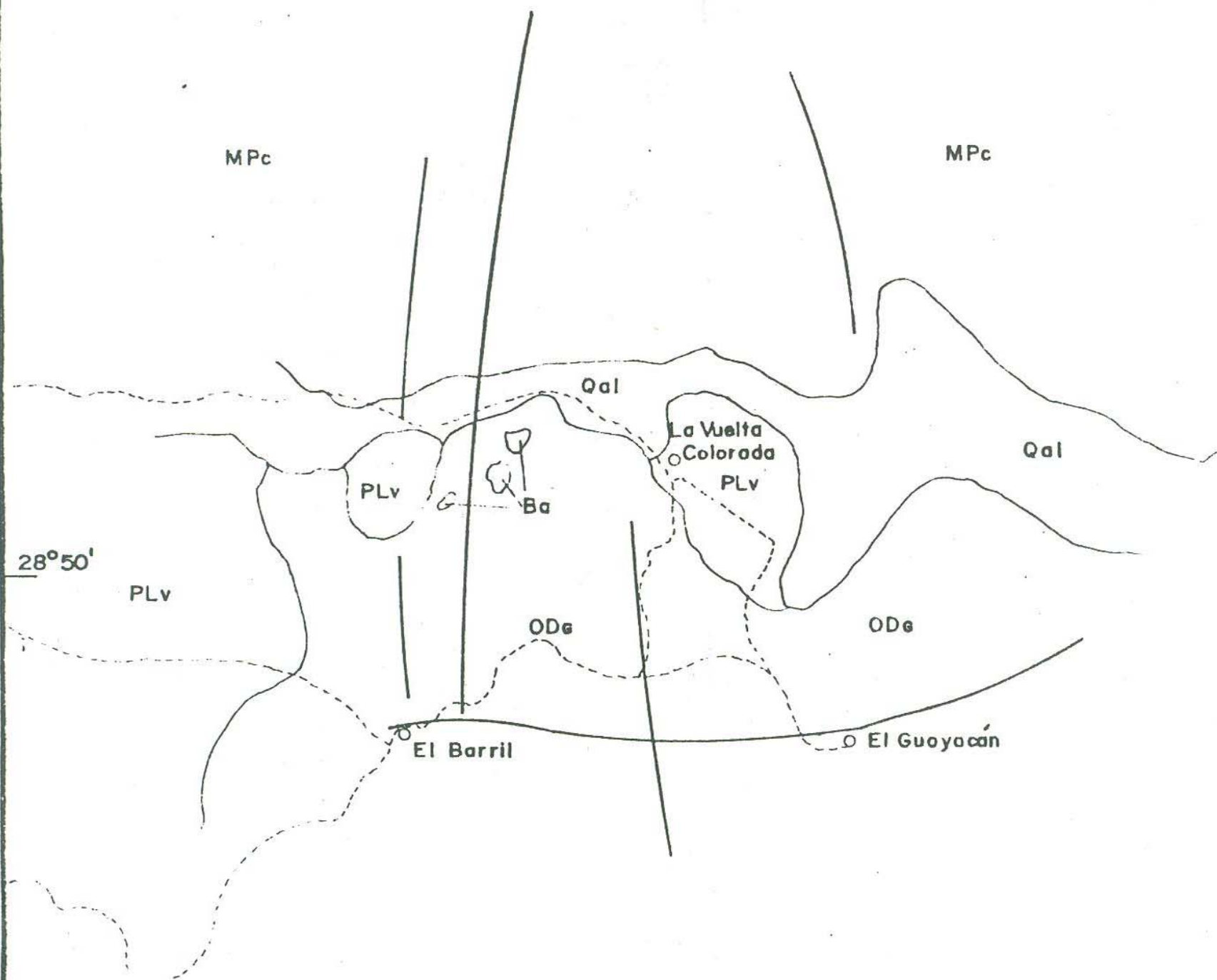
- |            |   |       |                               |
|------------|---|-------|-------------------------------|
| Qal        | Aluvión   | —     | Contacto geológico            |
| Cz         | Qtc   | ⌘     | Eje anticlinal                |
| Pbc        | Formación Baucaarit conglomerado volcánico cementado con arena y arcilla. | ⌘     | Eje sinclinal                 |
| Mz         | Jgb   | ⌘     | Sinclinal buzante y recostado |
| PALEOZOICO | Pca   | —     | Falla o Fractura              |
|            | Ol-cz   | - - - | Falla o Fractura inferida     |
|            | Olt   | ==    | Carretera                     |
|            |   | ⌘     | Rumbo y echado Fotogeológico  |
|            |   | ▨     | Zona mineralizada de Barita   |



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO DE GEOLOGIA GENERAL BARITA  
 DE MAZATAN, MPIO. DE VILLA PESQUEIRA

E. ARBOC JUAN RAMON GONZALEZ S.	ESCALA 1:50,000	FECHA FEBRERO-1982
------------------------------------	--------------------	-----------------------

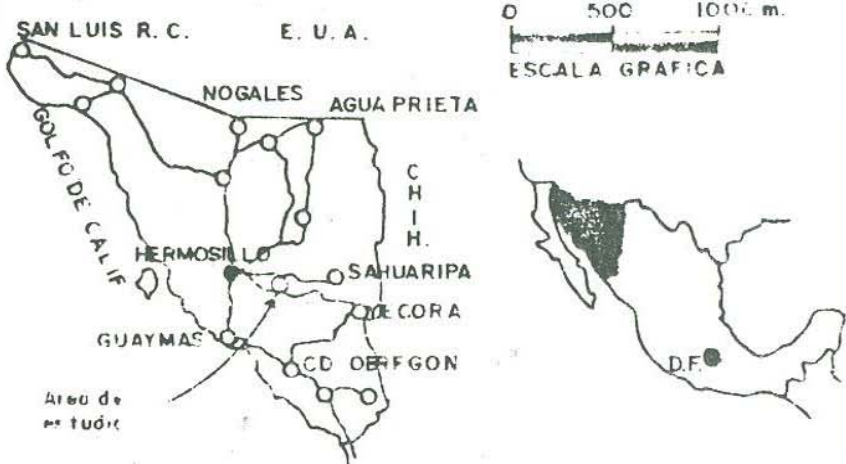


Tomado de Montes, 1982, (No publicado)

110°10' Fig. 2

**EXPLICACION**

- |             |            |  |
|-------------|------------|--|
| CUATERNARIO | <b>Qal</b> | Aluvión Cuaternario  |
| MESOZOICO   | <b>MPc</b> | Calizas del Picocho Colorado (Calizas y Mármoles).   |
| PALEOZOICO  | <b>PLv</b> | La Vuelta Colorada (Limolitas, Areniscas de grano fino, Calizas)   |
|             | <b>ODg</b> | Grupo Guyacán (Lutitas graptolíticas, lutitas silíceas, pedernal estratificado, barita estratiforme, etc.) |
| PALEOZOICO  | <b>Ba</b>  | Borita   |
|             |            | Contacto geológico   |
|             |            | Falla o Fractura   |
|             |            | Brecha   |



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO GEOLOGICO BARITA COBACHI,  
 MUNICIPIO LA COLORADA.

ELABORÓ JUAN RAMÓN GONZÁLEZ S	ESCALA 1:50,000	FECHA FERRERO-1982
----------------------------------	--------------------	-----------------------

Lineamientos Fotogeológicos J.R.G.S.

e).- Existen otros depósitos de barita en vetas de poca importancia económica en la región de Bahía Kino y al SE - de Agua Prieta. También al Sur de Tecoripa asociada con Pb y Cu.

## B O R A T O S

Generalidades

a).- Composición Química.- Existen muchos minerales que contienen borato pero tres de ellos son los mas utilizados - por su contenido: Bórax  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ; colemanita  $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  y Szaibelita  $\text{MgBO}_2\text{COH}$ .

b).- Usos.- Manufacturas de vidrio, fibra de vidrio, jabones y detergentes, pinturas, plásticos, fotografías, anticongelantes, papel, fertilizantes, herbicidas, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- Para sus diferentes usos requiere porcentajes de  $\text{B}_2\text{O}_3$  y otros elementos bien definidos.

d).- Materiales competitivos.- Tiene varios sustitutos en sus diferentes aplicaciones.

Geología de Boratos

a).- Ocurrencia y Origen.- Muchos de los depósitos de boratos conocidos se originaron por evaporación en cuencas cerradas en regiones áridas o semiáridas. Generalmente están interestratificadas con lutitas, arcillas, tobas, calizas lacustres, etc. Existen evidencias de que la mayoría de los depósitos estuvieron próximos a fuentes termales o volcanes.

b).- Yacimientos de Boratos en el mundo (ver figura No.34)

Lugar	País	Tipo
Desierto de Mojave	E.U.A.	Bórax
Bigadic, Kirka	Turquía	Colemanita, - Bórax
Distrito Inder	U.R.S.S.	Szaibelita
Salar de Pastos Grandes	Argentina	Colemanita, - Bórax  Ulexita

c).- Depósitos de Boratos en México.- Solo en el Estado de Sonora se han reportado depósitos de boratos.

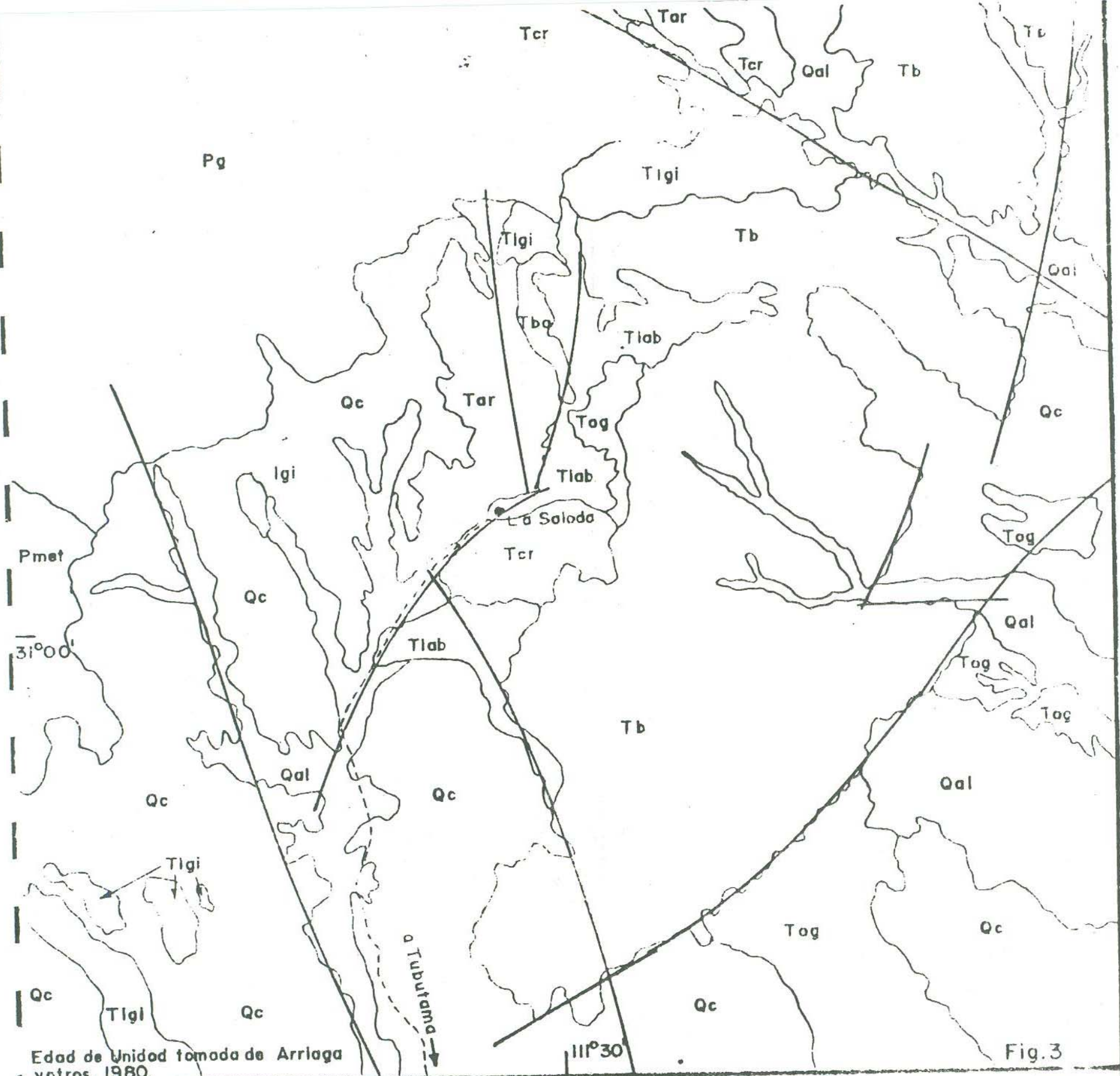
#### Depósitos de Boratos en Sonora

a).- Tubutama (Arriaga y otros, 1980, 1981)

Este depósito se localiza a 15 kms. al NW de Tubutama, en la parte Centroseptentrional del Estado de Sonora, aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas --- 31°00' de Latitud Norte y 111°38' de Longitud Oeste (Ver figura No. 3)

El mineral que existe es colemanita en capas que van -- desde 1 mm. hasta 1 m. intercaladas con lutitas, limolitas y areniscas de estratificación delgada.

Se han determinado 2.3 millones de toneladas con ley de 11% de  $B_2O_3$ , 2.6 millones de toneladas con ley de 7.6 % de -  $B_2O_3$  .



Edad de Unidad tomada de Arriaga y otros, 1980.

Fig. 3

### EXPLICACION

CUATERNARIO	Qal	Grovas y Arenas
	Qc	Conglomerado
	Tb	Formación Búcarit
	Tcr	Conglomerado Rojo
	Tag	Arenisco de grano grueso
	Tlab	Lutitas y Areniscos con disseminación de boratos
	Tar	Tobas y derrames andesíticos y riolíticos
PRECAMBRICO	Tlgi	Igneo Intrusiva
	Tba	Derrames de basaltos
	Pmet	Gneiss y Esquistos
	Pg	Granito
	~	Contacto Geológico
	---	Camino de Terrocero
	—	Folio o Fractura



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

FOTOGEOLOGIA BORATOS TUBUTAMA

E. ABROR

RAMON GONZALEZ S

ESCALA

1:50,000

FECHA

FEBRERO-1983

El tonelaje y especificaciones están dentro de los límites de lo comercial, aunque las leyes son bajas, requiriéndose un estudio de viabilidad para saber si son económicas, además de pruebas metalúrgicas.

Actualmente el Consejo de Recursos Minerales efectúa una evaluación del depósito.

b).- Magdalena (Arriaga y otros, 1979)

En una área comprendida entre las coordenadas geográficas  $30^{\circ}31'$  -  $30^{\circ}55'$  de Latitud Norte y  $110^{\circ}48'$  -  $110^{\circ}53'$  Longitud Oeste, 12 kms. al SE de Magdalena de Kino ( Ver figura No. 4) se encuentran varios afloramientos de boratos en lutitas y areniscas terciarias. Esta área fue estudiada en 1979 por el C.R.M.



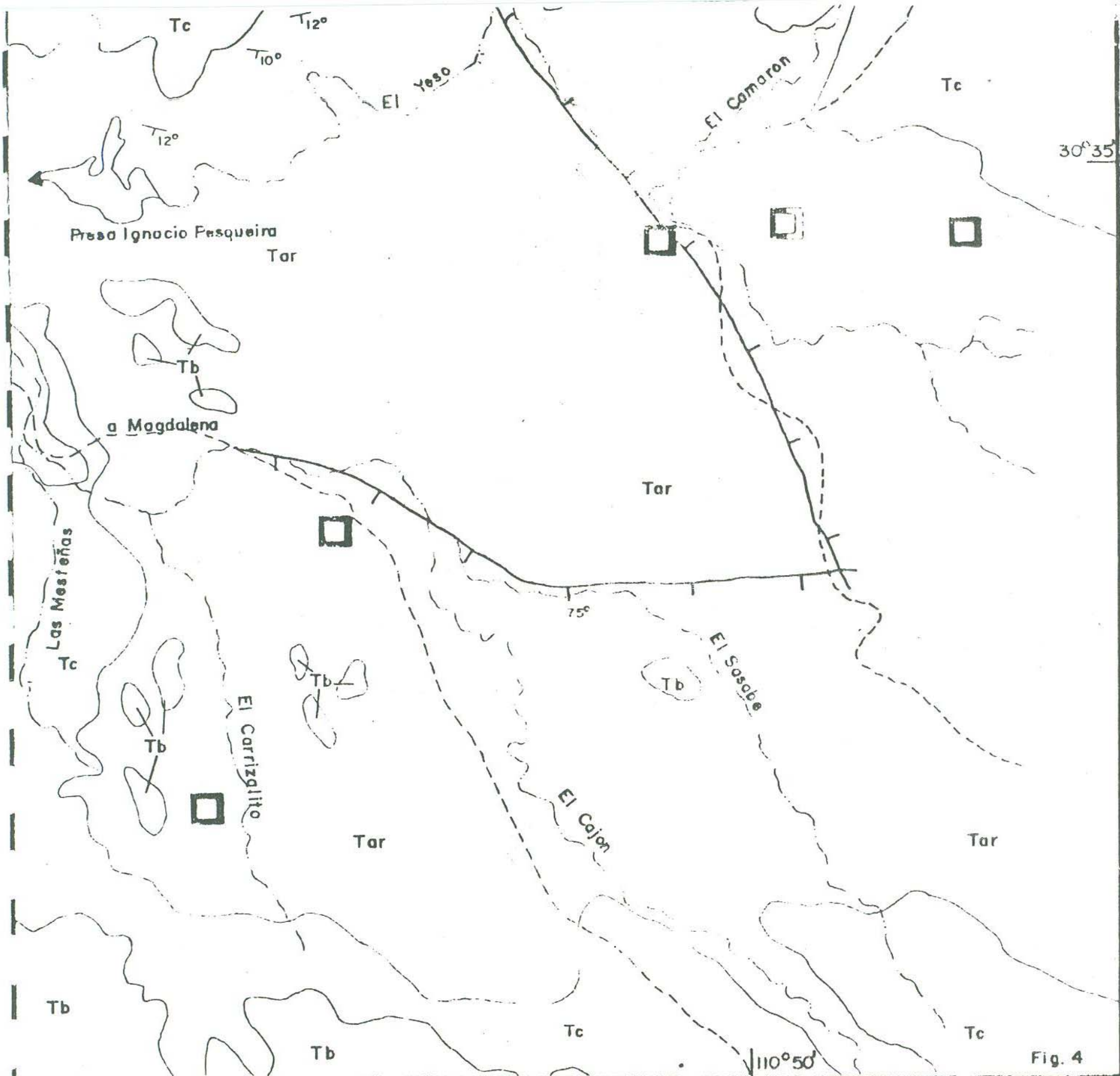
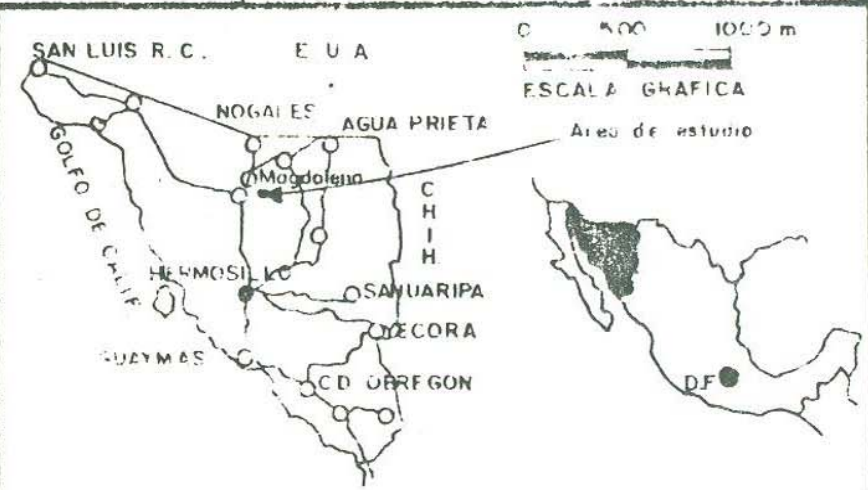


Fig. 4

**EXPLICACION**

- CUATERNARIO
  - Qal Aluvión
  - Tb Basalto
- TERCIARIO
  - Tc Conglomerado
  - Tar Areniscas y Lutitas
- Afloramiento de Boratos
  - Afloramiento de Yeso
  - Contacto geológico
  - Falla
  - Rumbo y Echado
  - Arroyo
  - Camino de ferrocarril

Geología tomada de Arriaga y otros 1979.



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO GEOLOGICO DE BORATOS AL SE DE  
 MAGDALENA DE KINO

ELABORADO	ESCALA	FECHA
GUAYMAS	1:50,000	FEBRERO-1983

## C A L I Z A

Generalidades

a).- Composición Química.-  $\text{CaCO}_3$  con impurezas de alúmina, sílice, magnesia, materia orgánica, etc.

b).- Usos.- La caliza es de las rocas industriales más utilizadas en todo el mundo. Entre algunos de sus usos se pueden citar los siguientes: piedra molida para concreto, grava, terraplanes de ferrocarril, filtros para aguas negras, alimento para aves de corral, estuco, agente fundente en mezcla y refinado de hierro y otros metales, acondicionador de suelos, fuente de calcio en la industria química, manufactura de vidrio, manufactura de cemento, piedra labrada, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- En la mayoría de las calizas comerciales la proporción de carbonatos (Ca, Mg) es de 90% o más. La caliza para usarse en agregados y otros propósitos físicos, deberá ser uniforme, no porosa, libre de pedernal, materia orgánica y piritita; para la manufactura de cemento, el contenido de magnesia deberá ser bajo, así como el de álcalis. En la caliza es importante la cantidad y distribución de impurezas. Para la fabricación de cal hidratada es importante entre otras cosas la cantidad de sílice presente.

Las especificaciones de calizas dependen mucho de los usos a que se destinen y estos de sus propiedades físicas y/o químicas.

d).- Materiales competitivos.- Para algunos usos podría competir con la dolomita y yeso entre otros.

### Geología de las Calizas

a).- Origen y Ocurrencia.- La mayoría de las calizas de importancia económica se originaron por acción biológica, - así pueden encontrarse grandes cantidades de calizas formadas por conchas fósiles de moluscos y otros animales macroscópicos y microscópicos. Estas calizas se han formado en -- aguas marinas relativamente someras.

Las calizas ocurren desde el Precámbrico hasta el Reciente, son las rocas sedimentarias mas abundantes de la corteza terrestre y se encuentran en casi todas las partes del mundo. Pueden ocurrir tanto como cuerpos masivos formando arrecifes y la mayoría de las veces en estratos de diferentes espesores.

b).- Depósitos importantes de caliza en México.- Son numerosos pero destacan los de los Estados de México, Nuevo León, Puebla, Oaxaca, Guanajuato y Sonora.

### Yacimientos de Calizas en Sonora

a).- Santa Ana

a.1 ).- Generalidades.- Estos afloramientos de calizas se localizan a 2 kms. al SE de Santa Ana, Sonora, entre las coordenadas geográficas  $30^{\circ}32'$  de Latitud Norte y  $111^{\circ}05'$  -  $111^{\circ}07'$  de Longitud Oeste (Ver figura No. 5)

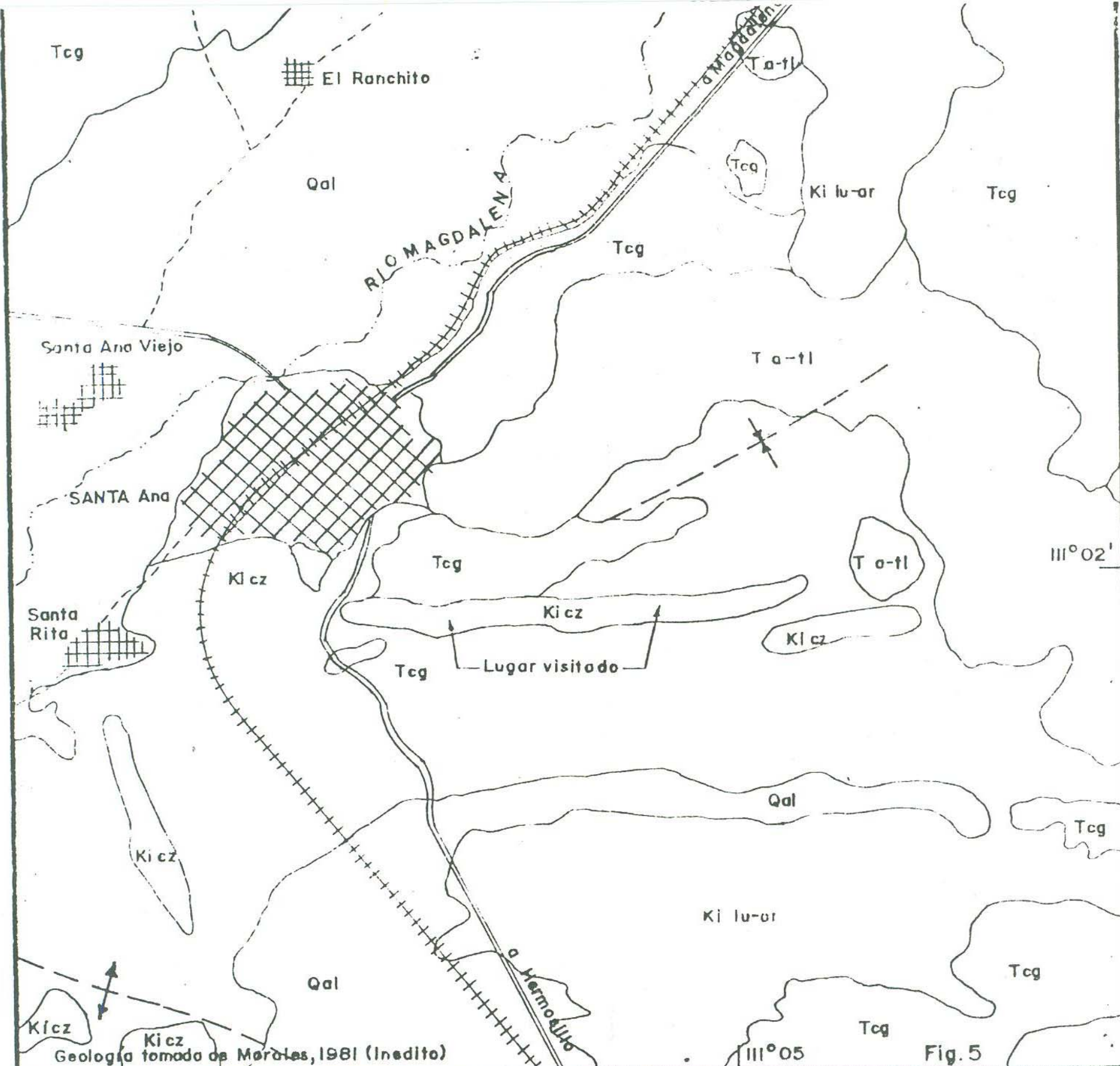
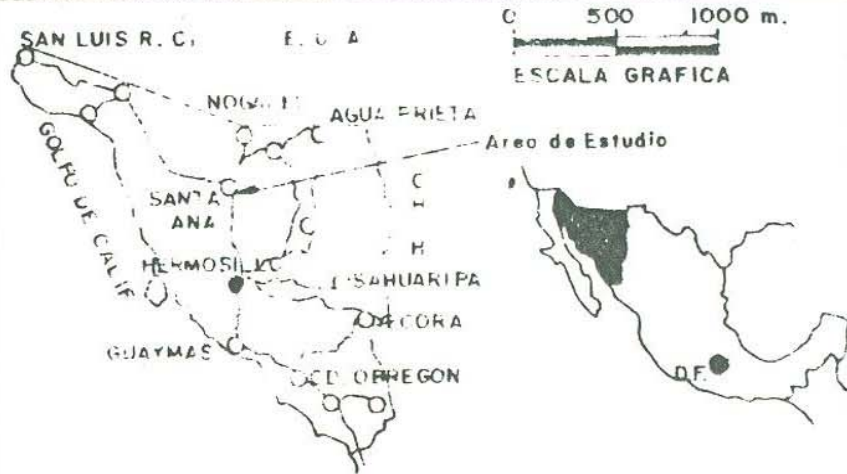


Fig. 5

EXPLICACION

- |                    |         |                                      |
|--------------------|---------|--------------------------------------|
| CUATERNARIO        | Qal     | Aluvi6n.                             |
| TERCIARIO          | Tcg     | Formaci6n: B6ucarit                  |
|                    | Tca-tl  | Andesitas y Tobas L6ticas            |
| CRETACICO INFERIOR | Kiluar  | Formaci6n Represo                    |
|                    | Kicz    | Miembro Calizas de Formaci6n Represo |
|                    | ~       | Contacto Geol6gico                   |
|                    | ↗       | Anticlinal                           |
|                    | ↘       | Sinclinal                            |
|                    | ==      | Carretero                            |
|                    | ++++    | Via ferrea                           |
|                    |         | Poblado                              |
|                    | - - - - | Camino de Terracer6a                 |



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO GEOLOGICO DE CALIZAS AL SE DE  
 SANTA ANA.

ELABORO	ESCALA	FECHA
JUAN RAMON GONZALEZ S	1:50,000	FERRERO-1983

El clima de la región es seco semicálido. Con lluvias - en verano y precipitación invernal mayor de 10.2%. La vege tación es de zona árida con cactáceas y matorrales espino- sos.

Existe una línea de corriente eléctrica de 33 KV y otra de 115 KV a 1.5 kms. de uno de los afloramientos.

La carretera Hermosillo-Nogales se encuentra a 1.5 kms. del afloramiento y la línea del Ferrocarril del Pacífico a 2 kms. aproximadamente.

En Santa Ana existen servicios de correo, teléfonos, te légrafos, radio y pista de aterrizaje.

Existe un pequeño horno para cal en el banco de calizas. Para llegar al afloramiento de calizas se parte de Hermosi llo a Santa Ana (168 kms.) por camino pavimentado. Aproximadamente 800 m. antes de la desviación a Magdalena parte un camino de terracería de 2 kms. aproximadamente hacia el SE que conduce hasta el depósito.

a.2).- Geología General.- Son estratos de calizas fosi- líferas del Cretácico encajonadas en lutitas y areniscas - (Formación Represo). Hacia el N y SE afloran rocas volcáni- cas ácidas del Cretácico, al E, lutitas y areniscas meso- zóicas y conglomerados terciarios, al Sur aflora una roca- ígnea intrusiva ácida del Cretácico.

a.3).- Geología Económica.- El afloramiento de calizas- es un cordón orientado E-W de estratos inclinados hacia el N de 20 a 30 m. de alto muy notables pues sobresalen del te rreno que es plano. La longitud de este afloramiento es de

al menos 3 kms.

Se realizó un cálculo de reservas obteniéndose 1'649,490 toneladas positivas con una ley promedio de 92.33% de  $\text{CaCO}_3$  y 4,309,257 toneladas probables. El tonelaje positivo indica reservas para 12.65 años a ritmo de producción de 200 toneladas de cal viva diarias (Pérez y González, 1981). Por el tonelaje, excelente infraestructura y calidad del material se determinó que es económicamente aprovechable.

b).- Naco

b.1).- Generalidades.- Este yacimiento de calizas se encuentra al S 85°E y 1.5 kms. aproximadamente en línea recta de Naco, Sonora. Entre las coordenadas geográficas 31°20' - 31°18' de Latitud Norte y 109°51' - 109°54' de Longitud Oeste, 1.5 kms. al S de la frontera México-E.U.A. (Ver figura No. 6)

El clima corresponde al subtipo seco templado con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.5%. La vegetación consiste de pastizales naturales.

Existe una línea de corriente eléctrica de 34.5 KV y un gasoducto pasa a 2.5 kms. del lugar.

En Naco existen la mayoría de los servicios de comunicación.

Cuenta también con una línea de ferrocarril.

b.2).- Geología General.- El yacimiento son calizas fosilíferas del Cretácico Inferior, rodeadas por conglomerados terciarios,

b.3).- Geología Económica.- Este yacimiento lo explota -

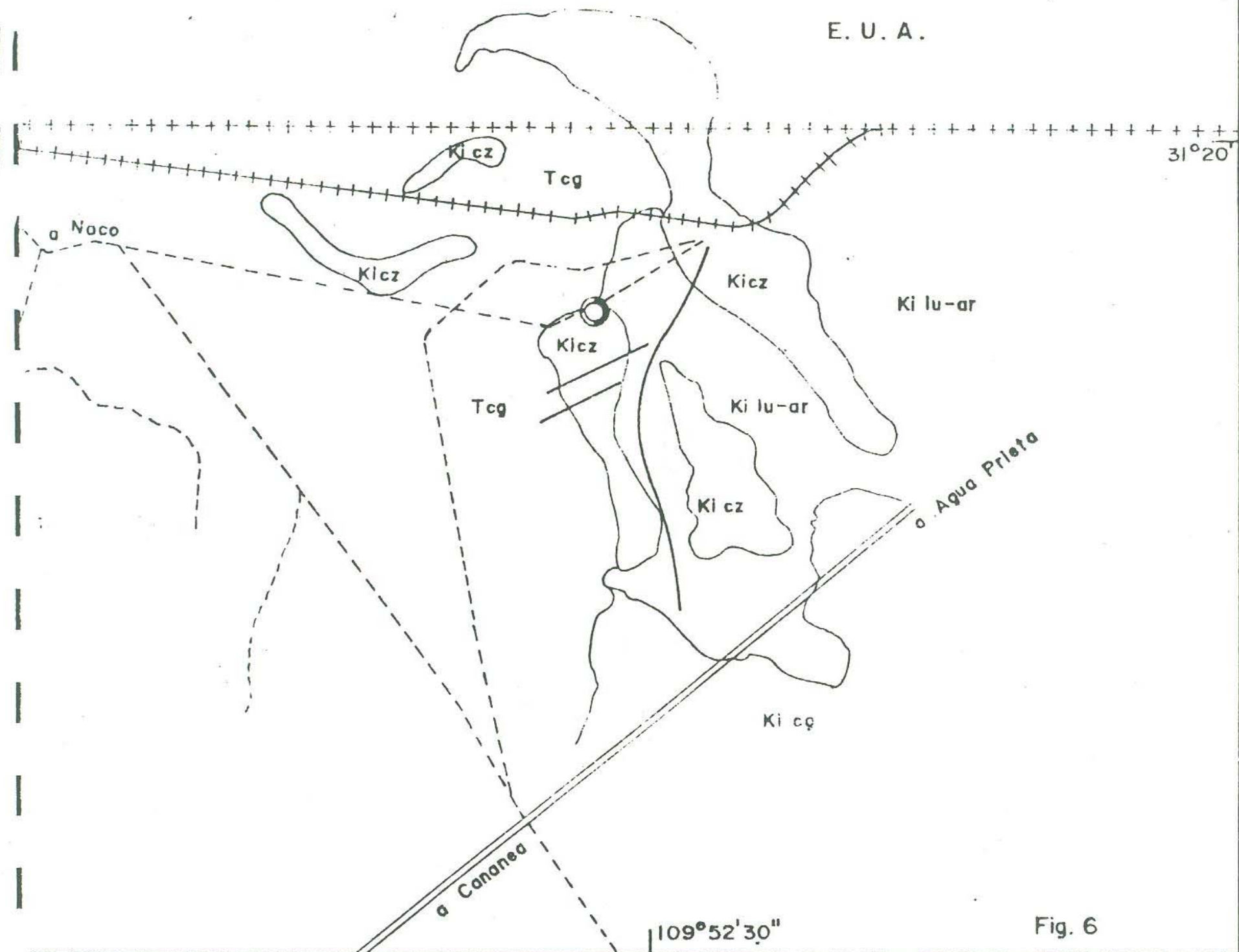


Fig. 6

**EXPLICACION**

- |                    |                |                                   |
|--------------------|----------------|-----------------------------------|
| TERCIARIO          | <b>Tcg</b>     | Conglomerado (Formación Báucarit) |
| CRETACICO INFERIOR | <b>Kicz</b>    | Calizas                           |
|                    | <b>Kilu-ar</b> | Lutitas-Areniscos                 |
|                    | <b>Kicg</b>    | Conglomerado                      |
|                    |                | Afloramiento de Calizas           |
|                    |                | Contacto Fotogeológico            |
|                    |                | Falla o Fractura                  |
|                    |                | Carretera                         |
|                    |                | Camino de Terroceria              |
|                    |                | Via ferrea                        |
|                    |                | Linea Internacional               |



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

FOTOGEOLOGIA DE CALIZAS AL ESTE DE NACO

E. A. P. R. C.	ESCALA	FECHA
J. ANTONIO GONZALEZ S.	1:50,000	FEBRERO-1963

actualmente la empresa SONOCAL, S.A. de C.V. con una planta para cal en el mismo depósito, obteniéndose una producción de cal viva de 340 toneladas diarias de las cuales 100 son para consumo nacional, 150 para exportación y de 80 a 90 para la producción de cal hidratada. Se tienen reservas positivas por 50 millones de toneladas (González, comunicación personal).

c).- SE de Agua Prieta

c.1).- Generalidades.- Estas calizas se encuentran localizadas al S 60°E y 50 kms. en línea recta de Agua Prieta, aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas 31°07' de Latitud Norte y 109°12' de Longitud Oeste (Ver figura No. 7)

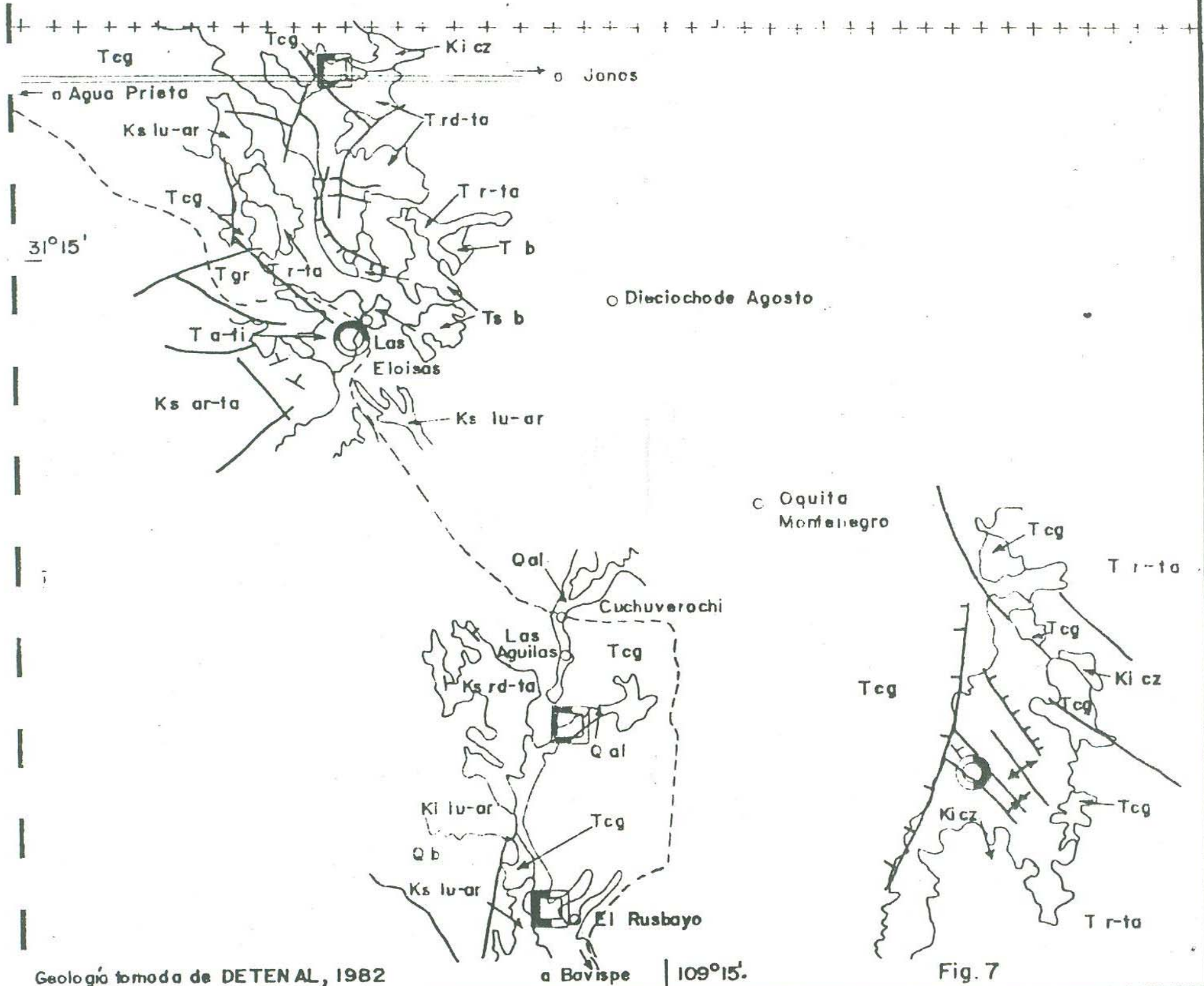
Para llegar al depósito se parte de Agua Prieta por camino de terracería rumbo a Bavispe y a los 49 kms. aproximadamente se desvía un camino hacia el E-NE, después de recorrer 4.5 kms. se llega al poblado del Ejido Amador Camacho y 12 kms. al E se encuentran los afloramientos de calizas.

El clima del lugar es del subtipo seco semicálido con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2%, la vegetación consiste de matorral desértico de hoja pequeña.

La línea de corriente eléctrica más cercana se encuentra en Agua Prieta y la obtención de agua es problemática.

Todas las facilidades de infraestructura se encuentran en Agua Prieta, excepto el camino Agua Prieta-Bavispe que se encuentra a 13 kms. en línea recta del depósito.





Geología tomada de DETENAL, 1982

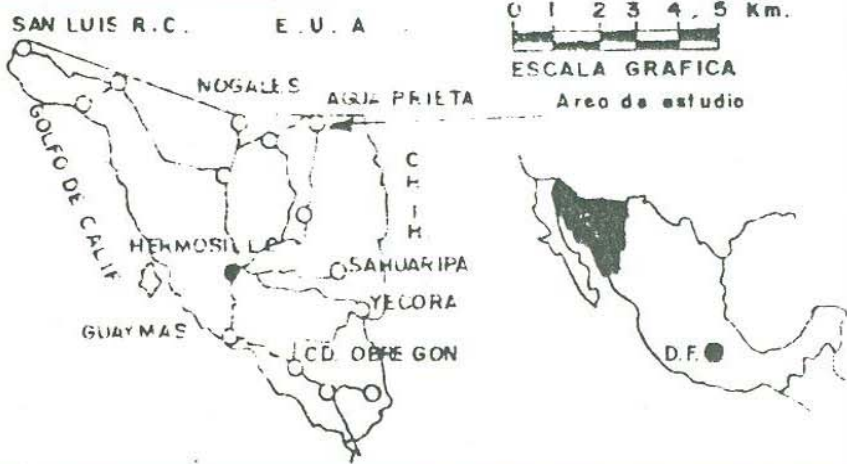
a Bavispe

109°15'

Fig. 7

EXPLICACION

CUATER- VARIO  T E R C I A R I O  C R E T A C I O	Qal	Aluvión	—	Contacto geológico
	Tcg	Conglomerado	TTT	Falla
	Ts b	Basalto	—	Fractura
	T rd-ta	Riodacitas y Tobas acidas	<	Rumbo y Echado
	T r-ta	Riolitos y Tobas acidas	X	Sinclinal
	T b	Basaltos	X	Anticlinal
	T(a-ti)	Andesitas y Tobas intermedias	—	Carretera
	T gr	Intrusivo granítico	—	Camino de terracería
	Ks(lu-ar)	Lutitas y areniscas	+++	Línea internacional
	Ks(ar-ta)	Areniscas y Tobas acidas	□	Yeso
	Ks(rd-ta)	Riodacitas y Tobas acidas	○	Fluorita
	Ki cz	Calizas	○	Calizas
Ki(lu-ar)	Lutitas y areniscas			



UNIVERSIDAD DE SONORA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

GEOLOGIA GENERAL DE DEPOSITOS DE YESO,  
FLUORITA Y CALIZAS AL SE DE AGUA PRIETA.

ELABORACION	ESCALA	FECHA
JUAN RAMON GONZALEZ S	1:250,000	FEBRERO-1982

Existen dos plantas para cal en la región una al S de -  
Agua Prieta y otra al E de Naco.

c.2).- Geología General.- Las calizas son cretácicas y -  
existen arriba estratigráficamente de ellas rocas volcáni-  
cas máficas del Terciario. Hacia la parte inferior los pa-  
quetes de calizas están limitados por areniscas y lutitas -  
también cretácicas y en algunos lugares se aprecian inter-  
calaciones de ellas en las calizas. La estructura general-  
de las calizas sigue un rumbo NE-SW buzando hacia el NE. -  
En algunos lugares se aprecian plegamientos pequeños. Ha -  
cia la parte W de las calizas existe un lineamiento muy no-  
table en fotos aéreas con rumbo N-S que limita bruscamente  
los afloramientos de rocas y aluvi6n.

c.3).- Geología Econ6mica.- El afloramiento principal --  
tiene una longitud aproximada de 5 kms. pero existen aflora-  
mientos alrededor en una 6rea de 20 kms.<sup>2</sup> aproximadamente,-  
existen cuerpos estratificados de m6s de 20 m. de espesor -  
(Ver figura No. 8)

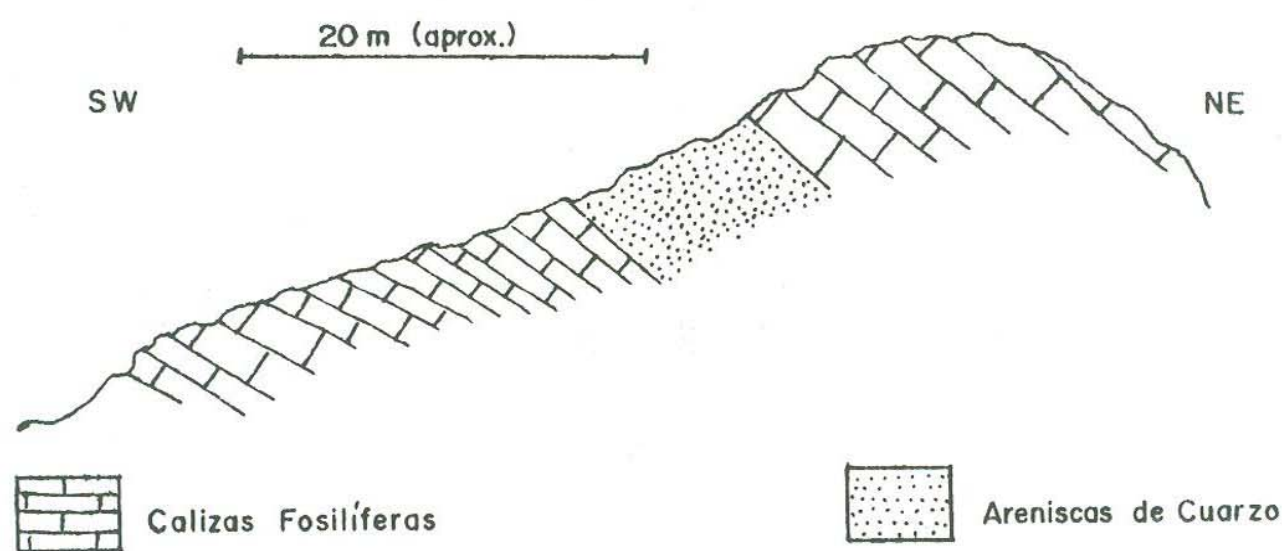


Fig. 8.- Seccion de campo, calizas del Ejido Enrique A. Camacho al SE de  
Agua Prieta.

Se tomaron muestras superficiales en varios sitios del -  
 área de afloramiento obteniéndose los siguientes resultados:

Muestra

CaCO <sub>3</sub>	84.23%	91.19%	89.77%	82.45%	87.63%	87.98%	90.66%
MgCO <sub>3</sub>	0.86	0.96	1.17	2.21	1.11	1.165	1.21
CaO	49.2	54.2	54.8	51.2	52.0	52.3	53.0
MgO	0.57	0.52	0.56	1.13	0.76	1.01	0.58
SiO <sub>2</sub>	8.10	1.0	0.80	3.0	1.8	5.2	2.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.28	0.19	0.15	1.4	0.6	1.32	0.3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.73	0.27	0.17	0.34	0.29	0.41	0.13
Perd.	40.3	43.4	43.5	41.9	42.9	42.0	43.6
Ign.							

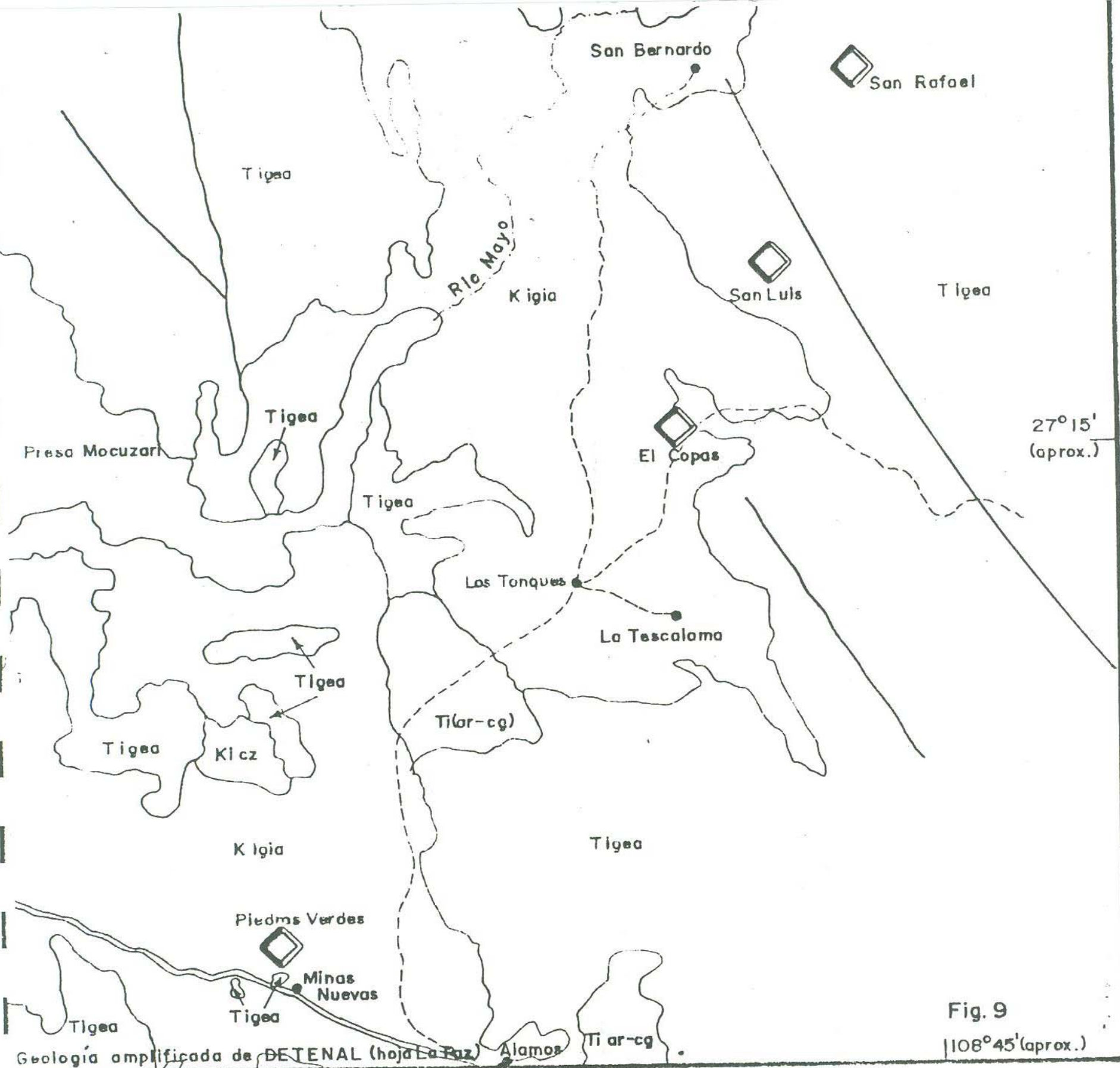
Por los análisis se puede ver la buena calidad de algunas muestras, sin embargo, la falta de infraestructura adecuada es una desventaja para este depósito.

Una investigación de mercado es recomendable y si resulta positiva hacer un muestreo sistemático en el afloramiento de más calidad y fácil potencial de explotación.

d).- Región de Alamos

Existen varias zonas de rocas calcáreas en la región de - Alamos, las mas interesantes económicamente son las siguientes (Ver figura No. 9)

Ejido El Copas.- Se localiza al N 18°E y 30 kms. en línea-recta de Alamos, son tres afloramientos sedimentarios al W-NW de Los Camotes y una forma dómica al SE de este mismo poblado.

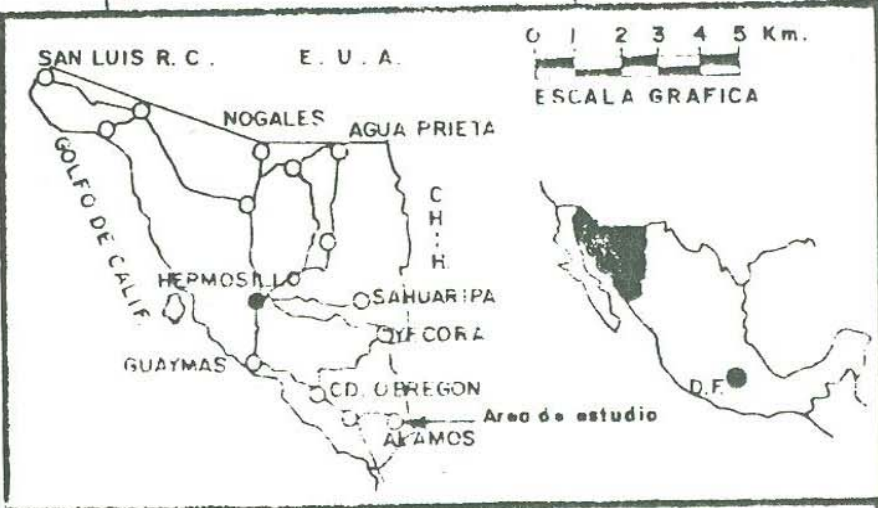


Geología ampliada de DETENAL (hoja La Paz)

Fig. 9  
108° 45' (aprox.)

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

- |           |          |                           |
|-----------|----------|---------------------------|
| TERCIARIO | Tigea    | Rocas Volcánicas ácidas   |
|           | Ti ar-cg | Areniscas y Conglomerados |
| CRETACICO | Kigia    | Rocas intrusivas ácidas   |
|           | Kicz     | Calizas                   |
|           |          | Contacto geológico        |
|           |          | Fractura                  |
|           |          | Rio Mayo                  |
|           |          | Carretera                 |
|           |          | Camino de ferrocarril     |
|           |          | Afloramiento              |



**UNIVERSIDAD DE SONORA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**GEOLOGIA GENERAL DE AFLORAMIENTOS CAL-  
CAREOS AL NORTE DE ALAMOS.**

ELABORÓ: JUAN RAMON GONZALEZ S	ESCALA 1:250,000	FECHA FEBRERO - 1983
-----------------------------------	---------------------	-------------------------

Son bancos calcáreos conglomeráticos encajonados en lutitas y areniscas, con zonas parcialmente tactitizadas. El rumbo de las capas es constante al N 20°W con echados de 23 a 25° al SE. El espesor varía de 3 a 5 m. De los tres afloramientos dos de ellos, el central y el sur son susceptibles de explotarse. El afloramiento del N tiene abundante granatización en la cima, por lo tanto sin interés para producir cal (Pérez y Terán, 1979).

Techobampo (San Luis).- Se localiza 40 kms. al N de Alamos, no existe camino hasta el depósito. Son calizas recristalizadas con zonas granatizadas de manera irregular con rumbo general de estratificación N 10°W con 46° de echado al NE (Torres, 1981).

San Rafael El Sabino.- Se localiza a 608 kms. al SE del poblado de San Bernardo. Existen caminos en buenas condiciones hasta el lugar. El depósito consiste de un afloramiento de 40 m. de ancho con rumbo de estratificación N 15°E y echado 30 ° al SE. Las calizas están ligeramente recristalizadas (Torres, 1981).

Piedras Verdes.- Se localiza a 8 kms. de Alamos. Los caminos que conducen al depósito están en buenas condiciones. Es una caliza levemente recristalizada con bajo porcentaje de granatización cerca del contacto con una roca granítica (Torres, 1981).

Existen otros muchos yacimientos de caliza, unos de gran importancia que incluso se han trabajado desde hace tiempo -

como los depósitos de Calhidra de Sonora y Pimacal en el -  
Municipio de Hermosillo, así como el depósito de caliza pa\_  
ra cemento de La Campana (La Cementera II).

En las afueras de la ciudad de Hermosillo se ha explota\_  
do la caliza para la fabricación de cemento en el llamado-  
Cerro La Cementera al SE, así como los depósitos de mármol  
de El Palo Verde, explotados para alimento de aves de co -  
rral.

Se han reportado otros depósitos importantes al SE de -  
San Luis Río Colorado y al Sur de Agua Prieta.

NOTA; Muchos de estos depósitos geologicamente son mármoles  
pero se han incluido en el apartado "calizas" porque se han  
utilizado para fabricar cal hidratada, como materia prima pa\_  
ra cemento portland y también como fuente de calcio en la ali\_  
mentación de aves.

## C A N T E R A

Generalidades

Se considera como cantera cualquier roca que pueda ser - cortada, labrada o pulida y que tenga belleza y resistencia en arquitectura y escultura principalmente.

a).- Composición.- No se puede definir un rango de composición de canteras ya que abarca rocas de muy diferente composición, por ejemplo: tobas, basaltos, granito, caliza, -- mármol, areniscas, etc.

b).- Usos.- En la industria de la construcción y escultura principalmente .

c).- Especificaciones y Grados.- Siendo la cantera una - roca ornamental, se requiere que al ser cortada, pulida o labrada adquiriera cierta belleza. Para algunos usos se requiere también cierto peso, resistencia a la ruptura, a los agentes atmosféricos, etc.

d).- Materiales competitivos.- De los materiales naturales el competidor mas importante es la madera, en arquitectura.

Depósitos de cantera en el Estado de Sonora

a).- El Trigo de Corodepe

a.1.).- Generalidades y Geología General.- (Ver depósitos de caolín - El Trigo de Corodepe en la página 32 figura 16 ).

a.2.).- Geología Económica.- Este depósito de cantera se encuentra 4.5 kms. al Sur de El Trigo de Corodepe, Municipio de Sahuaripa. La roca que se considera como cantera es una -

toba ácida de color blanco con cristales de cuarzo, caolinizada y con marcas de fluidez de color rojo. Esta toba es blanca y labrable y las bandas rojas le dan muy buen aspecto.

La falta de infraestructura adecuada es una desventaja para este depósito ya que se encuentra demasiado lejos de los posibles centros de consumo. La ciudad importante mas cercana es Sahuaripa, donde podría buscársele mercado limitado.

b).- Tepupa

b.1).- Generalidades.- El depósito de cantera se encuentra ubicado 800 mts. al W y extendiéndose hacia el S de Tepupa. La misma cantera se puede apreciar también por el camino Mátape-San José de Batuc, 4 kms. antes de llegar a este último poblado. El acceso se hace por la carretera Hermosillo-Mazatán (82 kms.) de Mazatán parte un camino hacia el NE pasando por Nácori Grande (11 kms.), Mátape (12 kms.) San José de Batuc (38 kms.) y Tepupa (7 kms.). A partir de Tepupa la cantera se extiende 8 kms. hacia el S y 3 kms. al NW, haciendo un total de 11 kms. de afloramiento (Ver figura No. 10)

El depósito de cantera se encuentra 5 kms. al W de la presa El Novillo aproximadamente entre las coordenadas geográficas  $29^{\circ}06'$ - $29^{\circ}12'$  de Latitud Norte y  $109^{\circ}45'$ - $109^{\circ}47'$  de Longitud Oeste. Existe una fuente de corriente eléctrica de 115 KV en San Pedro de la Cueva, que se encuentra a 29 kms. de Tepupa. La carretera pavimentada llega hasta Mazatán cubriendo 82 kms. y después sigue un camino de terracería por 68 kms. hasta Tepupa. El tramo de Mátape a Tepupa (45 kms.) se encuentra en malas condiciones en época de lluvia. Existe un proyec



to para comunicar al poblado de Tepupa con el camino Mátape-San José de Batuc en el lugar llamado La Ceja de la Canteras. Este camino tendría aproximadamente 4 kms. y la mayor parte pasaría muy próximo al depósito de cantera. Con esta comunicación se ahorraría caminar 14 kms. aproximadamente para llegar a Tepupa y al depósito de cantera.

En Tepupa existe una pista de aterrizaje para aviones.

b.2).- Geología General.- El depósito de cantera es una toba riolítica con fragmentos líticos, incluida en la parte superior de la Formación Báucarit.

Tomando como referencia el poblado de Tepupa, al N existen conglomerados Terciarios (Báucarit) y calizas del Cretácico Inferior, al S se puede encontrar Formación Báucarit, Granodiorita del Cretácico y Calizas de Cretácico Inferior, al E predomina la Formación Báucarit y al W existen calizas del Cretácico Inferior y granodiorita Cretácica.

b.3).- Geología Económica.- Es un cuerpo de forma tabular de 4 mts. promedio de espesor, aproximadamente 150 mts. de ancho y 11 kms. de largo. En ocasiones se encuentran aflorando encima de Formación Báucarit y a veces está sobreyacido por ésta. El cuerpo de cantera tiene rumbos que van de  $15^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  NW y echados de  $30^{\circ}$  y  $40^{\circ}$  al NE (Ver figura No.11)

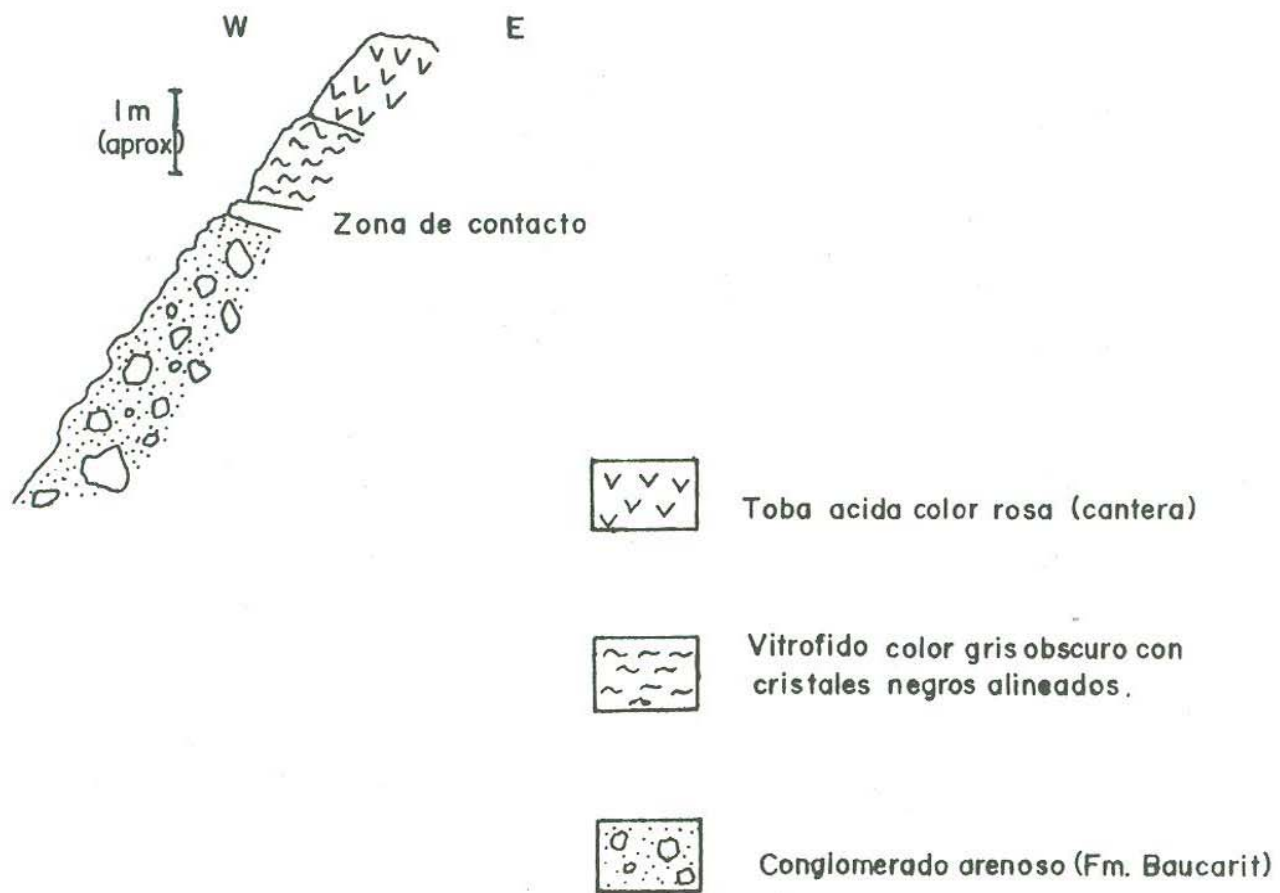


Fig. II.- Sección de campo, cantera Tepupa.

En la Ciudad de Hermosillo en Villa de Seris existe la - fachada de una iglesia, en la plaza de Los Tres Pueblos, que fue hecha de esta cantera, por lo tanto es labrable y blanda y además tiene belleza.

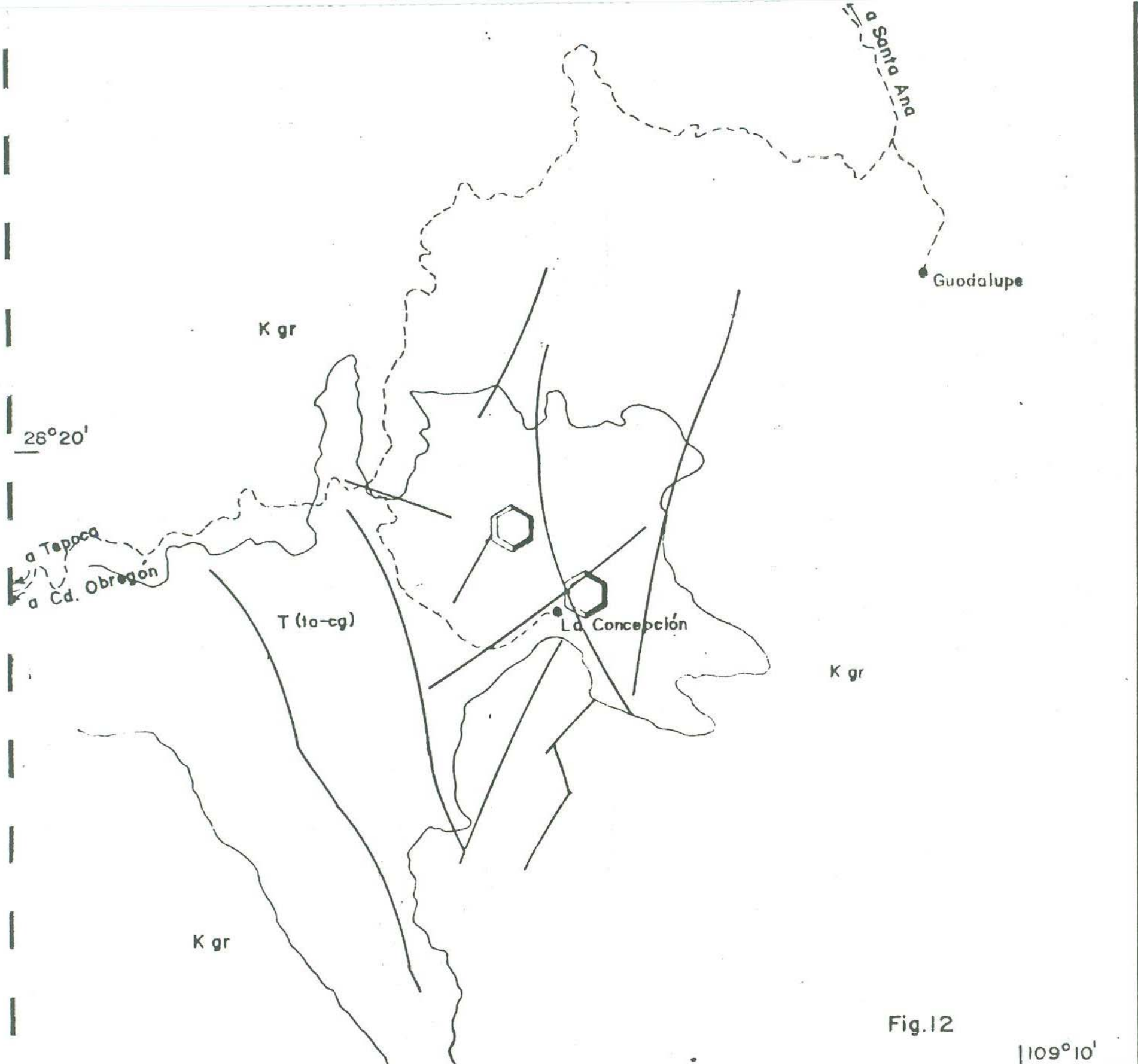
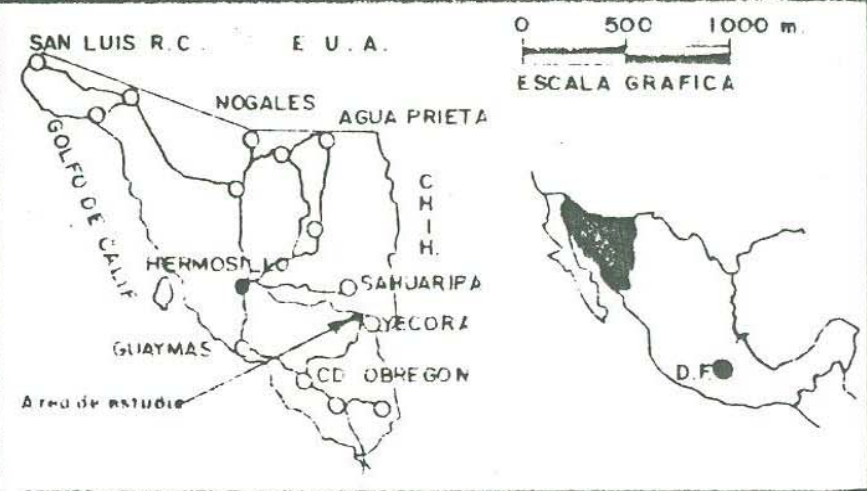


Fig.12

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

- |           |   |                              |
|-----------|---|------------------------------|
| TERCIARIO | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T ta-cg</span> | Tobas acidas y Conglomerados |
| CRETACICO | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K gr</span>    | Intrusivo granítico          |
|           |   | Contacto geológico           |
|           |   | Falla o Fractura             |
|           |   | Camino de terraceria         |
|           |   | Afioramientos de Cantero     |



**UNIVERSIDAD DE SONORA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**FOTOGEOLOGIA Y LOCALIZACION DE CANTERAS  
EN LA CONCEPCION, MUNICIPIO DE YECORA.**

ELABORO	ESCALA	FECHA
JUAN RAMON GONZALEZ S	1:50,000	FEBRERO-1983

c).- La Concepción

c.1).- Generalidades.- El depósito de cantera de La Concepción se encuentra inmediatamente al Norte del poblado de este nombre en el Municipio de Yécora, en el cruce de las coordenadas geográficas  $28^{\circ}19'30''$  Latitud Norte y  $109^{\circ}12'$  Longitud Oeste. Para llegar al poblado de La Concepción se parte de Hermosillo a San Nicolás de Yécora pasando por Guaymas, Cd. Obregón, Esperanza, Rosario y antes de llegar a Santa Ana se desvía un camino hacia el E y a los 3 kms. aproximadamente se llega al lugar. El total de carretera desde Hermosillo a la desviación a La Concepción es de 438 kms. (Ver figura No. 12)

c.2).- Geología General.- Las rocas predominantes en el área son la Formación Báucarit (Terciario y tobas ácidas terciarias).

c.3).- Geología Económica.- Las rocas que se consideran como canteras son tobas líticas de composición ácida una de color rojo y otra de color blanco. Tanto la cantera roja como la blanca son blandas y labrables (Ver figura No. 13)

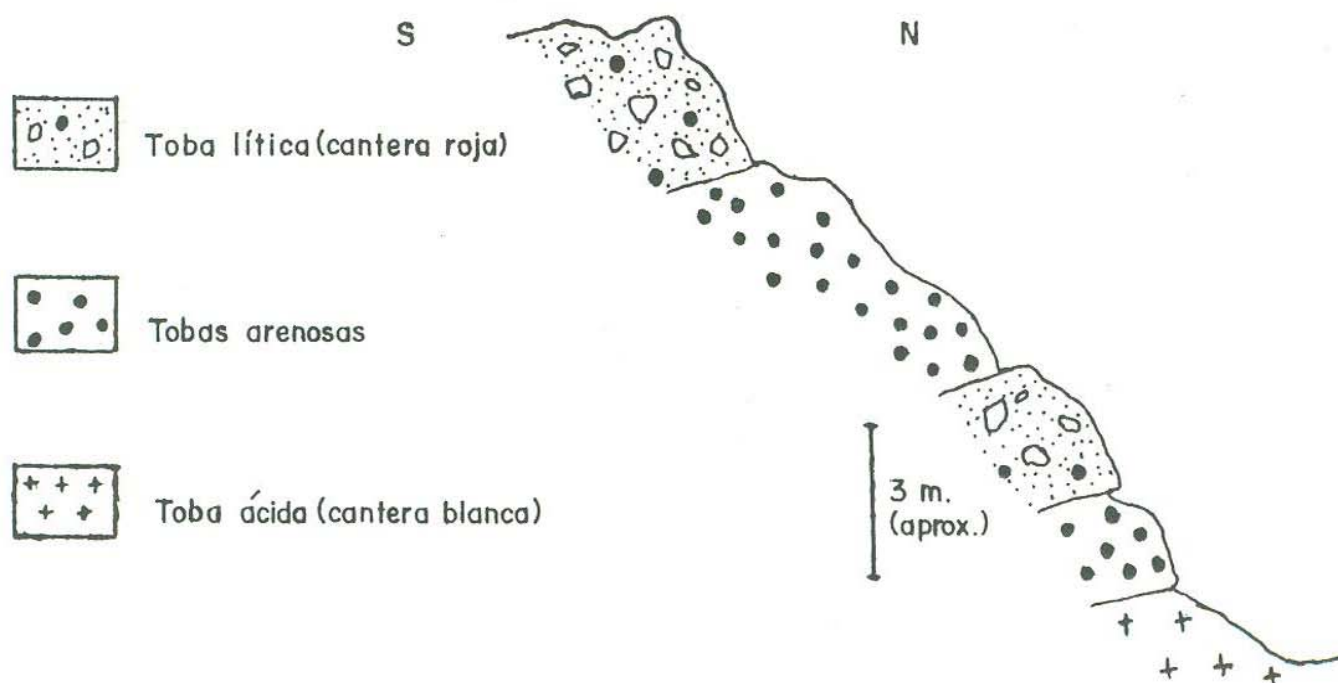


Fig. 13.- Sección de campo, cantera La Concepción.

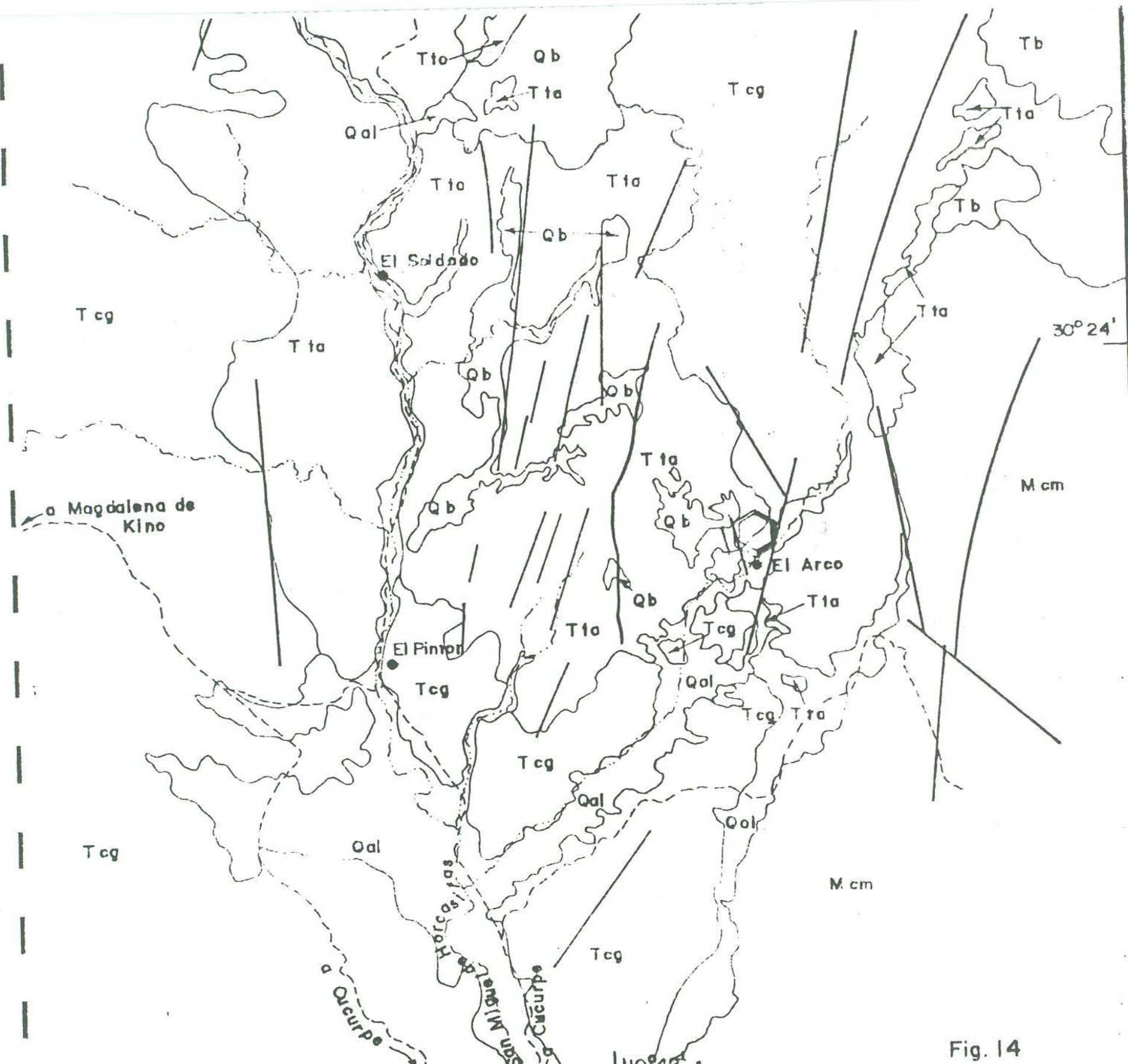
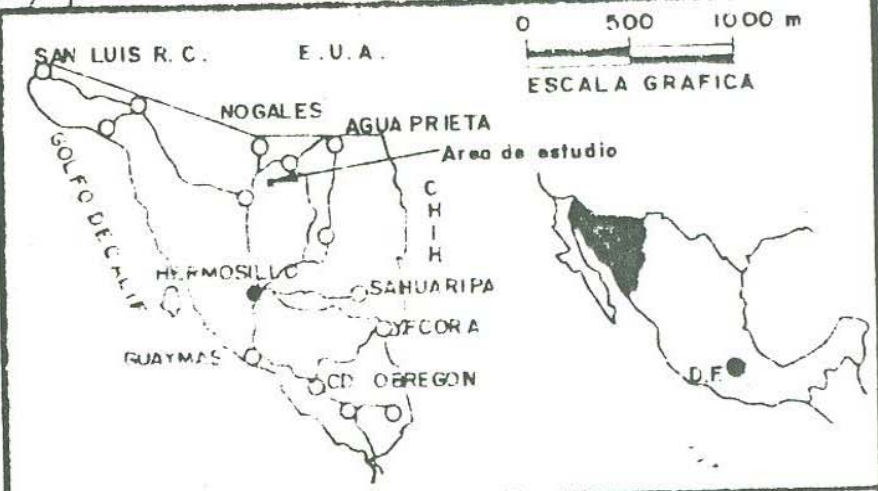


Fig. 14

**EXPLICACION**

- |             |      |                         |
|-------------|------|-------------------------|
| CUATERNARIO | Qal  | Aluvión                 |
|             | Qb   | Basaltos                |
| TERCIARIO   | T1a  | Tobas ácidas (cantera)  |
|             | Tcg  | Conglomerado            |
| MESOZOICO   | M cm | Complejo Metamórfico    |
|             |      | Contacto geológico      |
|             |      | Falla o Fractura        |
|             |      | Río o Arroyo            |
|             |      | Camino de ferrocarril   |
|             |      | Afloramiento de Cantera |



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

FOTOGEOLOGIA CANTERA DE CUCURPE

ELABORÓ JUAN RAMON GONZALEZ	ESCALA 1:50,000	FECHA FERRERO-1982
--------------------------------	--------------------	-----------------------

La Ciudad mas cercana es Cd. Obregón, donde podría investigarse el mercado del producto.

d).- Cucurpe

d.1).- Generalidades.- Este depósito de cantera se localiza en una gran área en los alrededores del poblado de Cucurpe, entre las coordenadas geográficas  $30^{\circ}20' - 30^{\circ}24'$  de Lat. N  $110^{\circ}39' - 110^{\circ}44'$  Longitud W. A este poblado se llega partiendo de Hermosillo por la carretera internacional pasando por Santa Ana, Magdalena, recorriendo hasta ahí 169 kms. de Magdalena - parte un camino de terracería al SE y a los 49 kms. se llega al poblado de Cucurpe (Ver figura No. 14)

d.2).- Geología General.- Las rocas predominantes en la región son tobas de composición ácida y Formación Báucarit del Terciario.

d.3).- Geología Económica.- Son tres los tipos de tobas -- que se consideran como canteras : 1) una roca muy porosa de color verde claro, con fragmentos líticos y fragmentos caolinizados, 2) roca color rosa claro de grano de tamaño de arena fina con líneas de pseudoestratificación, 3) roca de color -- blanco con fragmentos líticos (Ver figura No. 15)

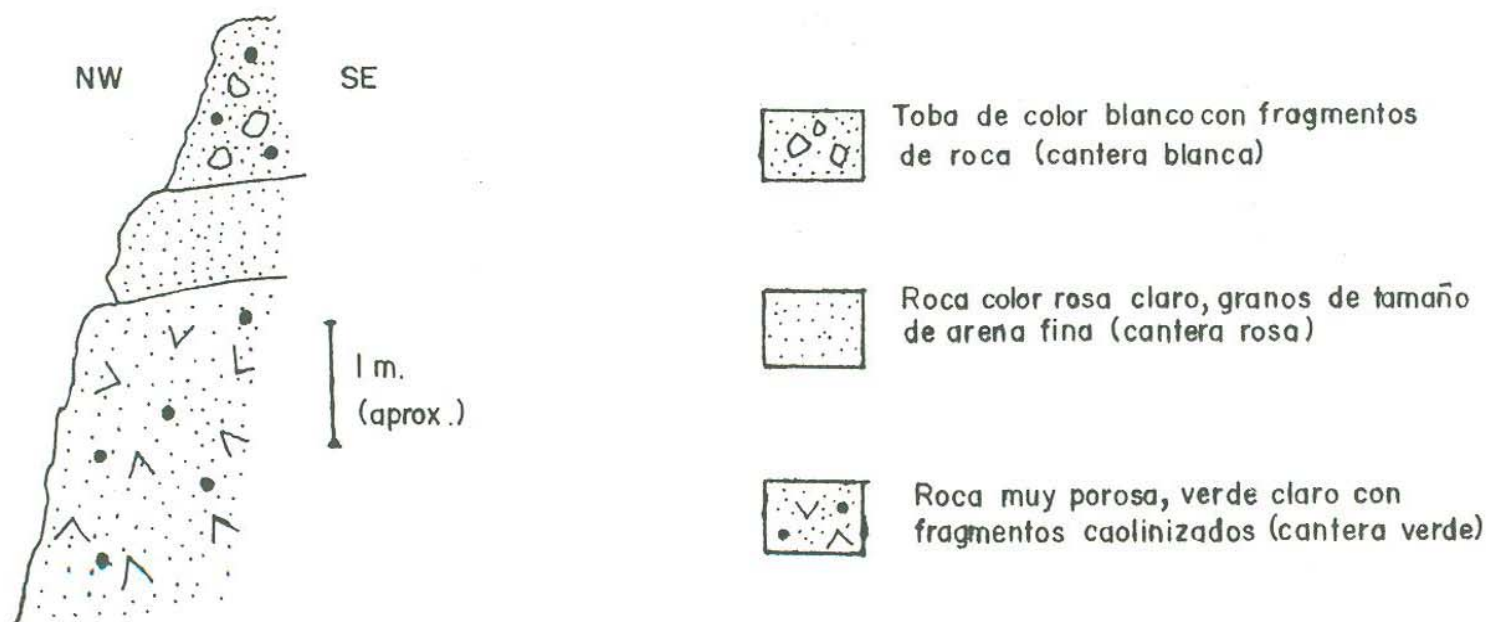


Fig. 15.- Sección de campo, cantera Cucurpe

Actualmente se explota la cantera verde y la cantera blanca, en Cucurpe existe una planta de corte de cantera.

En el poblado de Cucurpe existe una persona que hace maceteros y ollas de cantera blanca con un método muy rudimentario.

e).- San José de Maquipo

e.1).- Generalidades.- Este depósito de cantera se encuentra 3 kms. al SW de Maquipo, 40 kms. en línea recta al S 32°E de Alamos aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas 26°42'30" Latitud N y 108°49 Longitud Oeste. Para llegar al depósito se parte de Alamos y se pasa por los poblados de San Vicente, El Colorado, El Carrizal, y Maquipo, recorriendo 60 kms. en total de terrecarria.

e.2).- Geología General.- Las rocas predominantes son tobas ácidas del Terciario.

e.3).- Geología Económica.- La toba de interés para cantera es de composición ácida, masiva color blanco grisácea que intemperiza a gris oscuro, textura fanerítica con fragmentos de feldespatos alterados, micas de cuarzo en menor proporción (Baca, 1980).

En el caso de la cantera y de muchos otros materiales es muy importante el mercado del producto y la distancia que existe del lugar de explotación al de consumo. Por lo anterior es recomendable investigar el mercado y lugares de consumo de este producto para poder hacer las inversiones necesarias con poco riesgo en cada uno de los lugares antes descritos.

Tomando en cuenta que en Sonora existen una gran cantidad de tobas principalmente ácidas, existen muchos otros lugares de posibles depósitos de cantera.

Es recomendable de cada uno de los depósitos conocidos y los que se conozcan después hacer mosaicos de muestra para enseñarlos a gente relacionada con la industria de la construcción e incluso a gente relacionada con artesanías de estos materiales (fuentes, jarrones, maceteros, etc.).



## C A O L I N

Generalidades

a).- Composición Química.- Las arcillas que forman el caolín son aluminosilicatos hidratados de la composición -- aproximada  $2\text{H}_2\text{O} \text{ Al}_2\text{O}_3 \text{ 2SiO}_2$ . El principal constituyente es el mineral caolinita, cuya composición es:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  39.5%,  $\text{SiO}_2$  46.5%  $\text{H}_2\text{O}$  14.0% .

b).- Usos.- En la industria del papel se utiliza para dar uniformidad, lustre, claridad, facilidad de impresión , etc. Se usa también en la fabricación de porcelana, loza y también en las industrias del hule, refractarios, insecticidas, fertilizantes, cementos, cerámica, productos químicos, cosméticos, etc.

c).- Especificaciones.- El caolín utilizado en la industria del papel requiere ciertas propiedades en cuanto a brillo, tamaño de partículas, viscosidad, color y residuos arenosos.

El caolín utilizado en pinturas y plásticos debe tener una cierta resistividad eléctrica y tamaño de partículas.

Las pruebas más importantes para el caolín utilizado en cerámica son: módulo de ruptura, razón de moldeo, como equivalente pirométrico, color al secado, color al cocido y contracción .

El caolín utilizado en refractarios debe ser bajo en hierro y álcalis y tener alta densidad después de calcinado.

d).- Materiales competitivos.- Dependiendo de la industria en que se le utilice tiene sustitutos como talco, yeso, creta, otras arcillas, etc.

### Geología del Caolín

a).- Ocurrencia.- Los depósitos de caolín en el mundo ocurren en formas tabulares y estratos discontinuos en rocas sedimentarias, la mayoría cretácicas o más jóvenes. En depósitos residuales por intemperismo de rocas preexistentes; estos depósitos tienen formas irregulares, gradúan hacia la roca sana y se encuentran en la superficie o muy cerca de ella, excepto cuando han sido cubiertos por rocas más jóvenes. El caolín también ocurre en depósitos que han sido formados por alteración hidrotermal, tienen formas alargadas siguiendo zonas de fracturas o fallas y otras zonas permeables.

b).- Origen.- Los depósitos de caolín tienen dos orígenes principales: intemperismo e hidrotermalismo. En estos procesos bajo ciertas condiciones se remueven de otro sitio los constituyentes de las arcillas. Las arcillas son formadas por elementos y minerales preexistentes y posiblemente por el crecimiento de nuevos arreglos atómicos de materiales en solución. Algunos depósitos ocurren en rocas sedimentarias y han sido transportadas y depositadas como caolín, -- siendo también producto de alteración de rocas preexistentes. Estos depósitos están relacionados a procesos de intemperismo superficial o cambios postsepultamiento o combinación de éstos (Patterson y Murray in Lefond, 1975).

## c).- Yacimientos mas importantes de caolín en el mundo.-

(Ver figura No.34)

Lugar	País	Ambiente Geológico
1.- Desde la parte Central de Georgia a la parte W Central de Carolina del Sur.	E,U.A.	Rocas sedimentarias cercanas a rocas cristalinicas.
2.- Distrito Blaya Dognas - Don Carlos, Maruja, Chubut, Río Negro, San Juan.	Argentina	?
3.- Area de St. Austell de Cornwall	Gran Bretaña	Alteración hidrotermal-de feldespatos de granito
4.- Distrito de Cluhavetski-al S de Kiev entre las ciudades de Zhito-Mir -- y Vinitsa.	U.R.S.S.	Depósitos residuales hidrotermales y sedimentarios.
5.- Región de Bavaria	Alemania Occidental	Origen sedimentario derivados de la descomposición de rocas graníticas
6.- Karlov-Vary-Pilsen -- Podborani en el W de Bohemia	Checoslovaquia	Costras de meteorización de arcosas
7.- Copetown, Grahamstown-Durban	República de Sud Africa	Derivados de granito.

## d).- Yacimientos importantes de caolín en México (Ver figura No. 35)

Lugar	Estado	Ambiente Geológico
1.- Mpio. de Ahualulco	San Luis Potosí	Brechas riolíticas caolinizadas.
2.- Mpio. de Guadalupe	Zacatecas	Tobas y brechas caolinizadas
3.- Mpio. de Villa García	Zacatecas	Tobas caolinizadas
4.- San Felipe Torres Mochas	Guanajuato	Riolitas caolinizadas
5.- Huayacocotla	Veracruz	?

e).- Depósitos de caolín en Sonora

1).- El Trigo de Corodepe

a.1).- Generalidades.- El poblado de El Trigo de Corodepe se encuentra 65 kms. en línea recta al SE de Sahuaripa y el depósito de caolín se localiza 7.5 kms. en línea recta al SE de El Trigo de Corodepe aproximadamente en el cruce de las -- coordenadas geográficas  $28^{\circ}34'20''$  Latitud Norte y  $108^{\circ}54'40''$  Long. W. El clima de la región es templado subhúmedo con lluvias en verano. La vegetación consiste principalmente de coníferas. Existen aproximadamente 140 kms. de terracería con tramos en muy malas condiciones en época de lluvia. No existe -- corriente eléctrica en el lugar y en cuanto a el agua hay manantiales naturales cerca del depósito.

b.2).- Geología General.- Las rocas predominantes en el -- área son tobas riolíticas, tobas andesíticas y riolitas ignimbríticas. Estas rocas son del Terciario pero existen volcánicas más antiguas que el Terciario (Cochemé comunicación oral). Existe también en algunas partes el conglomerado Báucarit del Terciario Medio y también afloramientos de calizas afectadas -- por rocas andesíticas de grano grueso del Terciario. Hay fallamientos importantes en varias direcciones dando lugar a los -- clásicos escarpes riolíticos de la Sierra Madre Occidental, provincia en la cual se localiza el depósito de caolín. Hay en el área muchas zonas de alteración hidrotermal, las que dan lugar a grandes zonas de caolinización y en las que en ocasiones se pueden observar fuertes zonas de oxidación. (Ver figura No. 16 )

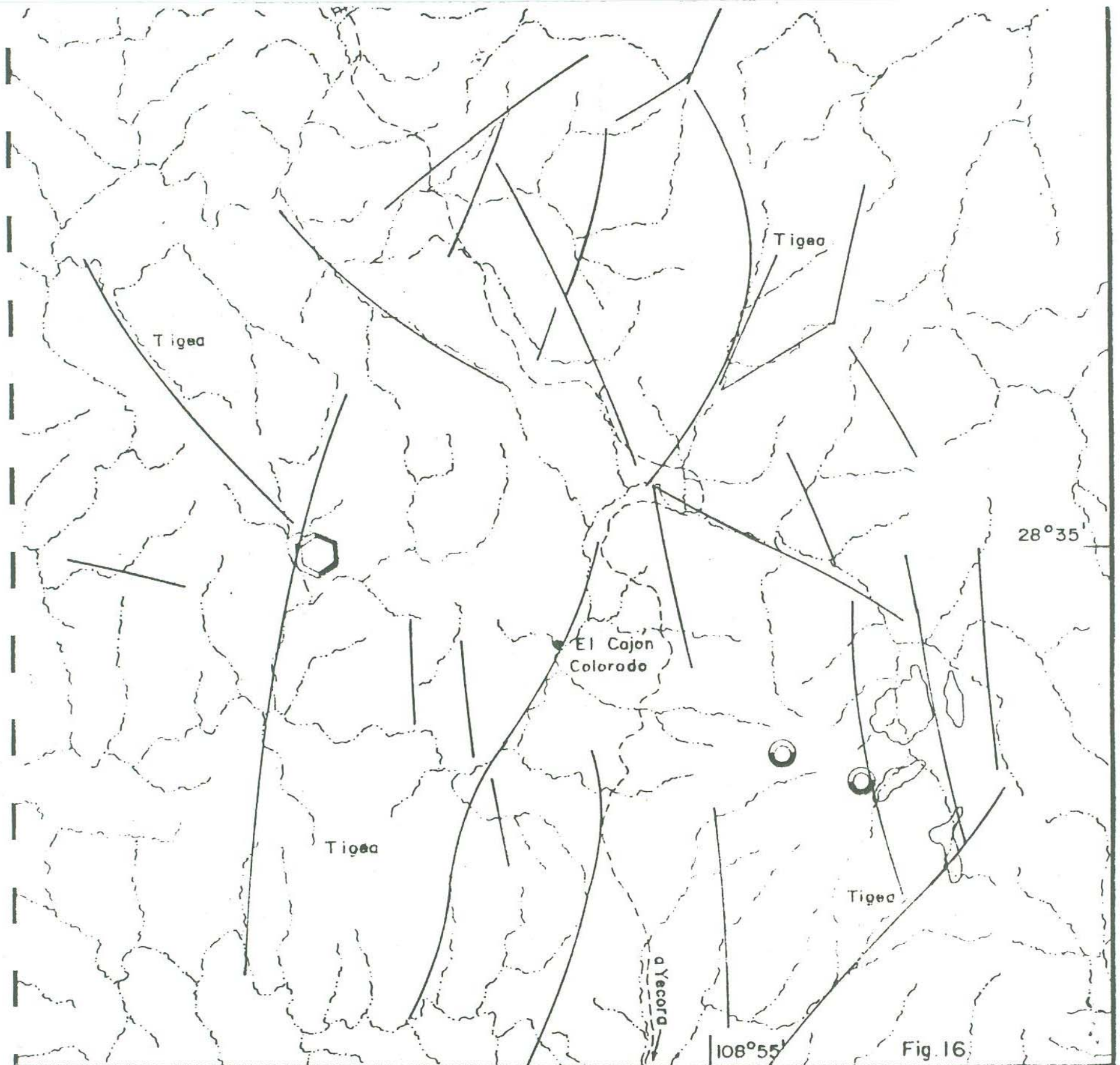
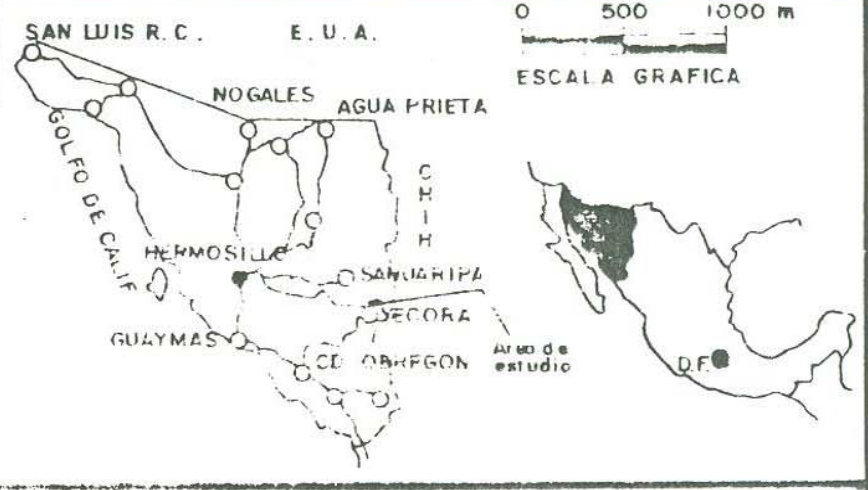


Fig. 16

**EXPLICACION**

- TERCIARIO **Tigeco** Rocas extrusivas ácidas
- Falla o Fractura
- ~ Río o Arroyo
- - - Camino de terracería
- Coolín
- ⬡ Cantero (tobas coolinizadas)
- ⬢ Zonas de Silisificación-Coolinización



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO GEOLOGICO GENERAL CAOLIN Y CANTERA  
 AL SUR DE EL TRIGO DE CORODEPE MUNICIPIO DE SAHUARIPA

ELABORADO	ESCALA	FECHA
JUAN RAMON GONZALEZ S	1:50 000	FERRERO-1983

c.3).- Geología Económica.- El lugar visitado es una zona de caolinización, irregular en forma y mineralización de caolín. En dos lugares separados 600 m. se encuentra la mayor - concentración de caolín .

En el primer sitio la zona de mayor concentración es de -- aproximadamente 70 m. de largo y 15 de ancho. El caolín más - puro se encuentra en una obra vertical de 3 m. de profundidad por uno de sección. En esta obra se observan también zonas de oxidación.

Se tomaron varias muestras en este lugar dando los siguientes resultados según análisis químicos.

Muestra	Clave	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	FeO%	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O%	K <sub>2</sub> O%
1	GS081-6	40.4	22.9	4.04	0.02	0.02	0.48	0.99
2	GS081-3	48.0	16.1	2.01	0.02	0.03	0.56	0.39
3	GS081-4	33.6	33.7	4.92	0.03	0.03	0.59	0.14
4	GS081-2	19.8	27.4	2.87	0.02	0.02	0.59	0.48
5	GS081-5	44.2	17.3	1.98	0.02	0.04	0.46	0.41

#### Descripción de Muestras

1.- Muestra de canal de 80 cm. de largo sobre roca caolinizada con oxidaciones y cuarzo.

2.- Tamada en una cata de 1 m. de profundidad y 1.5 m. de diámetro, sobre roca caolinizada con mucho cuarzo y óxidos.

3.- Tomada en un pozo de 3 m. de profundidad y uno de secución, sobre roca caolinizada con mucho cuarzo y óxidos.

4.- Muestra de canal de 5.5 m. de largo sobre zonas muy - caolinizadas, oxidaciones y roca sana intercaladas.

El segundo sitio de fuerte caolinización se encuentra a -- 600 m. al E-SE del primero y es un reliz caolinizado con óxidos de Fe y roca sana.

En este lugar se tomó una muestra de canal de 11 m. de largo cortando dos zonas de caolinización muy marcadas, una de 2 m. de ancho y la otra de 1 m. separadas 3 m., por roca sana y oxidaciones, dando el siguiente resultado:

Muestra	Clave	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO%	CaO%	MgO%	Na <sub>2</sub> O%	K <sub>2</sub> O%
4	GS081-2	29.8	27.4	2.87	0.02	0.02	0.59	0.48

Los análisis químicos en ciertos materiales no dicen mucho sobre las propiedades requeridas para utilizarse en tal o cual industria.

En lo que respecta al caolín es necesario hacer pruebas físicas para saber la posibilidad de utilización en determinados productos.

2).- Depósito de Caolín en Santa Rosa de Yécora (Sonora presencia Minera 1970 pag. 14)

Según la referencia el depósito de caolín se encuentra 130-km. en línea recta al NE de Cd. Obregón, Sonora y consiste en un cuerpo de forma irregular de 350 m. de longitud y 5 m. de ancho encajonado en posiblemente tobas.

## CARBONATO DE SODIO

### Generalidades

Existen once minerales comunes que contienen carbonato de sodio pero solo tres (natron, termonatrita y trona) han sido usados directamente como fuente de carbonato de sodio.

a).- Composición Química.- Natron,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  con --- 37.1% de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Termonatrita,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  con 85.5% de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Trona,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  con 70.4 % de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

b).- Usos.- Industria del vidrio, industria química, manufactura de jabones y detergentes, industria del papel, metalurgia, tratamiento de aguas, etc.

c).- Especificaciones.- La mayoría del carbonato de sodio comercial tiene una alta pureza y uniformidad en cuanto a composición química y tamaño de partículas.

d).- Materiales competitivos.- Sosa cáustica la sustituye en ciertos usos aparte de otros materiales en sus diferentes aplicaciones.

### Geología del Carbonato de Sodio

a).- Ocurrencia y Origen.- Depósitos de carbonato de sodio ocurren en muchas partes del mundo. La mayoría de los depósitos de carbonato de sodio no son más antiguos que el Terciario por su facilidad de destrucción por la erosión. Las ocurrencias más comunes de depósitos de carbonato de sodio son las siguientes (Lefond, 1975): 1) cristales de natron en medios ambientes fríos en el fondo de estanques, o en lugares someros, en lagos salinos, 2) eflorcencias de termonatrita -



en suelos alcalinos, 3) depósitos de trona en las orillas o - en el fondo de lagos alcalinos someros o estanques, 4) depósitos sepultados de trona, nacolita, etc., 5) en solución en salmueras.

El origen del carbonato de sodio se atribuye a actividad de fuentes volcánicas, reacción entre aguas con carbonatos y sulfatos de sodio, intercambio de iones en suelos sódicos (Lefond, 1975), etc.

b).- Yacimientos de Carbonato de Sodio en el mundo.- Existen muchos depósitos de carbonato de sodio en el mundo, algunos de los mas importantes son los siguientes: ( Ver figura No. 34)

Lugar	País	Ambiente Geológico
1.- Wyoming	E.U.A.	Estratos de trona, halita y shortita
California		Lago de carbonato y sulfatos con materia orgánica
2.- Sua Pan	Botswana	Salmuera en acuifero, en arena cubierta por estratos de arcilla y arena.
3.- Lago Hannington	Kenia	?
4.- Nanyang	China	Trona de alta pureza

c).- Depósitos de carbonato de sodio en la República Mexicana: ( Ver figura No. 35)

Lugar	Estado	Ambiente Geológico
1.- Lago de Texcoco	México	Agua residual del antiguo lago de Texcoco.

Lugar	Estado	Ambiente Geológico
2.- Bahía de Adair	Sonora	Agrupamiento de <u>cris</u> tales de trona y -- otras sales y en -- aguas freáticas.

d).- Depósitos de Carbonato de sodio en Sonora

1).- Bahía de Adair

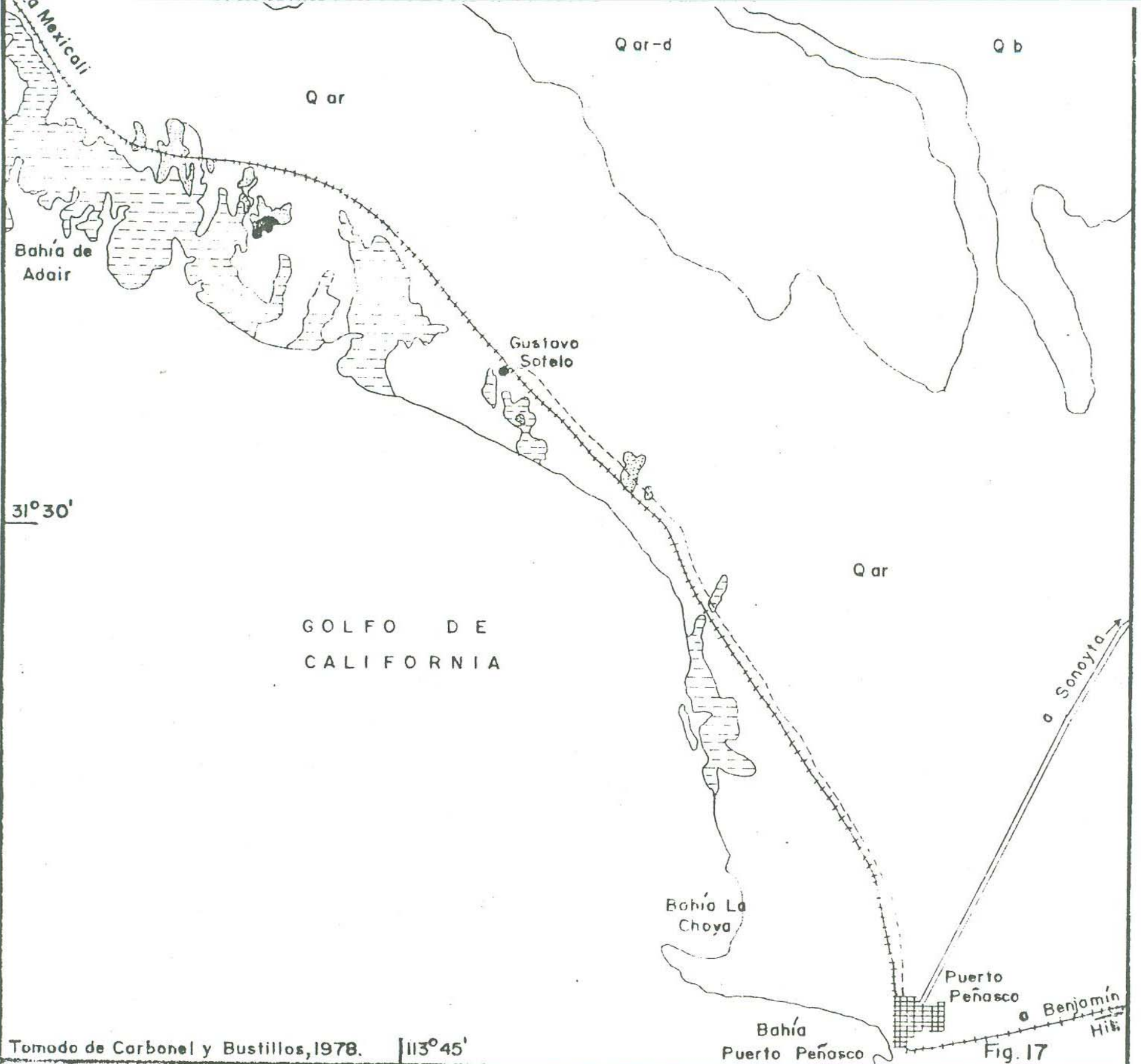
1.1.)- Generalidades.- Los depósitos salinos de Bahía de Adair se localizan en la parte NW del Estado de Sonora (ver - figura No. 17 ) en el Municipio de Puerto Peñasco, a 25 kms. en línea recta al N 25°W de este poblado, en una área de forma -- alargada orientada NW-SE comprendida entre las coordenadas geo gráficas 31°30' -31°40' de Latitud Norte y 113°30'-113°55' de Longitud Oeste.

El clima de la región es desértico con vegetación de desier to arenoso.

La vía del ferrocarril Mexicali-Benjamín Hill atraviesa el área.

De Hermosillo a Puerto Peñasco existen 526 km. de carretera pavimentada que pasa por las ciudades de Santa Ana, Caborca, -- Sonoita, Puerto Peñasco.

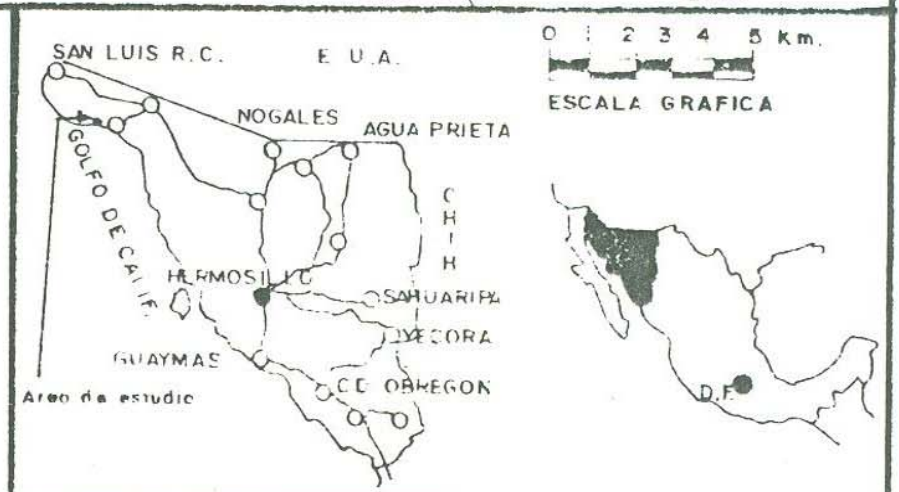
1.2.)- Geología General. (Carbonell y Bustillo, 1978).- La zona con evidencias de carbonato de sodio está totalmente cu - bierto por arena suelta de grano fino y muy fino, color gris - claro con alto porcentaje de cuarzo y en menor proporción orto- clasa y ferromagnesianos formando dunas de hasta 5 mts. de al-- tura.



Tomado de Carbonel y Bustillos, 1978. 113°45'

**EXPLICACION**

- |                  |  |                               |
|------------------|--|-------------------------------|
| CUATER-<br>NARIO |  | Zona con cristales de Trona   |
|                  |  | Zona con eflorescencias       |
|                  |  | Arenas                        |
|                  |  | Dunas de arena                |
|                  |  | Fósiles                       |
|                  |  | Terrenos sujetos a inundación |
|                  |  | Contacto geológico            |
|                  |  | Carretera                     |
|                  |  | Vía férrea                    |
|                  |  | Camino de terracería          |



**UNIVERSIDAD DE SONORA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**GEOLOGIA GENERAL Y LOCALIZACION DE DEPOSITOS DE CARBONATO DE SODIO, EN BAHIA DE ADAIR, MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO.**

ELABORÓ: JUAN RAMÓN GONZÁLEZ S	ESCALA 1:250,000	FECHA FEBRERO-1983
-----------------------------------	---------------------	-----------------------

Al NE y a unos 30 kms. de la zona estudiada se encuentra la Sierra del Pinacate que es de origen volcánico basáltico de posible edad Pleistocénica.

1.3).- Geología Económica.- (Carbonell y Bustillos, 1978). Existen tres zonas con presencia de carbonato de sodio y otras sales. Santa Elena, Santa Catalina y Zona Angelita. En la zona Santa Elena se localiza el depósito de carbonato más importante constituido por agrupamiento de cristales de trona, halita, durkeita, carbonatos sódicos hidratados y silvita contaminados con arenas de cuarzo, plagioclasa y ferromagnesianos: las reservas probables en este cuerpo son del orden de 400,000 toneladas.

Según los análisis químicos el material es apropiado para su aplicación en diferentes industrias.

Existe la posibilidad de volúmenes mas grandes que el mencionado anteriormente.

Las aguas freáticas de la zona Santa Elena y Santa Catalina contienen 9.43% y 8.27 % respectivamente de carbonato de sodio por lo que se les considera como una salmuera, de donde se podrían obtener carbonatos sódicos.

## D I A T O M I T A

Generalidades

a).- Composición Química :  $\text{SiO}_2$

b).- Usos.- como filtro en la separación de sólidos en suspensión en líquidos en las industrias de productos químicos, alimentos, drogas, bebidas, etc. Como rellenedor en las industrias de pinturas, lacas, papel, insecticidas, plásticos, fertilizantes, etc. También tiene otras aplicaciones como absorbente de líquidos, abrasivo suave, fuente de sílice, aislantes térmicos y acústicos, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- Como en la mayoría de los no metálicos, las especificaciones y grados de la diatomita dependen del uso al que se destine. Para usarse como filtro--ayuda, por ejemplo es importante la densidad, también tamaño y distribución de partículas. Particularmente en procesamiento y condicionamiento de alimentos el PH es importante. Existen otras muchas especificaciones y grados.

d).- Materiales competitivos.- La perlita expandida la sustituye en filtración. Como rellenedor en las industrias del --papel y pinturas, recientemente ha sido parcialmente sustituida por arcilla calcinada y talco, sin embargo, la diatomita es superior en muchas aplicaciones.

Geología de la Diatomita

a).- Ocurrencia y Origen.- La mayoría de los depósitos comerciales de diatomita ocurren en sedimentos silíceos de algas - diatomáceas microscópicas y generalmente están muy relacionados

a actividad volcánica, ya que la mayoría presenta contaminación de cenizas volcánicas o se encuentra en contacto con arcillas originadas por la acumulación de cenizas.

b).- Yacimientos importantes de diatomita en el mundo (Ver figura No. 34)

Lugar	País
1.- Ríos Patuxent Rappahannock, Potomac; Bahía Chesapeake;- Lampoc, Calif.	E.U.A.
2.- Massif Central	Francia

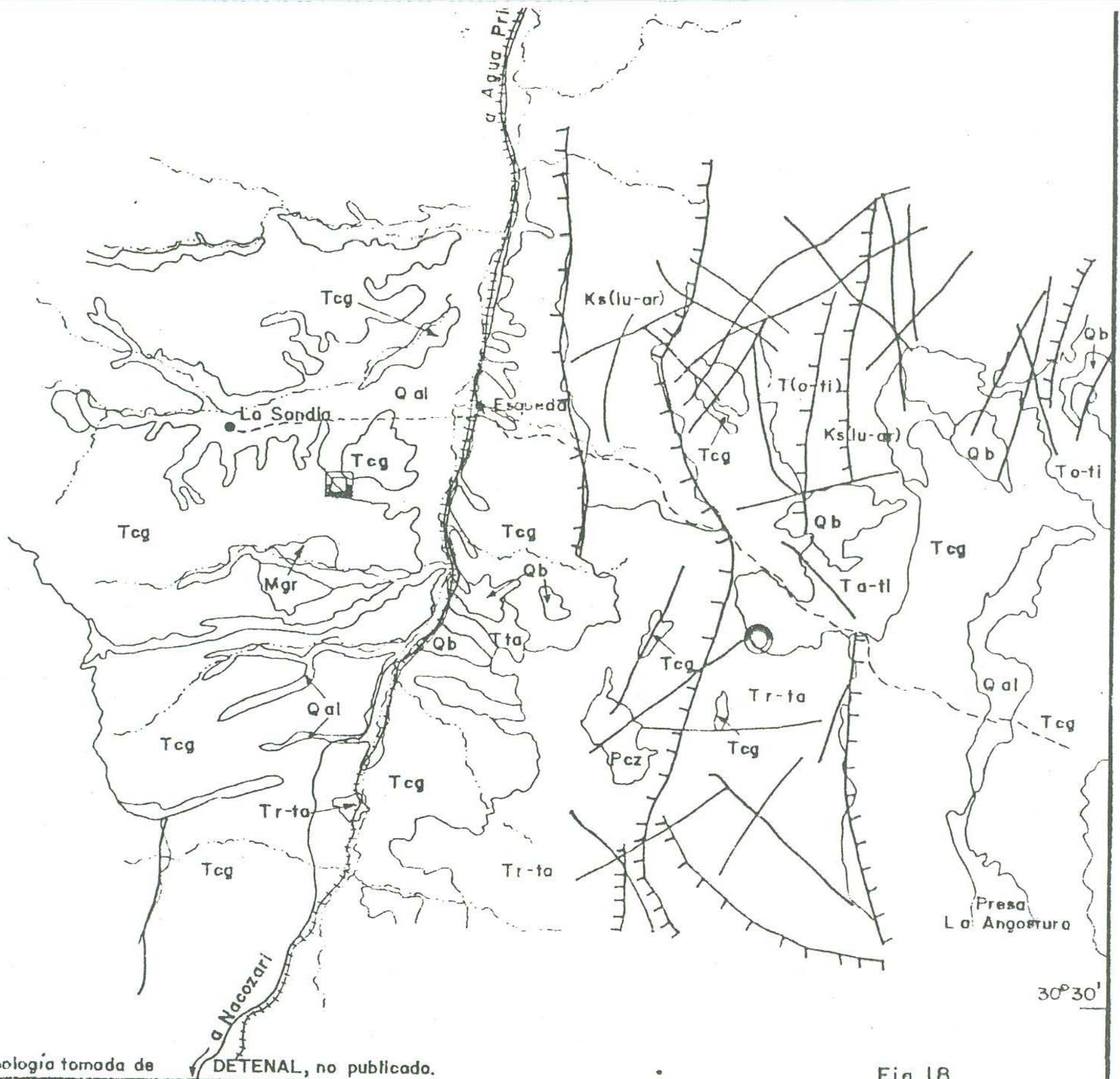
c).- Depósitos importantes de diatomita en la República Mexicana (Ver figura No. 35)

Lugar	Estado
1.- Catarina	Jalisco
2.- Zacapú	Michoacán
3.- Tuxpan	Michoacán
4.- La Blanca	Tlaxcala
5.- Ixtlahuaca	México

#### Depósitos de Diatomita en Sonora

a).- Esqueda (Ver figura No. 18)

a.1).- Generalidades.- Solamente se ha reportado un lugar con afloramientos de diatomita en Sonora y se encuentra en el Municipio de Fronteras al S 68°W y 6 kms. aproximadamente en línea recta de Esqueda, aproximadamente en el cruce de las -- coordenadas geográficas 30°42' Latitud Norte y 109°38' Longitud Oeste, en terrenos ejidales.

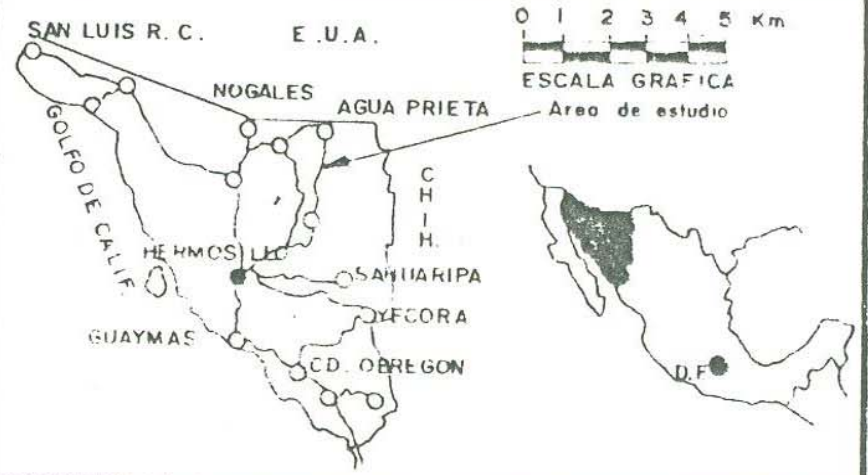


Geología tomada de DETENAL, no publicado.

Fig. 18

**EXPLICACION**

CUATERNARIO	Qal	Aluvión	Via ferrea
	Qb	Basalto	Diatomita
	Tta	Tobas ácidas	Fluorite
	Tr-ta	Riolitas y Tobas ácidas	
TERCIARIO	To-ti	Andésitas y Tobas Intermedias	
	Tcg	Conglomerado	
	Mgr	Roca granítica	
MESOZOICO		Contacto geológico	
		Falla mostrando el bloque hundido	
		Fractura	
		Rio o Arroyo	
		Carretera	
		Camino de herradura	



**UNIVERSIDAD DE SONORA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**GEOLOGIA GENERAL DIATOMITA Y FLUORITA  
EN LA REGION DE ESQUEDA, MUNICIPIO DE  
FRONTERAS.**

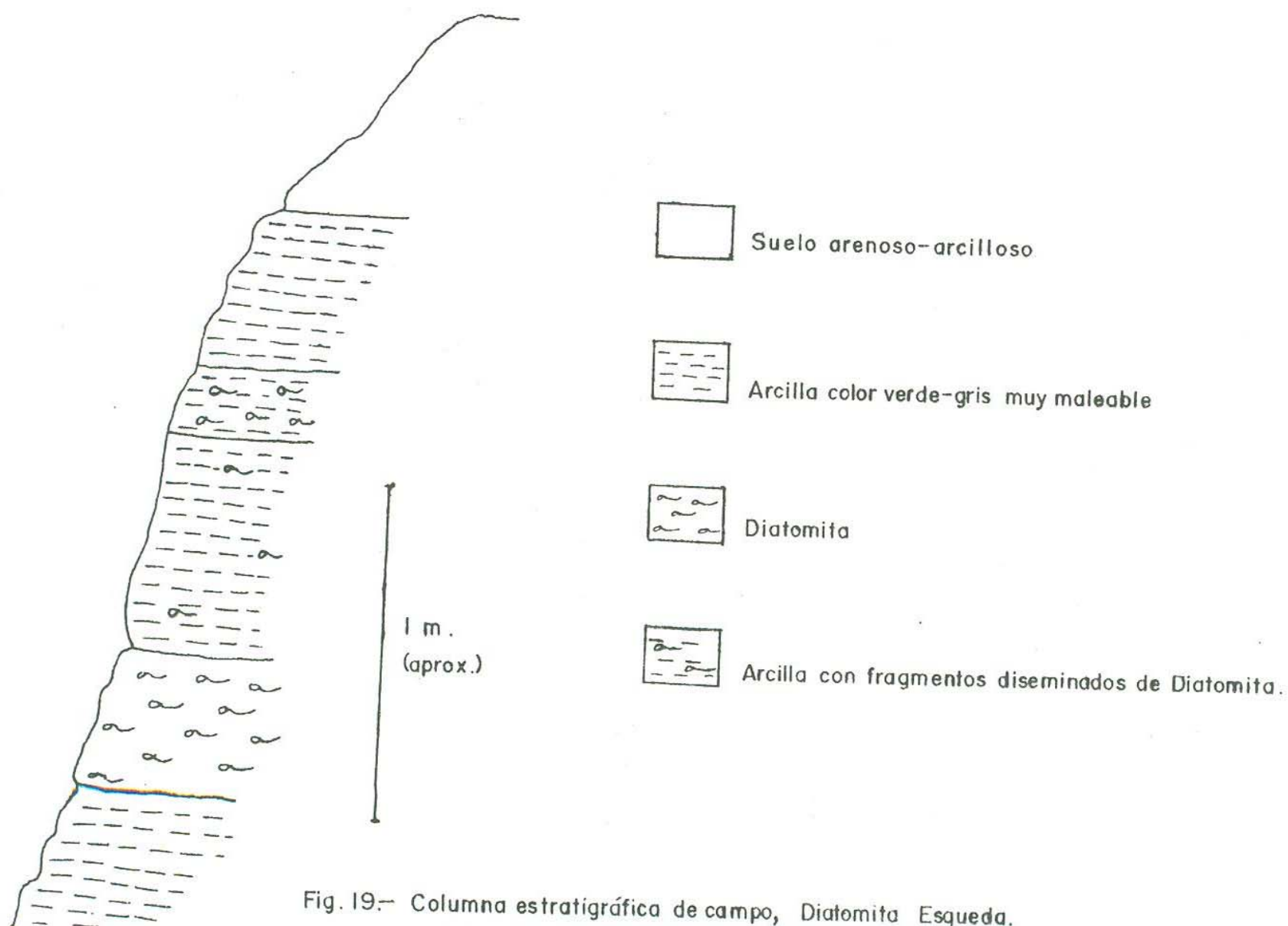
ELABORO:	ESCALA	FECHA
JUAN RAMON GONZALEZ S.	1:250,000	FEBRERO-1983

El clima de la región es semiseco templado con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2%. La vegetación predominante es matorral desértico de hoja pequeña y pastizal natural.

En Esqueda existen líneas de corriente eléctrica y la mayoría de los servicios de comunicaciones así como la vía del ferrocarril que va a Agua Prieta.

a.2).- Geología General.- El manto de diatomitas está entre sedimentos terrígenos cuaternarios a muy poca distancia del suelo. La morfología es lomas cortadas por un drenaje dendrítico muy denso.

a.3).- Geología Económica.- Existen dos mantos horizontales de diatomitas (Ver figura No.19), el mas grande alcanza espesores hasta de 1.50 m. y no se ve su límite inferior.





Es un material sumamente ligero, muy blando de color muy blanco con pequeños cantos de material arcilloso.

Los afloramientos de diatomitas están distribuidos en una área muy pequeña, pero existe la posibilidad de que el manto sea más extenso de lo que alcanza a aflorar.

Un reconocimiento geológico alrededor de los afloramientos es recomendable para precisar el tamaño del cuerpo.

## D O L O M I T A

Generalidades

a).- Composición Química:  $(\text{CO}_3)_2\text{CaMg.CaO}$ , 30.4%;  $\text{MgO}$ , 21.7%  $\text{CO}_2$  47.9%. En la dolomita ordinaria la proporción de  $\text{CO}_3 \text{Mg}$  -  $\text{CO}_3\text{Ca}$  es 1:1 .

b).- Usos.- Fundente en siderurgia, producción de cal rica-en magnesio, elaboración de acondicionadores de suelos y fertilizantes, fuente de magnesio, piedra de construcción, refractario, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- Las especificaciones y grados son variados dependiendo del uso al que se destinará la dolomita.

d).- Materiales competitivos.- El principal competidor es la caliza pero como fundente se prefiere a la dolomita.

Geología de la Dolomita

Se cree que la dolomita es el resultado de la sustitución de calcio por magnesio en calizas. Los depósitos de dolomita casi siempre están en contacto con calizas o graduan a ellas. La geología de las dolomitas es la misma que para las calizas (Ver pag. 13) también se forma dolomita en filones hidrotermales metálicos.

a).- Yacimientos de dolomita en México (Ver figura No. 35)

Lugar	Estado
1.- Monclova	Coahuila
2.- Monterrey	Nuevo León
3.- Quetzalapa	Guerrero

Depósitos de dolomita en Sonora

a).- Hermosillo

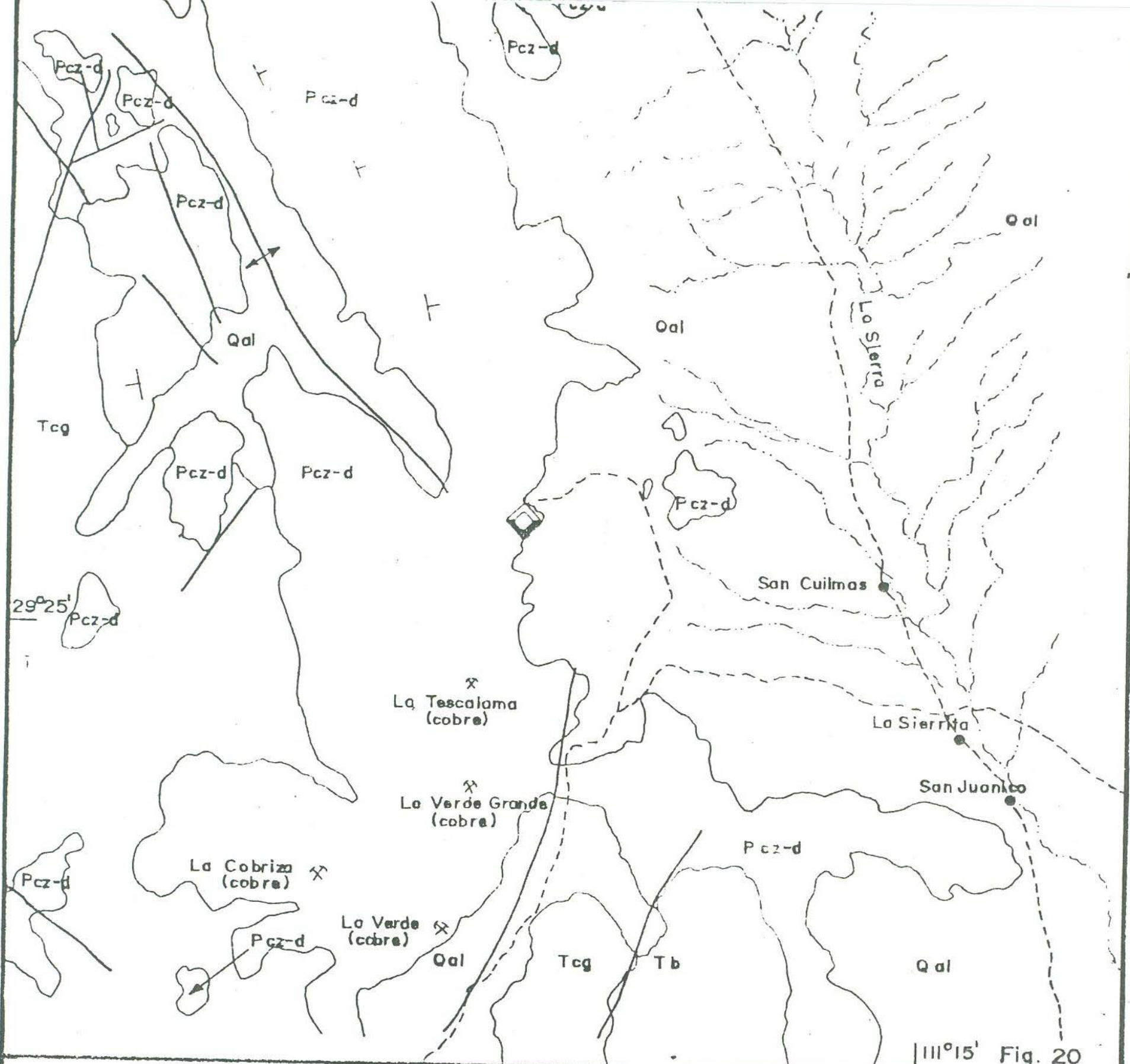
a.1).- Generalidades.- Estos afloramientos de dolomita se localizan 49 kms. al N 40°W en línea recta de Hermosillo (Ver figura No 20), aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas 29°25.5' de Latitud Norte y 111°17' de Longitud - Oeste. Existe camino de terracería hasta el lugar en buenas condiciones todo el año.

Los afloramientos de dolomita (Pérez, 1981) son bancos decimétricos orientados SW. Son dolomías gris oscuro poco recristalizadas sobre las que reposan otras dolomías recristalizadas color amarillo.

Se recomienda un levantamiento topográfico geológico y un muestreo sistemático para conocer la potencialidad del depósito (Pérez, 1981).

b).- Región de Caborca.- Se han reportado importantes cantidades de dolomías al Sur de Caborca.

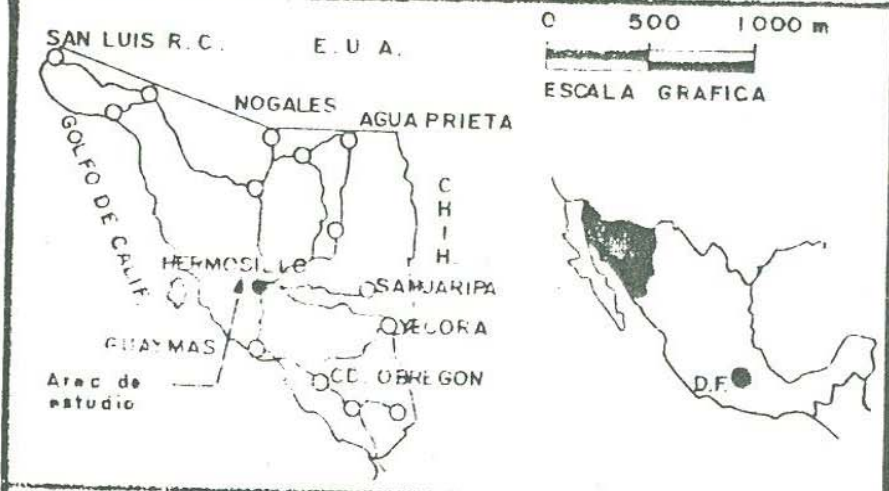
Analizando muestras de distintos lugares podría encontrarse un lugar de interés al menos potencial para explorar por dolomita en esta región.



111°15' Fig. 20

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

CUATERNARIO	Qal	Aluvión
TERCIARIO	Tb	Basalto
	Tcg	Conglomerado
PALEOZOICO	Pcz-d	Calizas y Dolomías
		Contacto geológico
		Falla o Fractura
		Anticlinal
		Camino de ferrocarril
		Rio o Arroyo
		Rumbo y echado fotogeológico
		Mina o Prospecto minero
		Afloramiento de Dolomita



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO FOTOGEOLOGICO DE DOLOMITA AL NE  
 DE HERMOSILLO.

ELABORO: JUAN RAMON GONZALEZ S	ESCALA 1:50,000	FECHA FEBRERO-1983
-----------------------------------	--------------------	-----------------------

## F L U O R I T A

### Generalidades

- a).- Composición Química.-  $F_2Ca$  Ca 51.3%; F 48.7%.
- b).- Usos.- Principalmente como fundente en hornos metalúrgicos. También en la industria cerámica, materia prima para la fabricación de ácido fluorhídrico, en óptica, esmaltes para aceros, etc.
- c).- Especificaciones y Grados.- Existen tres grados principales; Acido con no menos de 97% de fluoruro de calcio, entre 1.0 y 1.5% de  $SiO_2$  y entre 0.03 y 0.1% de azufre y sulfuros y/o azufre libre; cerámico entre 95 y 96% y entre 85 y 90% de  $F_2Ca$ ; metalúrgico, 60 % mínimo de  $F_2Ca$  y no más de 0.3 % de azufre de sulfuros y entre 0.25 y 0.50% de plomo.
- d).- Materiales competitivos.- No existen sustitutos para la fabricación de ácido fluorhídrico y en metalurgia se prefiere a la fluorita sobre otros materiales.

### Geología de la Fluorita

- a).- Ocurrencia y Origen.- La fluorita se presenta como mineral principal en vetas o como ganga asociada con sulfuros. - También como constituyente menor en pegmatitas y rocas ígneas. Los depósitos económicos de fluorita ocurren en fisuras en cualquier tipo de roca; depósitos estratiformes en rocas carbonatadas, reemplazando a rocas carbonatadas a lo largo del contacto con intrusivos ácidos, stockworks y rellenos en zonas de fracturamientos; puntos marginales en carbonatitas y complejos alcalinos; concentraciones residuales provenientes de depósitos

preexistentes, como ganga recuperable en depósitos metálicos, etc.

b).- Principales Yacimientos de fluorita en el mundo (Ver figura No. 34)

Lugar	País
1.- Coahuila	México
San Luis Potosí	"
2.- Transbarkal, Taskkent y Yaroslav	U.R.S.S.
3.- Transvaal	Sudáfrica

c).- Principales Yacimientos de fluorita en la República - Mexicana (Ver figura No. 35)

Distrito Minero	Estado
1.- Encantada-Buonavista	Coahuila
2.- El Tule	"
3.- Paila-San Marcos	"
4.- Río Verde	S.L.P.
5.- Zaragoza	"

Depósitos de Fluorita en Sonora

a).- Agua Prieta (Ver figura No. 7)

a.1).- Generalidades .- Al S 57°E y 14 kms. en línea recta de Agua Prieta a 200 m. al Oeste del camino a Bavispe aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas 31°13' - Latitud Norte y 109°22' Longitud Oeste, se encuentran varias obras dadas sobre una veta de fluorita.

Para llegar al lugar se parte de Agua Prieta rumbo a Bavispe y después de recorrer 24 kms. de terracería en buenas condiciones se llega a la mina San Faustino. Las obras se ven desde el camino.

El clima de la región es seco templado con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10%. La vegetación - corresponde a matorral desértico de hoja pequeña.

a.2).- Geología General.- Las rocas encajonantes de la veta de fluorita son lutitas y areniscas del Cretácico Superior (Atlas Nacional del Medio Físico 1981 S.P.P.). Existen también diques graníticos que cortan a los paquetes de areniscas y lutitas.

a.3).- Geología Económica.- En una de las obras se aprecia un anchura de veta de 80 cm. con ramificaciones. La veta principal sigue un rumbo de N 10°W y echado de 50° al SW. - La mayoría de las obras están inaccesibles.

Existe la posibilidad de lugares donde la veta aun esté virgen o de nuevas vetas.

b).- Mina La Barra

b.1).- Generalidades.- La mina La Barra se trabajó en el pasado obteniéndose fluorita de grado metalúrgico. Se localiza 14 kms. en línea recta al S 50°E de Esqueda aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas 30°08'30" - Latitud N y 109°28'30" Longitud Oeste, dentro del Municipio de Fronteras (Ver figura No. 18 ). Para llegar a la mina La Barra se parte de Esqueda por el camino que va a la Sierra del

Tigre, se pasa por los ranchos Carro Quebrado y Cueva de - Elías. En este último rancho se aparta un camino hacia el - Sur que conduce a las obras de la mina en cuestión, reco - rriéndose en total 25 kms. aproximadamente de camino de te - rracería en malas condiciones en época de lluvias.

El clima del lugar es semiseco templado con lluvias en - verano y precipitación invernal mayor de 10.2%. La vegeta - ción consiste de matorral desértico de hoja pequeña y pas - tizales naturales.

Existía una planta de beneficio en Esqueda y la fluorita se embarcaba por ferrocarril a E.U.A.

b.2).- Geología General.- Las vetas de fluorita están em - plazadas en tobas ácidas del Terciario. Existen en los alre - dedores afloramientos de lutitas y areniscas cretácicas. La mayoría de las obras están inaccesibles y abandonadas. Al - parecer las vetas están agotadas.



## G R A F I T O

Generalidades

a).- Composición Química.-El Grafito puro es solamente carbono.

b).- Usos.- Los principales usos del grafito son: en revestimientos de moldes de fundición para la manufactura de acero; en baterías que deben soportar pequeñas corrientes por largo tiempo; en cojinetes no sujetos a altas temperaturas y presiones; lubricantes, minas para lápices, refractarios, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- Las dos categorías principales de grafito son cristalino y amorfo. Estos términos son solamente comerciales ya que el grafito amorfo es la variedad microcristalina. Los grados para grafito dependen del tamaño de las partículas, contenido de carbono y consolidación.

d).- Materiales competitivos.- Existe el grafito artificial que también se le llama manufacturado, horno eléctrico y sintético, producido a partir de coque de petróleo. El grafito artificial no puede competir con el grafito natural en muchas aplicaciones debido a que no cumple con los grados y especificaciones requeridas. El grafito artificial se utiliza en la fabricación de crisoles especiales.

Geología del Grafito

a).- Origen y Ocurrencia.- El grafito se origina por el calentamiento de materia carbonosa diseminada en la roca encajonante o como constituyente principal de estratos. El grafito de depósitos económicos ocurre diseminado en rocas sedimenta-

rias metamorfizadas, mármoles; en mantos producto del metamorfismo de carbón; en vetas rellenando fracturas y cavidades; - en depósitos de contacto metasomático de rocas sedimentarias-calcareas metamorfizadas.

b).- Principales yacimientos de grafito en el mundo (Ver figura No. 34)

Lugar	País	Ambiente Geológico
1.- Pronvincias de Shung Chong, Puk Do, Kon Shang Puk Co y Kang Won Do.	Corea	Lentes de carbón metamorfizados
2.- Región de San José de Moradillas en el Estado de Sonora	México	Mantos de carbón metamorfizados
3.- Regiones de Styriay Lower Austria	Austria	Lentes y estratos de esquistos
4.- A lo largo de la Costa E, cerca de Tomatere, en la región central cerca de Tanarive y en el S entre Betroka y Bekiky	Madagascar	Esquistos y gneisses altamente metamorfizados
5.- Distrito de Passau (Bavaria)	Alemania Federal	Estratos en esquistos gneisses metamorfizados

c).- Depósitos de grafito en México.- La principal zona grafitera de la República Mexicana es en la región de San José de Moradillas en Sonora. Existen otros yacimientos en la región de Alamos, Sonora y en el Estado de Oaxaca. (Ver figura No. 35)

## Depósitos de Grafito en Sonora

### a).- Región de San José de Moradillas

a.1).- Generalidades.- El Distrito minero de San José de Moradillas se encuentra aproximadamente 70 kms. en línea recta al SE de Hermosillo; entre las coordenadas geográficas  $28^{\circ}34'$  -  $28^{\circ}38'$  de Latitud Norte y  $110^{\circ}28'$  -  $110^{\circ}32'$  de Longitud Oeste. El clima de la región es seco semicálido con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10%. La vegetación es arbustos de tallos carnosos, gruesos frecuentemente retorcidos.

La zona minera de San José de Moradillas cuenta con la infraestructura y reservas que hacen económicos estos yacimientos, así, casi la totalidad de la producción se exporta por ferrocarril a los E.U.A.

Las minas mas importantes de esta zona son: Lourdes, Cobalmar, Moradillas, existiendo otras de menor importancia en la zona y sus alrededores (Ver figura No. 21)

a.2).- Geología General.- En la región de San José de Moradillas aflora la Formación Barranca (Tr-Jr?) y consiste de cuarcitas, matareniscas, metaconglomerados, argilítas, metalimolitas y mantos de grafito. Aflora también un intrusivo diorítico del Cretácico Temprano, así como rocas carbonatadas y clásticas plegadas del Paleozoico sobre las cuales se encuentra en discordancia la Formación Barranca (Abadie, 1981).

El intrusivo cretácico produjo el calor para convertir a grafito los mantos de carbón. Aunque la mayoría del grafito se encuentra en mantos también existen cuerpos discordantes con-

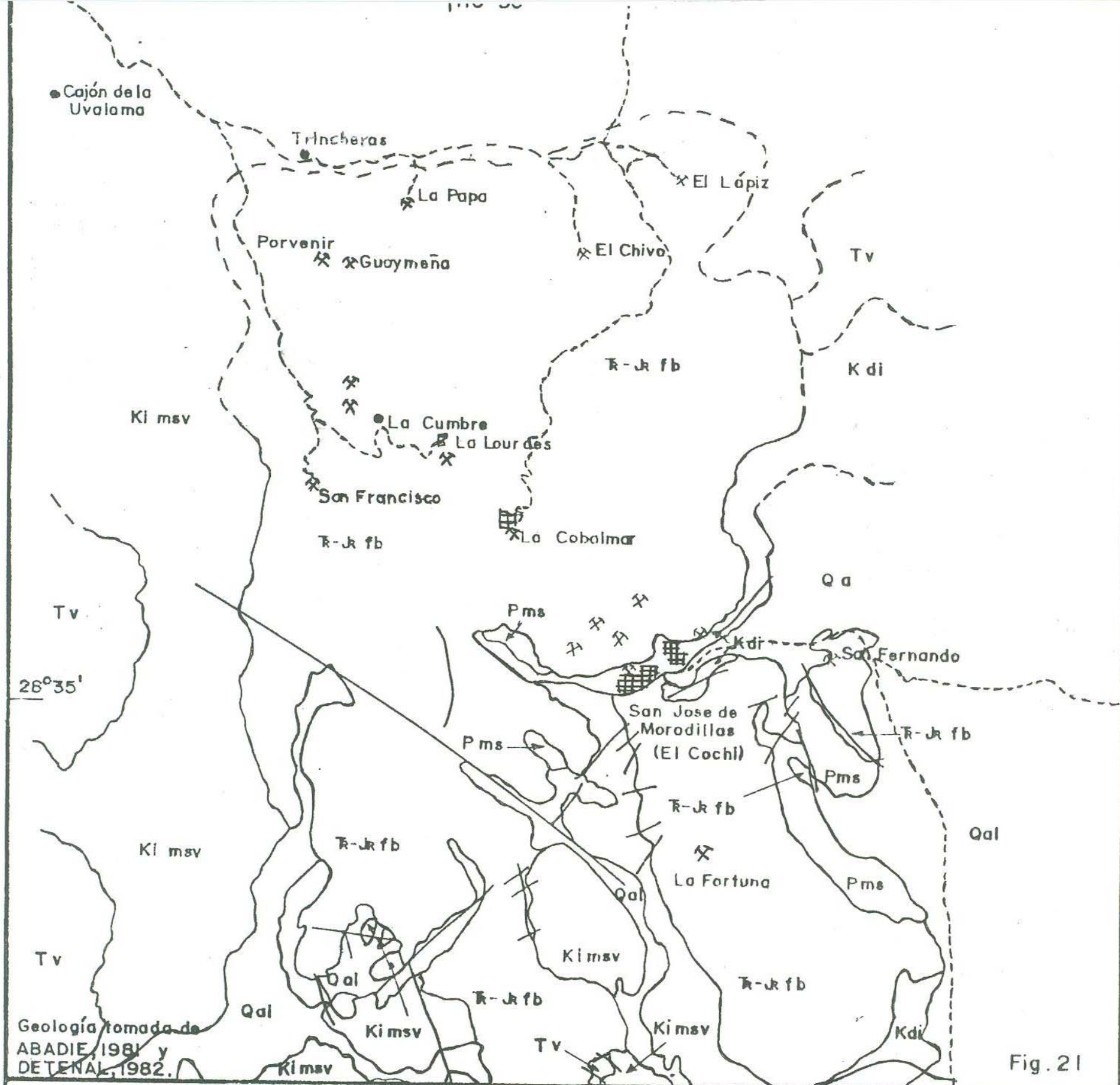
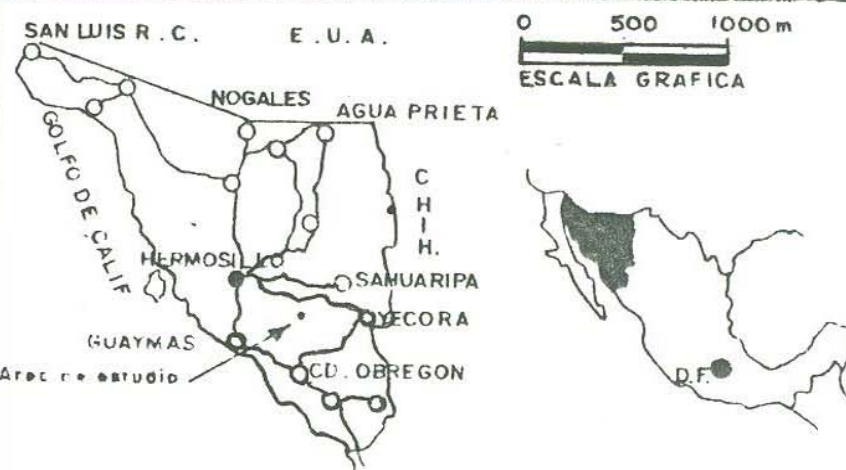


Fig. 21

**EXPLICACION**

- |                              |               |                                 |
|------------------------------|---------------|---------------------------------|
| <b>CUATERNARIO</b>           | <b>Qal</b>    | Aluvión                         |
| <b>TERCIARIO</b>             | <b>Tv</b>     | Volcánicas                      |
| <b>CRETACICO</b>             | <b>Kdi</b>    | Intrusivo ácido                 |
|                              | <b>Kismv</b>  | Metosedimentos y Metavolcánicos |
| <b>TRIASICO<br/>JURASICO</b> | <b>R-J fb</b> | Formación Barranca              |
| <b>PALEOZOICO</b>            | <b>Pms</b>    | Metosedimentos                  |

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | Contacto geológico          |
|  | Contacto geológico inferido |
|  | Falla o Fractura            |
|  | Camino de terracería        |
|  | Mina o prospecto de Grafito |
|  | Poblado                     |



**UNIVERSIDAD DE SONORA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**PLANO GEOLOGICO GENERAL REGION GRAFITERA  
DE SAN JOSE DE MORADILLAS, MUNICIPIO LA  
COLORADA.**

<b>ELABORO:</b> JUAN RAMON GONZALEZ S	<b>ESCALA</b> 1:50,000	<b>FECHA</b> FEBRERO-1983
--	---------------------------	------------------------------

la estratificación, que fueron inyectadas en fisuras y dieron lugar a depósitos en forma de vetas.

En cuanto a la estructura existen pliegues con ejes orientados NW-SE y varios sistemas de fallas, el principal con dirección NE-SW.

Cubriendo la Formación Barranca y en algunas partes en discordancia con el intrusivo, se encuentran rocas volcánicas andesíticas y riolíticas del Terciario Temprano (Abadie, 1981).

b).- Centro Sur y Centro Este del Estado. Al E de la región de San José de Moradillas y en la región de Tónichi existen manifestaciones de grafito siendo las más interesantes (Windt Santillanez y Montes, 1979, no publicado) las siguientes: Las Canoas-El Nacar-LaNeca, 13 kms. al S de San José de Moradillas; El Tuquizón, 6-8 kms. al SE de Moradillas; Los Graseros, 10 kms. al N de San Javier; Potrero de Flores, 9 kms. al W-SW de Tónichi; La Igualama-La Victoria, al SE de Tónichi; El Jacobito en las cercanías de La Igualama.

c).- Región de Alamos.- Otra de las zonas importantes de grafito en Sonora es la región de Alamos, donde también afloran rocas de la Formación Barranca.

Las minas de grafito se encuentran al N-NE de la ciudad de Alamos, aproximadamente entre los paralelos  $27^{\circ}21'$  y  $27^{\circ}35'$  de Latitud Norte y los meridianos  $108^{\circ}51'$  y  $109^{\circ}10'$  de Longitud Este (Pérez, 1979, no publicado). Las zonas de más interés son Topiyeca (Dora Celia) y el lote El Prieto.

d).- Al SE de Hermosillo, 16 kms. en línea recta al S  $10^{\circ}$ E de la ciudad de Hermosillo, cerca de la carretera Hermosillo-Guáymas aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas

ficas  $28^{\circ}56'10''$  Latitud Norte y  $110^{\circ}56'30''$  Longitud Oeste, existen evidencias de grafito. La Formación Barranca se encuentra como colgantes sobre un intrusivo granítico. El grafito existente tiene mucha materia carbonosa. El lote visitado (Mónica) no tiene interés económico por el poco espesor de los colgantes y la cercanía del intrusivo.

## H A L I T A

Generalidades

- a).- Composición.- NaCl. Na 39.34%; Cl<sub>2</sub> 60.66% .
- b).- Usos.- Se utiliza para la fabricación de sosa cáustica, cloro, sodio metálico, como condimento, conservador, procesamiento de alimentos, procesos metalúrgicos, productos químicos, diversos y muchísimos otros usos.
- c).- Especificaciones y Grados.- Las especificaciones están dadas atendiendo a finura y grosor de cristales, así como el control de impurezas como fragmentos de roca o contenido de otros minerales.
- d).- Materiales competitivos.- Un gran número de productos compiten con la sal en sus variadas aplicaciones, pero se le prefiere sobre éstas por su bajo costo.

Geología de la Halita

a).- Ocurrencia y Origen.- La halita ocurre en la naturaleza, tanto en solución como en estado sólido. En solución se encuentra en los océanos, lagos y en las aguas subterráneas. En estado sólido se le encuentra en lagos de playa, depósitos estratificados y domos de sal o diapiros. La sal se explota en salinas artificiales o naturales que consisten en extensiones someras, las cuales son invadidas por el agua de mar y después sometidas a secamiento solar lo que ocasiona la precipitación de la halita junto con otras sales. Esto especialmente en países costeros áridos.

La sal se explota también por métodos subterráneos en depósitos estratificados antiguos. También se explota por métodos de disolución, bombeos y secado de salmueras.

La halita así como otras sales se forma por precipitación química en aguas saturadas por el acarreo de materiales provenientes de los terrenos que drenan estas aguas antes de caer al lugar de formación de dichas sales.

b).- Yacimientos de Halita en el mundo.- Muchos yacimientos de sal y salinas de acción solar se encuentran distribuidas por todo el mundo; algunos de los mas importantes son los siguientes: ( Ver figura No. 34)

L u g a r	P a í s	Tipo de Yacimiento
1.- En el NE y Golfo de México	E.U.A.	En lagos salinos y por evaporación solar
2.- Manchuria, Kwangei	China	Sal solar y salmueras naturales
3.- Keuper	Alemania-Federal	Depósitos estratificados

c).- Depósitos y yacimientos de Halita en la República Mexicana: ( Ver figura No. 35)

L u g a r	Estado	Tipo de Sal
1.- Guerrero Negro	B.C.S.	Sal solar
2.- Coatzacoalcos	Veracruz	Domos y anticlinales
3.- Cerca de Monterrey	Nuevo León	?
4.- Lago de Texcoco	México	Lago salino

d).-Salinas en el Estado de Sonora

a).- Yavaros \*

b).- Paredón Colorado

c).- Bahía Kino \*

\* Actualmente en operación



## M A R M O L

Generalidades

a).- Composición.- La ASTM (American Society for Testing and Materials) reconoce variedades químicas como mármol de calcita, mármol de dolomita y mármol de magnesita. Sin embargo desde el punto de vista comercial estos términos tienen poca importancia.

b).- Usos.- Principalmente como piedra ornamental en arquitectura, en escultura y la pedacería se utiliza para fabricar el mármol artificial.

c).- Especificaciones y Grados.- Desde el punto de vista comercial el mármol es una roca cristalina compuesta predominantemente por calcita, dolomita o serpentina que es capaz de adquirir un buen pulido. Así el mármol comercial abarca los verdaderos mármoles en el sentido geológico, calizas cristalinas, travertinos y serpentinas. Onix (desde el punto de vista comercial) es una caliza cristalina densa bandeada.

Siendo el mármol una roca ornamental, las especificaciones dependen de propiedades físicas como color, finura, textura, etc. todo esto determinado por el gusto de cada consumidor para cada tipo de mármol.

d).- Materiales competitivos.- Sus competidores en arquitectura son otras rocas como tobas, granitos, etc.

Geología del Mármol

a).- Ocurrencia y Origen.- Ocurren mármoles en casi toda la escala del tiempo geológico, en cualquier parte del mundo donde

existan rocas carbonatadas metamorfizadas, generalmente por rocas intrusivas.

b).- Yacimientos de mármol en el mundo.- El principal yacimiento en el mundo es el famoso mármol de Carrara al Norte de Italia. ( Ver figura No. 34)

c).- Yacimientos de mármol en México.- Existen yacimientos importantes de mármol en los Estados de Puebla, San Luis Potosí, Baja California, Oaxaca, Queretaro, Hidalgo y Nuevo León. ( Ver figura No. 35)

#### Depósitos de Mármol en Sonora

a).- El Novillo

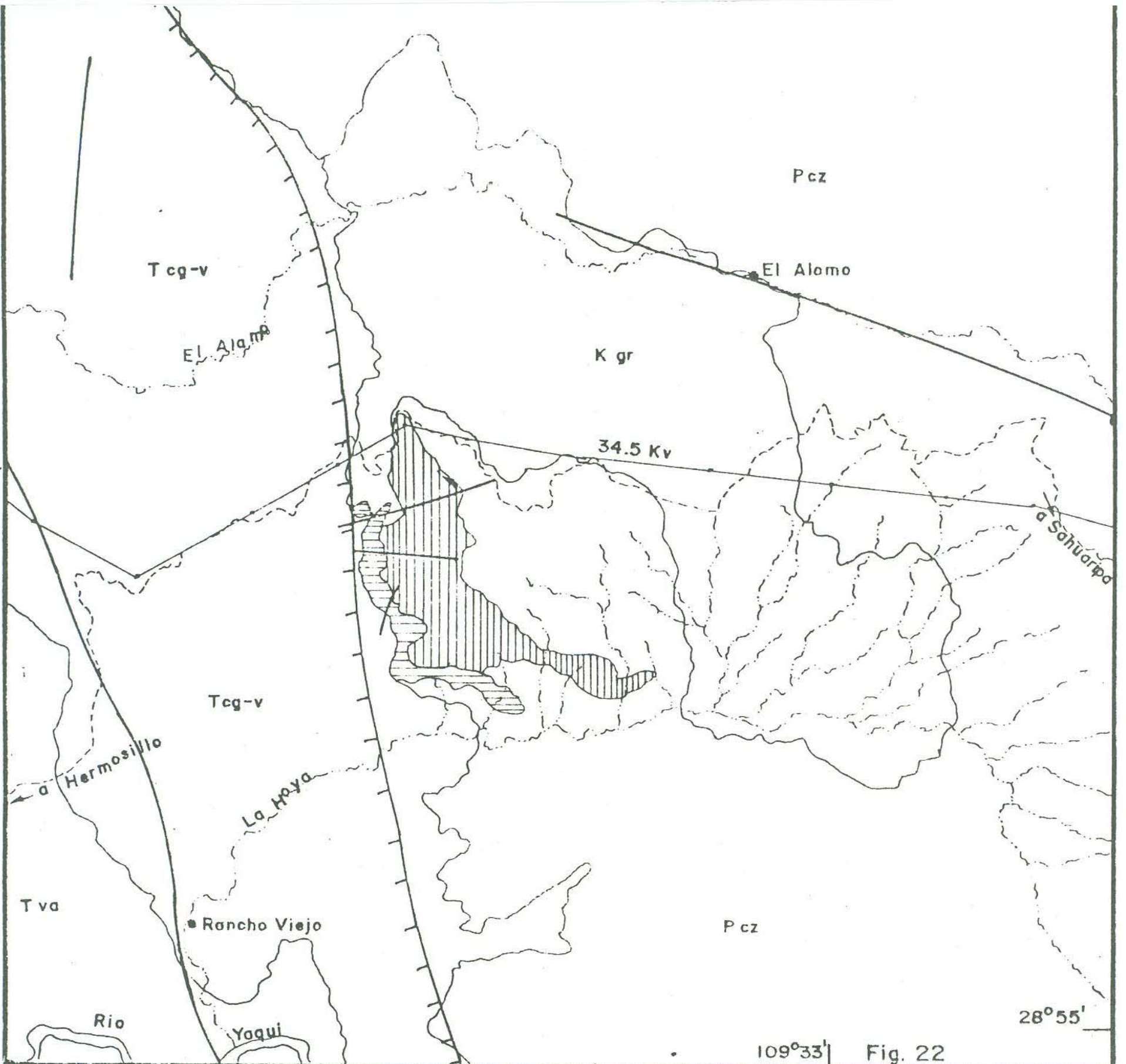
a.1).- Generalidades.- (Ver el apartado Sílice El Novillo, en la página 69)

a.2).- Geología General.- (Ver apartado a.2 página 70 )  
(Ver figura No. 22)

a.3).- Geología Económica.- Estos mármoles son cortados por el camino El Novillo-Bacanora aproximadamente a 1 km. del puente del Río Yaqui, son estratos muy potentes con intercalaciones de rocas corneanas silíceas y metareniscas. En algunos lugares contiene nódulos de pedernal y a veces es atravesado por diques andesíticos.

Se pueden ver mármoles con colores que varían del gris oscuro al blanco tanto de cristalización fina como gruesa. En ocasiones existen bandeamientos grises y blancos alternados que le dan buen aspecto.

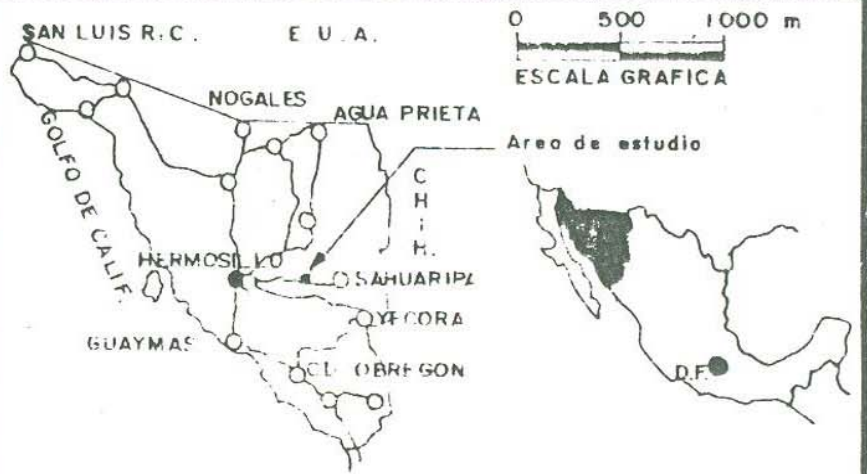
Como componente secundario del mármol existen otros minerales como wollastonita y pirita.



109°33' Fig. 22

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

- |            |                         |   |
|------------|-------------------------|---|
| TERCIARIO  | Tcg-v                   | Conglomerado y Volcánicas indiferenciadas |
|            | T va                    | Volcánicas ácidas                         |
| CRETACICO  | Kgr                     | Intrusivo granítico                       |
| PALEOZOICO | Pcz                     | Calizas                                   |
|            | [Horizontal lines]      | Afloramiento de Sílice                    |
|            | [Vertical lines]        | Marmoles y hornfels                       |
|            | [Wavy line]             | Contacto geológico                        |
|            | [Troughed line]         | Falla mostrando el bloque hundido         |
|            | [Straight line]         | Falla o Fractura                          |
|            | [Dashed line]           | Camino de terracería                      |
|            | [Dotted line]           | Rio o Arroyo                              |
|            | [Line with cross-ticks] | Línea de corriente eléctrica              |



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO FOTOGEOLÓGICO MARMOL Y SILICE EL  
 NOVILLO, MUNICIPIO DE BACANORA.

ELABORÓ: JUAN RAMÓN GONZÁLEZ S.	ESCALA 1:50,000	FECHA FEBRERO-1963
------------------------------------	--------------------	-----------------------

Se recomienda un levantamiento geológico para determinar, - zonas de mármol que cumpla con los requisitos de belleza y pu lido y un muestreo para hacer mosaicos de prueba. Estos mosai cos podrían mostrarse a personas relacionadas con la construc ción para ver si tendrían aceptación en el mercado.

En Sonora existen muchas zonas de rocas carbonatadas intru sionadas por rocas graníticas, todos estos lugares son depósi tos potenciales de mármol. En la región de Caborca existe la posibilidad de encontrar mármoles dolomíticos, así como el NW de Hermosillo (Sierra de López y alrededores). En Hermosillo mismo en los cerros de La Campana y el Palo Verde.

## M I C A

Generalidades

Geológicamente existen varios minerales denominados micas, pero comercialmente la muscovita y la flogopita son las de mayor interés.

a).- Composición Química.- Muscovita,  $KAl_2 (AlSi_3O_{10})(OH)_2$   
flogopita  $(AlSi_3O_{10}) KMg_3 (OH)_2$ ; con sustituciones de otros elementos en ambos minerales.

b).- Usos.- Al ser la mica un aislante termico y eléctrico tiene varias aplicaciones en electrónica, equipo de calefacción, diafragmas de equipo para exhalar oxígeno, también se utiliza para fabricar láminas 1/4 de onda para instrumentos ópticos, alambres de platino usados en termostatos, ventanas de estufas, diafragmas de fonógrafos, etc. En algunos de estos usos la mica ha sido sustituida por otros materiales.

c).- Especificaciones y Grados.- Existen varias especificaciones según el uso a que se destine, pero se usa principalmente en bruto y manufacturada, en hojas pequeñas, astillas o pedacería.

d).- Materiales competitivos.- Existe la mica sintética que la sustituye en algunas aplicaciones, sin embargo en la industria eléctrica y electrónica no tiene sustituto satisfactorio.

Geología de la Mica

a).- Ocurrencia y Origen.- La muscovita es un mineral muy común en rocas ígneas como granitos y en pegmatitas, también es constituyente principal de rocas metamórficas como esquis-

tos. La flogopita es un producto de metamorfismo de calizas magnésicas o mármoles dolomíticos, rara vez se encuentra en rocas ígneas.

b).- Principales yacimientos de mica en el mundo (Ver figura No. 34)

Lugar	País	Mica
1.- Rajasthan	India	Muscovita
2.- Lake Baskal y Sayan	U.R.S.S.	Muscovita
3.- Sludynaka	U.R.S.S.	Flogopita

c).- Depósito de Mica en México. Existen depósitos importantes de mica en los Estados de Oaxaca, Guerrero y Baja California.

#### Depósitos de Mica en Sonora

a).- Bacanora

a.1).- Generalidades.- Este depósito de mica se localiza 9 kms. en línea recta al S 80°W de Bacanora, aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas 28°58' de Latitud Norte y 109°29' de Longitud Oeste (Ver figura No. 23)

El clima del lugar es semiseco semicálido con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2%. La vegetación es de árboles de tallo carnoso de hojas caducas.

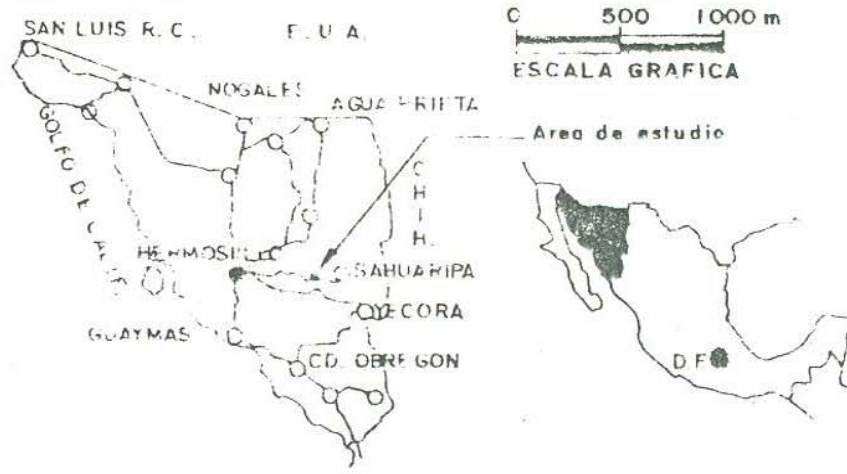
A 2.5 kms. del depósito pasa una línea de corriente eléctrica de 34.5 KV y existen nacimientos de agua en los alrededores.



Fig. 23

**EXPLICACION**

- CRETACICO Kgr Intrusivo granítico con pequeños coigantes aislados de caliza metamorfozadas
- PALEOZOICO Pcz Calizas y mármoles
- Contacto geológico
- Fallo o Fractura
- Camino de ferrocarril
- Línea de corriente eléctrica
- Depósito de micas



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

FOTOGEOLOGIA DEPOSITO DE MICAS EN EL MUNICIPIO DE BACANORA.

ELABORADO JUAN RAMON GONZALEZ S	ESCALA 1:50,000	FECHA FEBRERO-1983
------------------------------------	--------------------	-----------------------

Para llegar al depósito de mica se parte de Hermosillo por la carretera a El Novillo (154 kms.), después se recorren -- 30 kms. de terracería aproximadamente y se desvía un camino hacia el NW que va a los ranchos La Huerta y Las Guásimas, - despues de 2 kms. por este camino se aparta otro (intransitable) que conduce al lugar después de recorrer 1 km. aproximadamente.

a.2).- Geología General.- Las rocas predominantes en el lugar son calizas paleozóicas intrusionadas por una roca granítica del Cretácico.

a.3).- Geología Económica.- La roca encajonante del depósito de mica es una roca granítica. Existe un tajo de 15 m. de largo por 7 de ancho y 5 de alto sobre un afloramiento de muscovita con intercalaciones de calcita. Es de forma irregular, la parte superior del depósito de mica esta coronada por concentraciones de calcita muy pura. Los cristales de muscovitavan desde 6 cm. hasta menos de un milímetro, existen en algunos sitios cristales de cuarzo alargados muy bien formados y tambien pequeñas cantidades de epidota y granate. Al parecer se trata de un depósito de contacto. Es recomendable una investigación de mercado para poder hacer una evaluación del depósito.



## P E R L I T A

Generalidades

a).- Composición Química.-  $\text{SiO}_2$  combinado con moléculas de agua y pequeñas cantidades de alúmina y otros óxidos.

b).- Usos.- Agregado en concretos ligeros, como aislante térmico y acústico, filtros auxiliares, acondicionamiento de suelos para horticultura, fertilizantes livianos, absorbente de aceites y grasas, filtración de agua industrial, refinación de azúcar, catalizador en reacciones químicas, limpiador de aire, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- Para todos sus usos la perlita requiere expansibilidad. La ASTM especifica que el agregado de perlita utilizada en emplastes no tendrá densidad menor de 7.5 ni mayor de 15 libras por pie cuadrado y que la graduación del material estará entre ciertos límites. Para usarse en agregados aislantes de concreto la densidad no será menor de 7.5 ni mayor de 12.7 libras por pie cuadrado, y la graduación de la perlita para horticultura deberá estar entre ciertos límites, la densidad de la perlita no deberá ser menor de 5.0 libras por pie cuadrado ni mayor de 8.0 libras por pie cuadrado. El valor del PH no deberá ser menor de 6.0 ni mayor de 8.0

d).- Materiales competitivos.- En algunos de sus usos puede ser sustituida por vermiculita, arena de sílice, diatomita, etc.

## Geología de la Perlita

a).- Ocurrencia y Origen.- La perlita es un vidrio volcánico riolítico aunque también las hay de composición dacítica o andesítica. El contenido de agua varía entre 2 y 5%. Son raros los depósitos de perlita más antiguos que el Terciario. Comunmente contiene impurezas como fenocristales de cuarzo, feldespatos, biotita y hornblenda, etc. La teoría más aceptada de la formación de la perlita es que se origina por la hidratación de obsidiana u otro vidrio volcánico.

b).- Yacimientos de perlita en el mundo (Ver figura No. 34)

Lugar	País
1.- Arizona Nuevo México, Nevada, California, - Utah, Colorado, Idaho	E.U.A.
2.- Kos y Milos	Grecia
3.- Mukkor-tala, Aragats, Armenia	U.R.S.S.

c).- Yacimientos de perlita en la República Mexicana (Ver figura No. 35)

El principal yacimiento de perlita que se explota actualmente se encuentra en Oriental, Puebla. Existen otros depósitos importantes en Jalisco y Sonora.

### Depósitos de Perlita en Sonora

a).- Guaymas

a.1).- Generalidades.- Estos afloramientos de perlita se encuentran distribuidos en un área de 36 kms. cuadrados apro

ximadamente, 23 kms. al Norte del Puerto de Guaymas, entre las coordenadas geográficas  $110^{\circ}50'$  -  $110^{\circ}55'$  y  $28^{\circ}04'$  - -  $28^{\circ}08'$  (Ver figura No. 24)

El clima de la región es muy seco semicálido con lluvias en verano y precipitación invernal entre 5 y 10.2%. La vegetación dominante es de arbustos de tallos carnosos, gruesos retorcidos.

Existe una línea de corriente eléctrica de 230 KV a 6 kms. de donde se encuentra la mayor parte de los afloramientos y el agua es escasa en toda la región.

La carretera México 15 se encuentra a 7 kms. de los afloramientos y la vía del ferrocarril a 10 kms. aproximadamente.

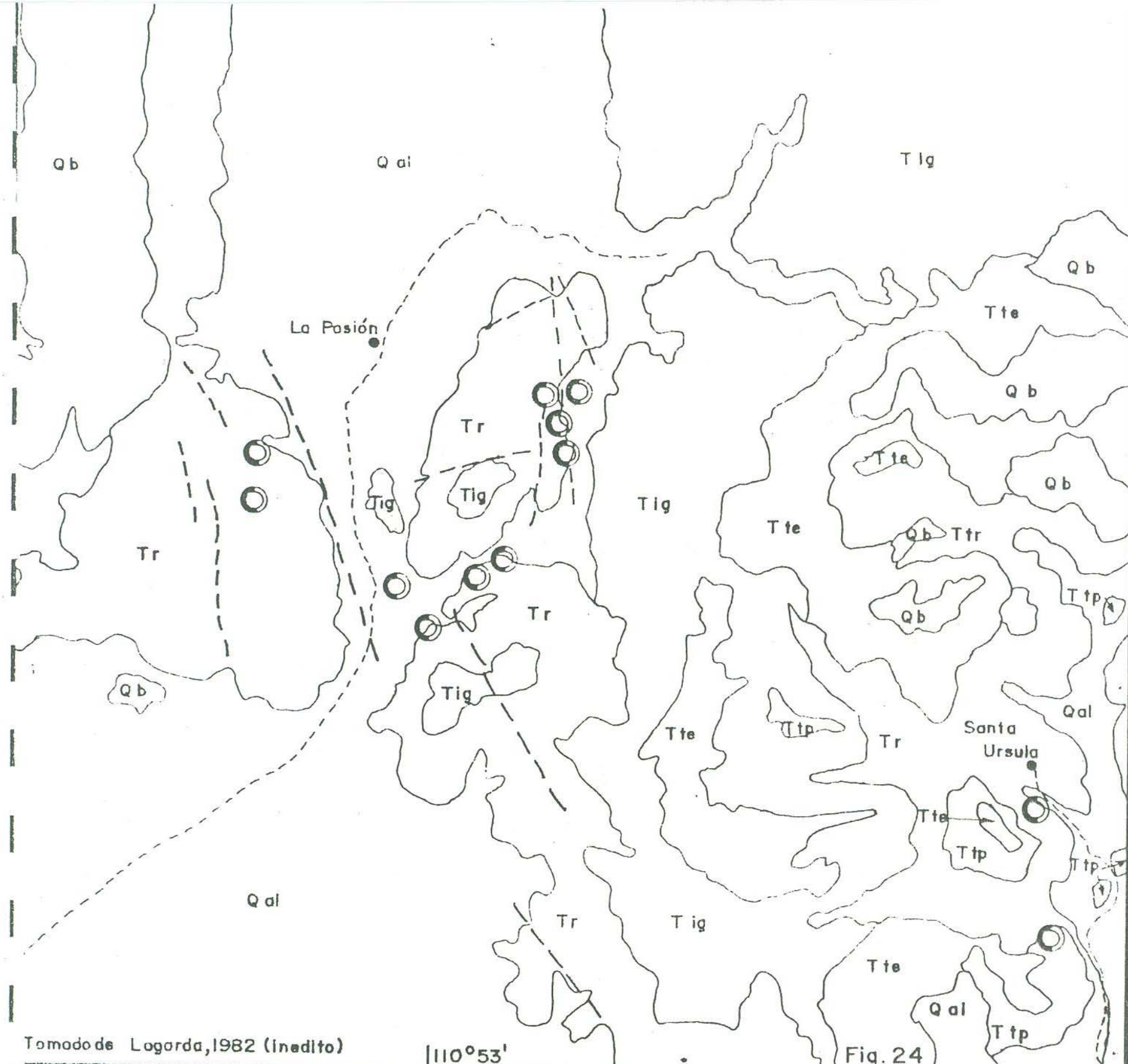
En el Puerto de Guaymas y Empalme existen todos los medios de comunicación y transporte.

a.2).- Geología General.- En el área de afloramientos de perlita predominan las rocas volcánicas ácidas del Terciario y existen también basaltos cuaternarios.

a.3).- Geología Económica.- Actualmente la Dirección de Minería, Geología y Energéticos, realiza una evaluación de los afloramientos de perlita. Mediante esta evaluación se conocerá la potencialidad económica de estos depósitos.

b).- Banámichi

b.1).- Generalidades.- Este depósito se localiza al N  $13^{\circ}W$  y 5.5 kms. en línea recta de Banámichi, aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas  $30^{\circ}35'$  de Latitud --



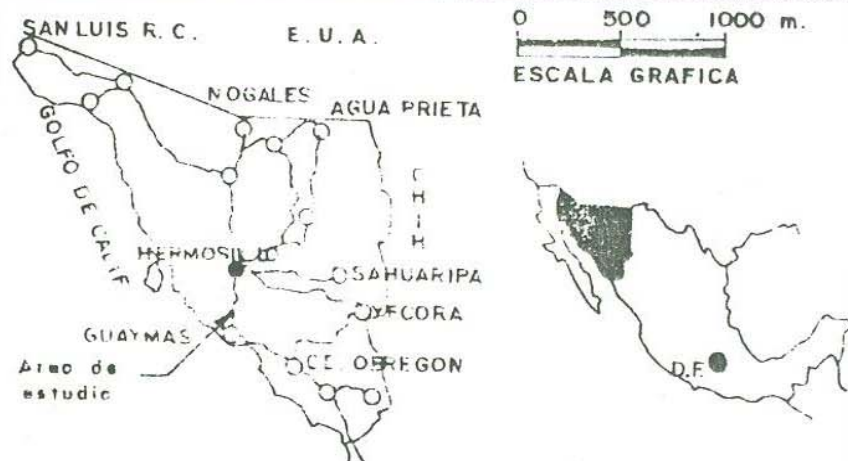
Tomado de Logarda, 1982 (Inédito)

110°53'

Fig. 24

**EXPLICACION**

- |                  |     |                               |
|------------------|-----|-------------------------------|
| CUATER-<br>NARIO | Qal | Aluvión                       |
|                  | Qb  | Basaltos                      |
| TERCIARIO        | Tgr | Granito Subvolcánico          |
|                  | Tte | Toba estratificada no soldada |
|                  | Ttp | Toba piroclástica soldada     |
|                  | Tig | Ignimbritos                   |
|                  | Tr  | Riolitos                      |
|                  |     | Contacto geológico            |
|                  |     | Falla inferida                |
|                  |     | Camino de terracería          |
|                  |     | Afloramiento de Perlita       |



**UNIVERSIDAD DE SONORA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**GEOLOGIA GENERAL Y LOCALIZACION DE PRINCIPALES AFLORAMIENTOS DE PERLITA AL NORTE DE GUAYMAS.**

ELABORO JUAN RAMON GONZALEZ S	ESCALA 1:50,000	FECHA FEBRERO-1983
----------------------------------	--------------------	-----------------------

Norte y  $110^{\circ}14'$  de Longitud Oeste. Para llegar al afloramiento principal se parte de Hermosillo por la carretera a Mazocahui y de aquí se toma la desviación a Baviácora hasta llegar al poblado de Banámichi, después de recorrer 6 kms. aproximadamente de este último lugar hacia Sinoquipe se llega al puente sobre el arroyo Matepori, afluente del Río Sonora, el afloramiento se encuentra a 10 m. al W de dicho puente (Ver figura No. 25)

El clima del lugar es seco semicálido con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2%, la vegetación consiste de matorral subtropical espinoso y mezquitales.

Una línea de corriente eléctrica pasa sobre el depósito de perlita.

En Banámichi existe servicio de correo y radio y hay pista de aterrizaje para avionetas.

b.2).- Geología General.- El depósito de perlita está encajonado en un conglomerado arenoso del Terciario (Formación Báucarit).

b.3).- Geología Económica.- Existen afloramientos de perlita distribuidos en una distancia de 1 km. aproximadamente siguiendo un rumbo NW-SE. La base del paquete de perlita es una brecha con matriz perlítica y con cantos de pómez, no se ve su límite inferior. Sobre esta brecha se encuentra un paquete de perlita masiva color gris claro con notables marcas de fluidez y arriba de ella una zona de transición a un conglomerado arenoso (Formación Báucarit) que cubre a la perlita. Tomando en cuenta la brecha mencionada y la perlita que la cubre, alcanzan un

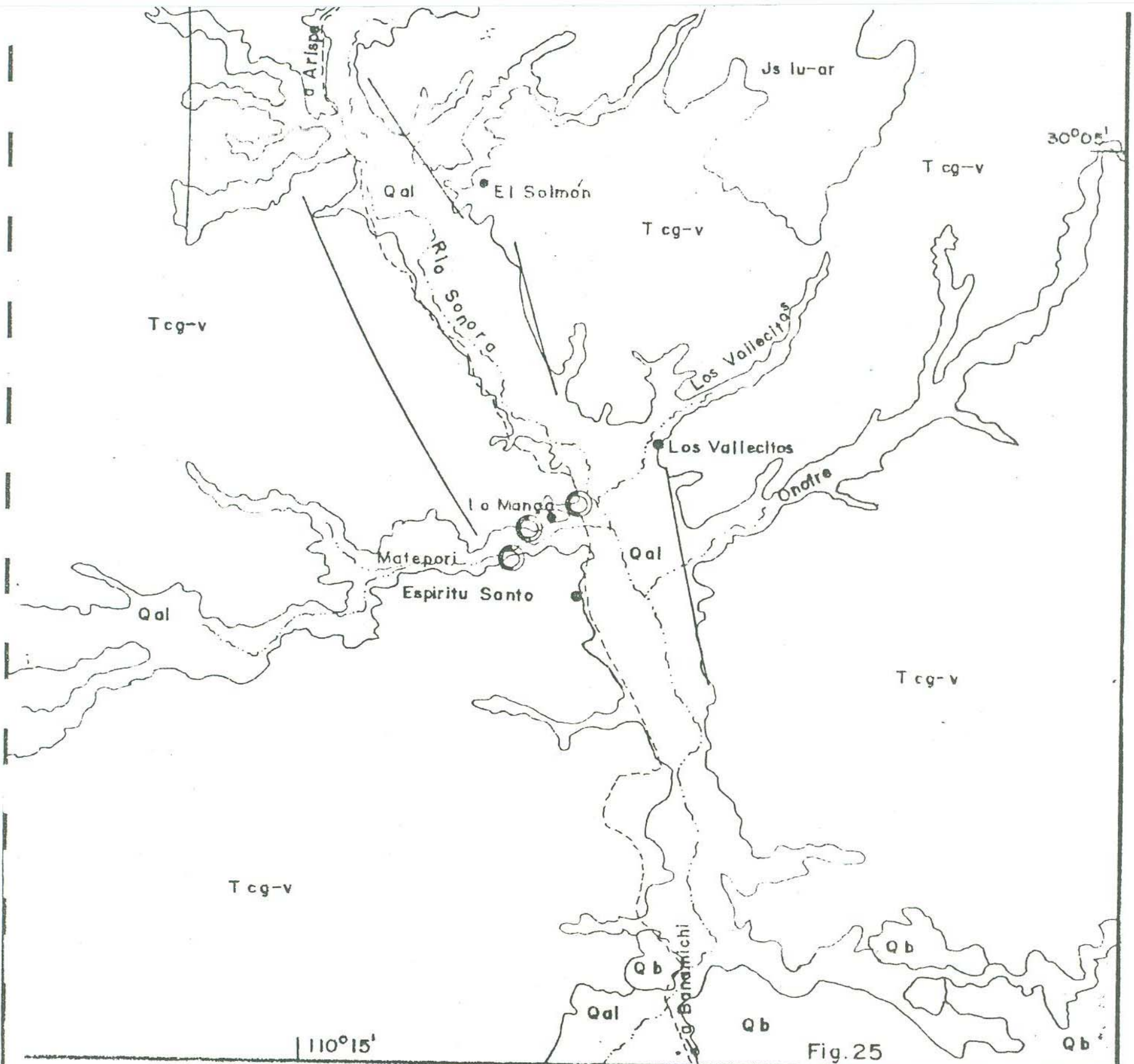
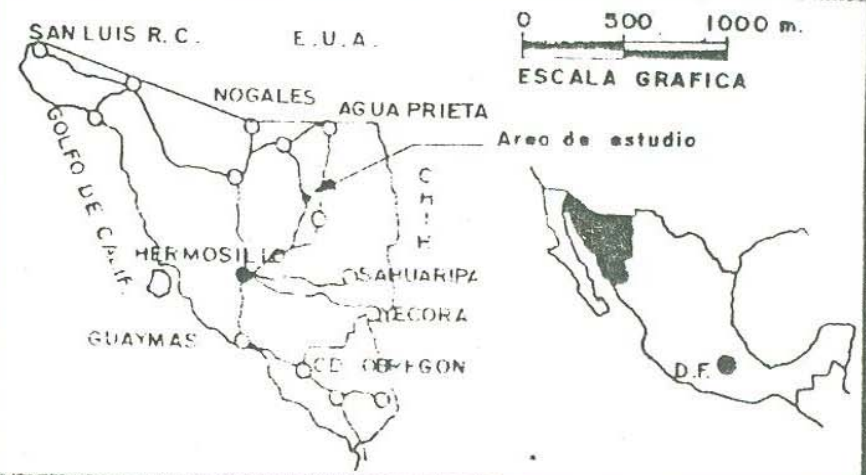


Fig. 25

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

- |                   |          |  |
|-------------------|----------|--|
| CUATERNARIO       | Qal      | Aluvión  |
|                   | Qb       | Baño   |
| TERCIARIO         | Tcg-v    | Conglomerado, limolitas y escasas volcánicas ocías (tobos) |
| JURASICO SUPERIOR | Js lu-ar | Lutitas y Areniscas  |
|                   |          | Contacto geológico   |
|                   |          | Falla o Fractura   |
|                   |          | Brecha (camino antiguo a Arizpe)                           |
|                   |          | Río o arroyo   |
|                   |          | Afloramiento de Perlita                                    |



**UNIVERSIDAD DE SONORA,  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

FOTOGEOLOGIA DEPOSITO DE PERLITA AL NORTE DE BANAMICHI.

ELABORO: JUAN RAMON GONZALEZ S	ESCALA 1:50,000	FECHA FEBRERO-1983
-----------------------------------	--------------------	-----------------------

espesor de 20 m. aproximadamente (Ver figura No. 26)

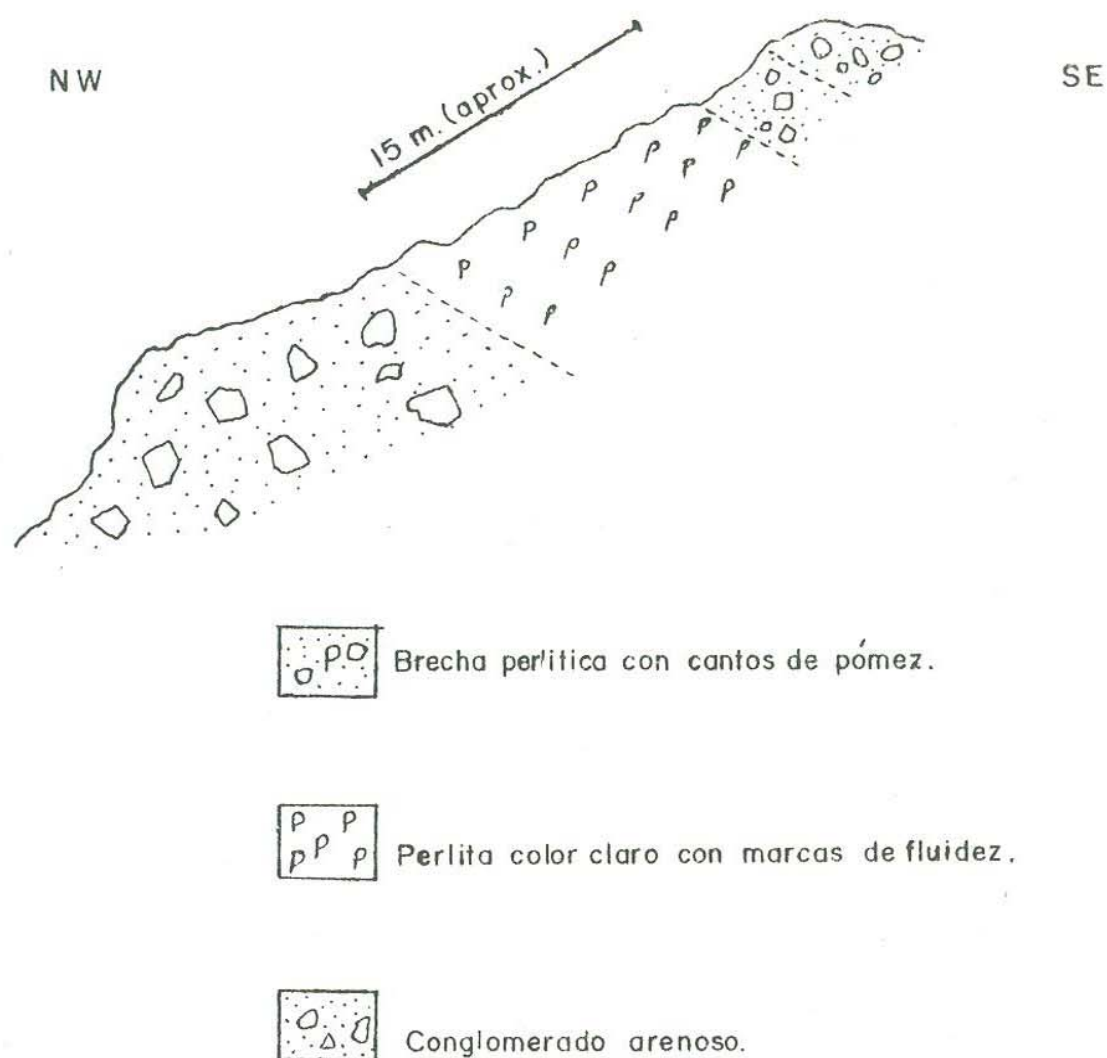


Fig.26.- Sección de campo, Perlita Banámichi.

Esta perlita se muestreo y se calcinó expandiéndose y dando un material blanco muy ligero y quebradizo.

Se recomienda un muestreo en toda el área para conocer la extensión del manto, así como construcción de catas para localizar la perlita en lugares que no aflora.

c).- Cd. Obregón, Son.

Cerca de Cd. Obregón se encuentra un yacimiento de perlita- que lo explota a pequeña escala la Compañía Aislantes del Pacífico, S.A., en Cd. Obregón existe una planta de expansión pro -

piedad de esta compañía.

d).- Huachinera

Este depósito de perlita se encuentra ubicado en los terrenos del rancho Babidanchi, en el Municipio de Huachinera siendo sus coordenadas geográficas  $29^{\circ}38'$  de Latitud Norte y  $109^{\circ}05'$  de Longitud Oeste.

La perlita se presenta en domos de diferentes magnitudes -- (Bolich, 1981 no publicado), asociada con tobas riolíticas y ba saltos escoriáceos.

Según la referencia consultada el depósito es de importancia económica y se requiere muestras y pruebas físicas para co nocer su potencialidad.

Otros lugares donde se ha reportado perlita son: Yécora y San Pedro de La Cueva.



## S I L I C E

Generalidades

a).- Composición Química.-  $\text{SiO}_2$  Si, 46.7%,  $\text{O}_2$  53.3%

b).- Usos.- Arenas de moldeo, refractarios, abrasivos, manufactura de vidrio, fundente, porcelanas, pinturas, papel de esmeril, construcción, ornato, asbesto-cemento, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- La sílice es utilizada en la industria directamente sacado del depósito, o bien recibe cierto tratamiento. La amplia utilización de sílice en la industria hace también muy amplio el rango de especificaciones y grados. En la industria química se utilizan arenas de sílice de alta pureza y granulometría estricta. En electrometalurgia se usan quijarros bajos en aluminio y fierro como un componente en la preparación de fósforo elemental. Para la fabricación de vidrio y usos químicos se acepta un contenido de hierro de 0.015-0.030%, máximo de alúmina 0.20%, óxidos de Ca y Mg no deben exceder de 0.05% para vidrio y 0.15% para usos químicos. Alcalis y titanio, trazas (0.01% o menos), Co y Cr no debe contener absolutamente nada. Para la fabricación de lozas ambar y vidrio mate se acepta 0.05-0.15% de hierro.

d).- Materiales competitivos.- En abrasivos tiene sustitutos como granate, diatomita y productos industriales. En refractarios, arcillas principalmente.

Geología de la Sílice

a).- Ocurrencia y Origen.- La sílice en sus distintas variedades (cuarzo, calcedonia, pedernal, etc.) ocurre en casi todos los ambientes geológicos y prácticamente desde el Precámbrico -

hasta el Reciente. Sin embargo los depósitos económicos ocurren como vetas, pegmatitas, arenas de río, arenas de playa, estratos de arenisca y cuarcitas, principalmente.

b).- Yacimientos importantes de sílice en el mundo (Ver figura No. 34)

Lugar	País
1.- Carolina del Sur	E.U.A.
2.- Georgia	"
3.- Florida	"
4.- Monterey, Calif.	"
5.- Oklahoma	"
6.- Mohave, Calif.	"
7.- Quebec	Canadá
8.- Ontario	"
9.- Manitoba	"

c).- Yacimientos de sílice importantes en la República Mexicana (Ver figura No. 35)

Lugar	Estado
1.- Jalapa	Veracruz
2.- San José Iturbide	Guanajuato
3.- San Luis Potosí	S.L.P.

#### Depósitos de Sílice en Sonora

a).- El Novillo

a.1).- Generalidades.- Este depósito de sílice se encuentra 140 kms. en línea recta al S 85°E de Hermosillo, a 6 kms. en -

línea recta al SE del extremo Sur de la Presa El Novillo (Plutarco Elías Calles), en el cruce de las coordenadas geográficas  $28^{\circ}57'$  de Latitud Norte y  $109^{\circ}35'$  de Longitud Oeste (Ver-figura No. 22).

El clima de la región es semicálido y semiseco con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2%, la vegetación predominante es de árboles de hojas caducas y arbustos - espinosos.

Aproximadamente a 2 kms. del depósito pasa una línea de corriente eléctrica de 35.5 KV. En cuanto a recursos hidráulicos el Río Yaqui se encuentra a 4 kms. del lugar y lleva agua todo el año.

Existe una pista de aterrizaje para avionetas a 5 kms. del lugar. Para llegar a este depósito, se parte por la carretera Hermosillo-El Novillo (La Estrella), recorriendo 220 kms. hasta llegar al puente del Río Yaqui. Después se recorren 9 kms. de terracería rumbo a Bacanora y se llega al lugar. Es un crestón muy notable que se encuentra en el flanco Oeste del Cerro-El Peyote.

a.2).- Geología General.- El crestón de sílice se encuentra emplazado en forma discordante en estratos de mármol (ver pág. 57 ) y calizas afectadas por un intrusivo granítico. Las calizas son del Paleozoico, el intrusivo es Cretácico. Hacia el W del depósito existen conglomerados arenosos (Formación Báucarit) y tobas ácidas del Terciario. En cuanto a la estructura existen dos fallas una al E y otra al W del Crestón orientadas aproximadamente N-S muy notables en fotos aéreas. Existen otras pequeñas fallas que afectan directamente al depósito.

a.3).- Geología Económica.- El afloramiento es sílice de la variedad cuarzo hidrotermal con una longitud de al menos 2 kms. siguiendo burdamente un rumbo NW-SE el ancho promedio es de 10 m., aumentando considerablemente en partes. El afloramiento más cercano del camino El Novillo-Bacanora está a 400 m. y existe un camino cortado en tramos que llega hasta el extremo SE del crestón, con el inconveniente de que los últimos kilómetros van sobre un arroyo que hace imposible el tránsito por el momento. Este depósito tiene concentraciones locales de pirita, micas y otros minerales.

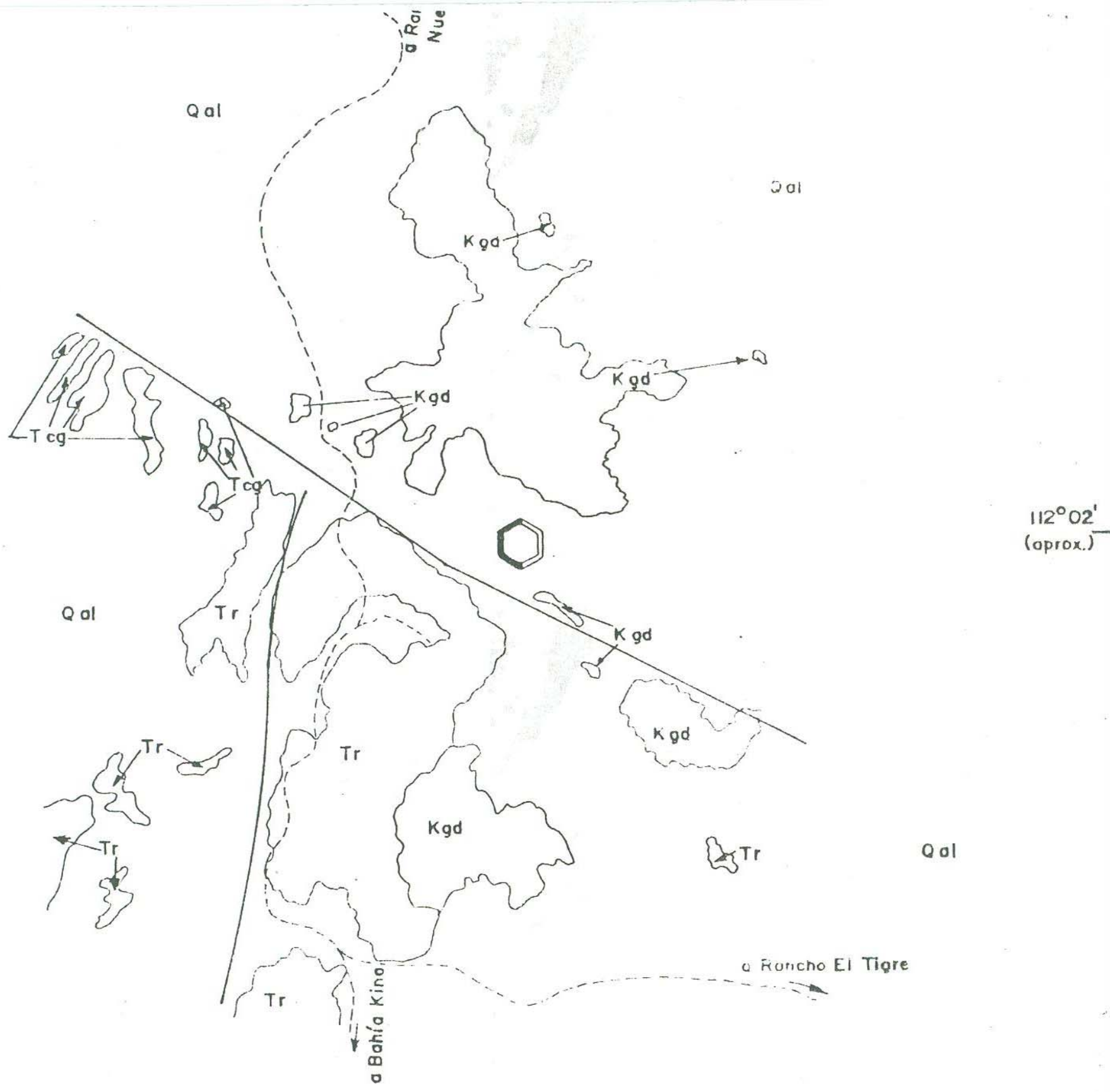
Se recomienda un muestreo sistemático y realización de pruebas físicas y químicas para determinar la calidad en diferentes partes del depósito y conocer la posible utilización en alguna rama de la industria.

b).- Bahía Kino

b.1).- Generalidades.- Este depósito de cuarzo se localiza 105 kms. en línea recta al S 85°W de Hermosillo aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas 29°02' de Latitud Norte y 112°02' de Longitud Oeste, 24 kms. en línea recta al N 20°W de Bahía Kino (Ver figura No.27)

El clima del lugar es muy seco semicálido con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2%. La vegetación es del tipo matorral desértico de hojas pequeñas espinoso y cactus.

Para llegar al depósito se parte de Hermosillo hasta llegar a Bahía Kino (Kino Nuevo) por camino pavimentado (107 kms.) después se toma el camino de terracería rumbo a Punta Chueca y a-

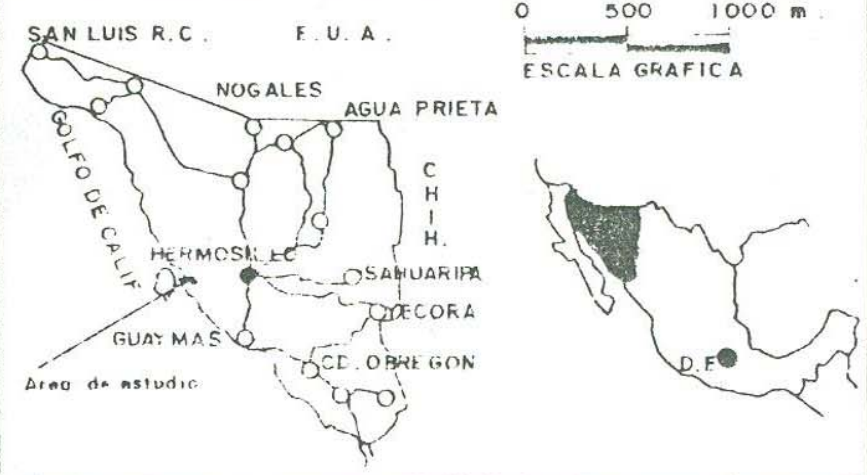


129°02' (aprox)

Fig. 27

**EXPLICACION**

- CUATERNARIO Qal Aluvión
- TERCIARIO {
  - Tcg Conglomerado
  - Tr Riolitas
- CRETACICO Kgd Intrusivo granodiorítico
- Contacto geológico
- Falla o Fractura
- Brecha para vehiculos
- Afloramiento de Cuarzo



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

FOTOGEOLOGIA CUARZO BAHIA KINO, MUNICIPIO DE HERMOSILLO.

ELABORO	ESCALA	FECHA
JUAN RAMON GONZALEZ S.	1:50,000 (aprox.)	FEBRERO-1987

los 15 kms. se desvía un camino hacia el NE rumbo a Rancho Nuevo, a los 9 kms. hay otra desviación hacia el E y a los 500 mts. termina el camino en un cerco; de aquí hay que caminar 1.5 kms. aproximadamente al NE para llegar al depósito. Es un pequeño cerro aislado de color blanco muy notable.

b.2).- Geología General.- Este depósito de cuarzo se encuentra emplazado en una granodiorita del Cretácico (Gastil y otros 1974) también afloran andesitas terciarias al SE del lugar.

b.3).- Geología Económica.- El tamaño del depósito es aproximadamente de 75 m. de largo por 25 de ancho y una altura promedio de 10 m. El cuarzo es una especie de "clavo" en el intrusivo pues no se ven evidencias de continuidad lateral. Se tomaron cuatro muestras y se analizaron por  $\text{SiO}_2$  dando los siguientes resultados:

Muestra	$\text{SiO}_2$ %
1	90.0
2	90.6
3	90.4
4	87.2

Este cuarzo podría utilizarse como piedra de ornato en construcción, pues es una roca muy blanca.

El depósito es de pequeñas proporciones pero puede extenderse a profundidad. De cualquier manera serían recomendables pruebas físicas y análisis químicos mas detallados para ver su posible utilización en la industria.

c).- Se han reportado otros depósitos de sílice en el Estado, entre ellos, los siguientes:

- Cerro Blanco, 25 kms. al E-NE de Navojoa \*
- Cerros Gueros, 20 kms. al N 10°W de Hermosillo\*
- A 40 kms. aproximadamente de Carbó por el camino a Opodepe.
- Al Este de Trincheras\*

\* Sonora Presencia Minera, Gobierno del Estado de Sonora 1970. Pag. 9 .

## S U L F A T O D E S O D I O

Generalidades

a).- Composición Química.- Existen muchos minerales que con tienen sulfato de sodio, pero solo dos son económicamente importantes hoy en día: mirabilita,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , contiene 55.9% de agua de cristalización. Tenardita,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , contiene 43.68% de  $\text{Na}_2\text{O}$  y 56.32% de  $\text{SO}_4$ .

b).- Usos.- En la manufactura de papel, detergentes, vidrio farmacéutica, química, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- Las especificaciones incluyen principalmente cierto porcentaje de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) para determinado uso.

d).- Materiales competitivos.- Carbonato de Sodio, principal mente en la industria del papel.

Geología del Sulfato de Sodio

a).- Ocurrencia y Origen.- Los minerales de sulfato de sodio ocurren en muchas partes del mundo y se forman por evaporación de aguas superficiales con una alta concentración de sales.

b).- Yacimientos de sulfato de sodio en el mundo (Ver figura No. 34)

Lugar	País	Sulfato
1.- Arizona, Calif., Montana, etc.	E.U.A.	Mirabilita, tenardita
2.- Saskatchewan, <u>Al</u> berta	Canadá	Tenardita
3.- Mar Negro, Aral, Caspian, Kazakhstan	U.R.S.S.	Mirabilita



c).- Yacimientos de sulfato de sodio en la República Mexicana (Ver figura No. 35)

El principal yacimiento conocido en México es de Laguna - del Rey al Norte de Torreón, Coahuila. Existen otros de menor importancia en el Estado de México, Chihuahua y Sonora.

#### Depósitos de Sulfato de Sodio en Sonora

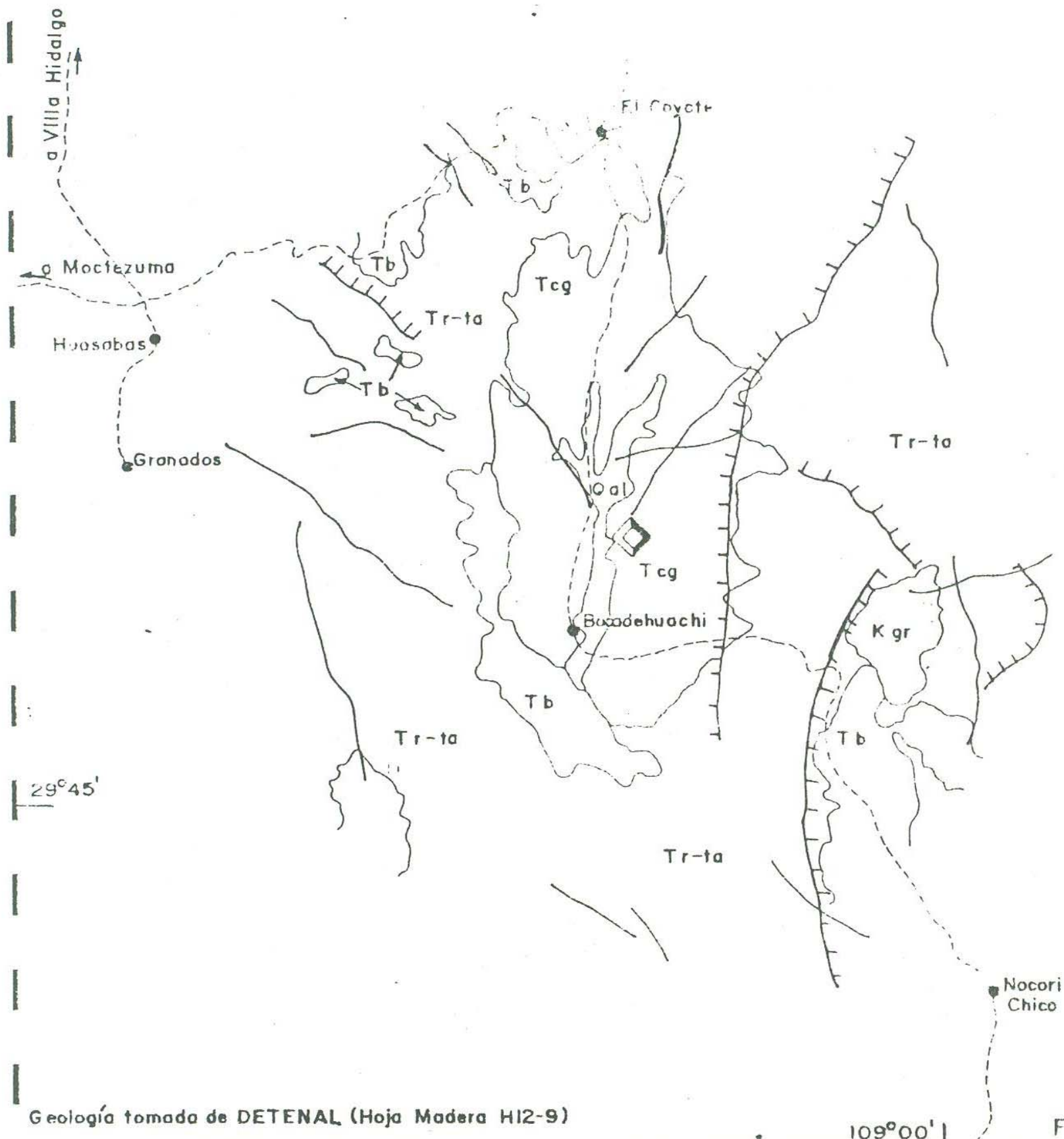
a).- Bacadéhuachi

a.1).- Generalidades.- Este depósito de sulfato de sodio - se encuentra localizado a 4 kms. al N-NE de Bacadéhuachi aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas  $29^{\circ}50'$  de Latitud Norte y  $109^{\circ} 08'$  de Longitud Oeste. Para llegar al depósito se parte de Hermosillo hasta Huásabas por camino pavimentado (238 kms.) después se recorren 61 kms. de terracería hasta llegar a Bacadéhuachi. Antes de llegar a este último poblado parte un camino hacia el Este que conduce hasta el depósito (4 kms.)(Ver figura No. 28)

El clima del lugar es semiseco semicálido con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2% la vegetación dominante consiste de matorral espinoso.

Existe una línea eléctrica de 33 KV en Bacadéhuachi, y una pista de aterrizaje para aviones pequeños. Existen también servicios de correo y radio.

a.2).- Geología General.- Las rocas en el área de afloramiento son aluviones antiguos principalmente, probablemente del Terciario Superior. (Ver figura No. 29)

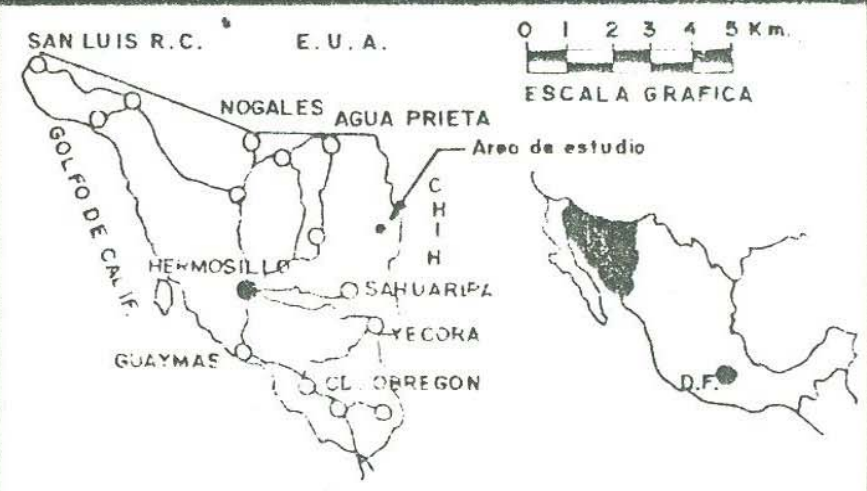


Geología tomada de DETENAL (Hoja Madera HI2-9)

Fig. 28

**EXPLICACION**

- CUATERNARIO Qal Aluvión
- TERCIARIO Tcg Conglomerado
- Tb Basalto
- Tr-ta Riolitas y Tobs ácidas
- CRETACICO Kgr Intrusivo granítico
- Contacto geológico
- Falla mostrando el bloque hundido
- Fractura
- Camino de terracería
- Deposito de Sulfato de Sodio



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

GEOLOGIA GENERAL DEPOSITO DE SULFATO DE SODIO AL NE DE BACADEHUACHI.

ELABORADO: JUAN RAMON GONZALEZ S	ESCALA 1:250,000	FECHA FEBRENO -1983
-------------------------------------	---------------------	------------------------

a.3).- Geología Económica.- No se ha hecho una evaluación - detallada de este depósito, pero se cree que sea lo suficientemente grande y de buena ley para constituir un yacimiento.

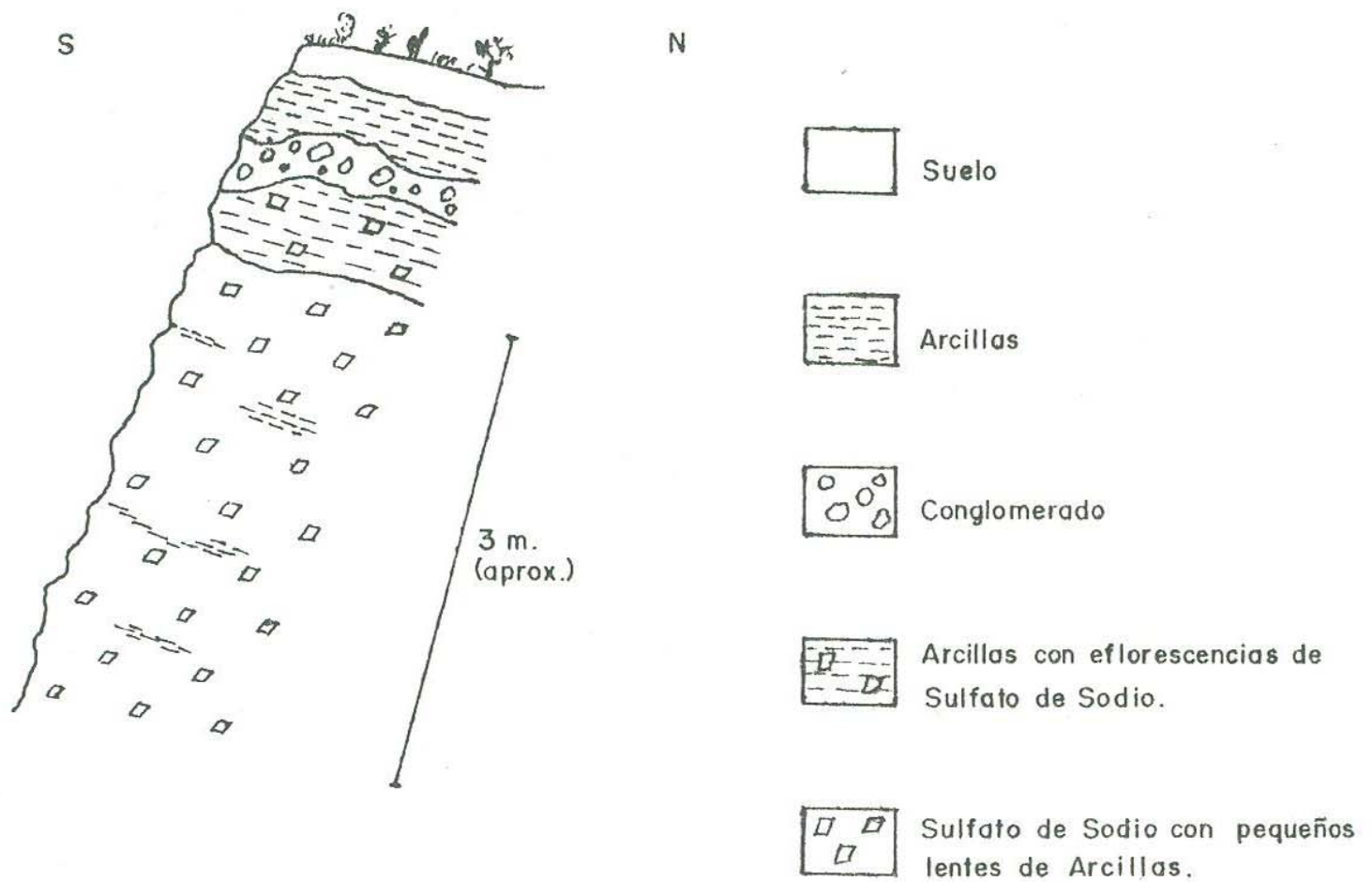


Fig. 29.- Sección de Campo, Sulfato de Sodio Bacadehuachi.

## W O L L A S T O N I T A

Generalidades

a).- Composición Química.-  $(SiO_3) Ca.CaO$ , 48.3%;  $SiO_2$ , -- 51.7%.

b).- Usos.- Pastas cerámicas, pinturas, adhesivos, agentes reforzantes, plásticos, fundentes, esmaltes, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- Para que un depósito de wollastonita sea comercial se requiere que tenga lo menos posible de impurezas difíciles de remover como cuarzo y calcita. Las especificaciones para el mercado están dadas sobre finura de molienda y tamaño de partículas.

d).- Materiales competitivos.- En cerámica la sustituyen diferentes tipos de arcillas. Existe también la wollastonita sintética.

Geología de la Wollastonita

a).- Ocurrencia y Origen.- La wollastonita es un mineral de metamorfismo de contacto de intrusivos ácidos con calizas. Puede formarse por metamorfismo de sedimentos calcáreos y por cristalización de ciertos magmas. Se origina por la descomposición por calentamiento de  $CaCO_3$  y reacción con  $SiO_2$ .

b).- Yacimientos de Wollastonita en el mundo (ver figura- No. 34)

L u g a r	P a í s
1.- Nueva York, Calif.	E.U.A.
2.- Chiapas, Zacatecas	México
3.- SW de Lappenrato	Finlandia

c).- Yacimientos de wollastonita en la República Mexicana-  
(Ver figura No. 35)

En el Estado de Chiapas cerca de Pichucalco existe un depósito de wollastonita muy pura.

En el Estado de Zacatecas en el Municipio de Pánfilo Natera existen grandes yacimientos de wollastonita en cuerpos -- irregulares.

Depósitos de wollastonita en Sonora

a).- Tecoripa

a.1).- Generalidades.- Al N  $17^{\circ}$ E y 12 kms. aproximadamente en línea recta de Tecoripa se encuentra este afloramiento de wollastonita. Aproximadamente en el cruce de las coordenadas geográficas  $28^{\circ}13'$  de Latitud Norte y  $109^{\circ}55'$  de Longitud -- Oeste. Para llegar a este afloramiento se parte de Hermosillo rumbo a Tecoripa por camino pavimentado (124 kms.), de Tecoripa se sigue hacia San Javier y a los 6 kms. aproximadamente se desvía un camino de terracería hacia el Norte, se pasa por el rancho La Esperanza (5 kms.) de este último lugar sigue un camino al NW y se llega (3.5 kms.) cerca del depósito. De aquí hay que caminar a pie unos 300 m. aproximadamente para llegar al lugar.

El clima de la región es semiseco semicálido con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2%. La vegetación es de árboles y arbustos que pierden la hoja durante una gran parte del año y matorral espinoso.

a.2).- Geología General.- Existen en el área rocas ígneas - intrusivas ácidas del Cretácico, volcánicas intermedias también cretácicas y calizas metamorfizadas termalmente de probable edad Cretácica.

a.3).- Geología Económica.- El afloramiento visitado es un - escarpe de 4 m. (Ver figura No. 30) aproximadamente en el que se pueden ver bandas de sílice y wollastonita intercaladas. El espesor mas grande de wollastonita es una banda de 80 cms. aproximadamente.

Debido a lo espeso de la vegetación no se aprecian otros afloramientos de wollastonita lo bastante pura para ser utilizada - en alguna rama de la industria.

Por el momento este depósito no es económico tanto por la falta de infraestructura como por lo delgado de los cuerpos de wollastonita y la contaminación de sílice, sin embargo existe la posibilidad de encontrar un cuerpo de buen espesor y pureza como para considerarlo potencialmente económico.

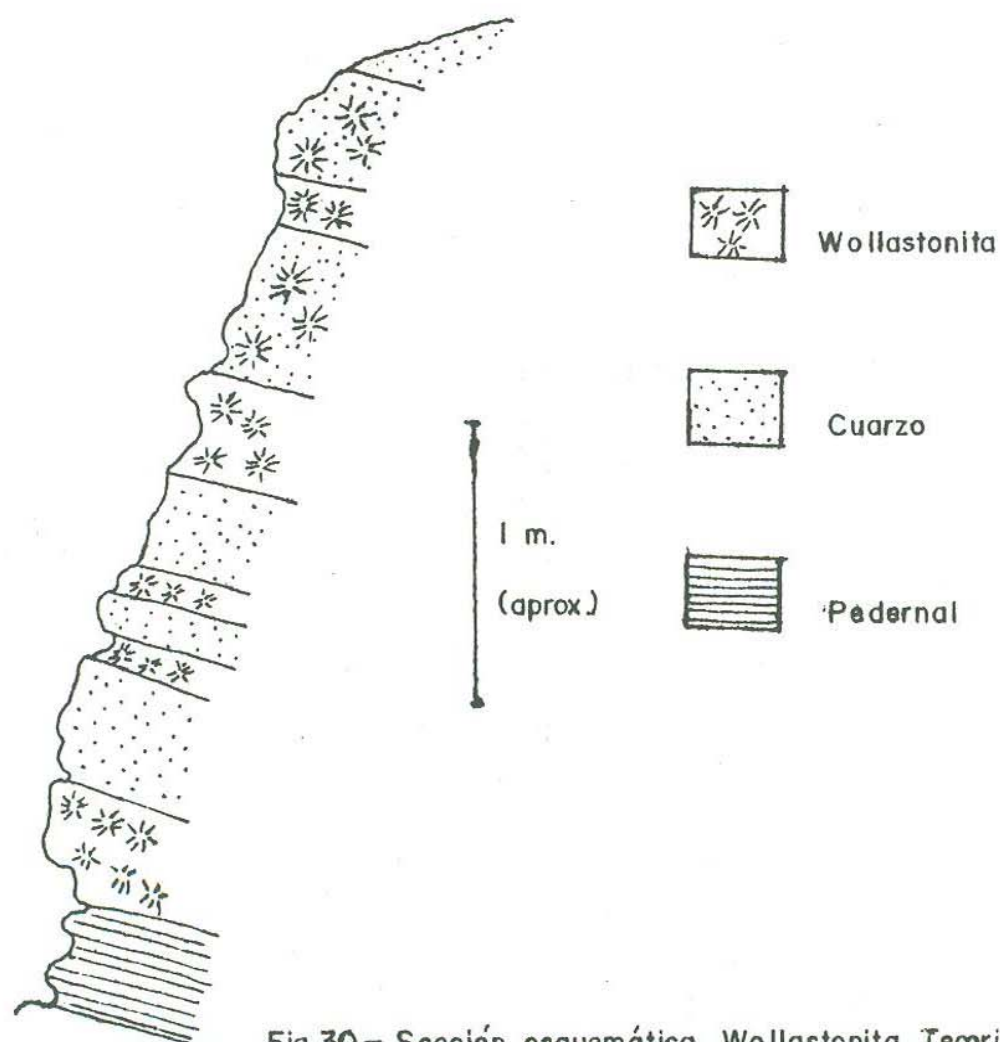


Fig.30.- Sección esquemática, Wollastonita Teoripa.

## Y E S O

Generalidades

a).- Composición Química.- Sulfato de Calcio hidratado. -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . CaO 36.6%;  $\text{SO}_3$  46.5%;  $\text{H}_2\text{O}$  20.9% .

b).- Usos.- Puede utilizarse tanto calcinado (yesos de París) como crudo en: recubrimientos interiores en arquitectura, retardador de cemento portland, recubrimientos especiales, acústicos, fertilizantes, acondicionador de suelos, fijador de nitrógeno volátil, modelos en la industria de herramientas aeronáuticas, crayones, gises, vendajes, moldes dentales, polvos faciales, dentífricos y potabilización de aguas.

c).- Especificaciones .- El yeso utilizado en la industria contiene de 10 a 15% de impurezas, aunque algunos depósitos pueden ser muy puros (95%), la cantidad de impurezas toleradas depende de: 1) el tipo de impureza, 2) el producto en el que se utilizará, 3) la situación competitiva.

d).- Productos competitivos.- Cal hidratada, cementos, madera, plásticos, fibras orgánicas, papel, aluminio y vidrio lo pueden subsistir en arquitectura; cloruro de calcio, sustancias químico-orgánicas, etc., en retardador de cementos; corcho y plásticos lo reemplazan con ventaja en recubrimientos acústicos; talco en polvos faciales; anhidrita en productos químicos y zeolitas en la potabilización de aguas.

Geología del Yeso

a).- Ocurrencia y Origen.- Los depósitos de yeso ocurren como capas y lentes de distintos espesores en rocas sedimentarias terrígenas en climas áridos y semiáridos. Las distintas

variedades de yeso (alabastro, selenita, espató satinado) se acumulan debido a precipitación de aguas salinas (Evaporitas) precipitación química derivada de la acción del ácido sulfúrico sobre minerales ricos en calcio y por reacumulación de depósitos preexistentes retrabajados.

b).- Principales depósitos de yeso en el mundo (Ver figura No. 34)

Lugar	País
1.- Cuenca de Michigan Fort Dodge, Iowa	E.U.A.
2.- Manitoba	Canadá
3.- Bull Bay	Jamaica
4.- Barahona	República Dominicana

c).- Yacimientos importantes en México (Ver figura No. 35)

Lugar	Estado
1.- Isla San Marcos	B.C.S.
2.- Izucar de Matamoros Axochiapan	Puebla
3.- Cerca de Monterrey	Nuevo León

Depósitos de Yeso en Sonora

a).- Al SE de Agua Prieta

a.1).- Generalidades.- Estos depósitos se encuentran aflorando en diferentes partes de un arroyo entre los ranchos Junta de los Ríos y El Rusbayo 40 kms. en línea recta al SE de Agua Prieta, entre las coordenadas geográficas  $109^{\circ}16'$   $-31^{\circ}08'$



y  $109^{\circ}16'$  -  $31^{\circ}02'$  aproximadamente. El acceso se hace partiendo de Agua Prieta rumbo a Bavispe, a los 25 kms. aproximadamente se desvía un camino que conduce al rancho La Junta de Los-Ríos (15 kms.) donde se encuentra el lote Claudia. Para llegar al lote El Sonora, se recorren 45 kms. y se llega al rancho - El Rusbayo y aproximadamente 1 km. al W de este rancho se encuentran los afloramientos de yeso (Ver figura No. 7)

Al menos 15 kms. del camino que conduce al lote Claudia se encuentran en muy malas condiciones. El camino al lote Sonora se encuentra en la margen W de un arroyo que impide el paso - en época de lluvias.

No existen líneas de corriente eléctrica cercanas.

a.2).- Geología General.- Las rocas predominantes en la cuenca de depositación del yeso son areniscas arcillosas, lodolitas y areniscas de la Formación Báucarit del Terciario. Hacia el E afloran riolitas y tobas terciarias y basaltos cuaternarios.

a.3).- Geología Económica.- El depósito consiste de capas - de yeso con arcillas de hasta 4 m. de espesor. Estas capas - son horizontales. En la parte superior de la capa principal - se encuentra un espesor de arcillas de 1 m. después un metro de yeso con arcillas, después un paquete de arcillas de - 2.5 m. cubierto por una capa gruesa de aluvión (Ver figura - No. 31)

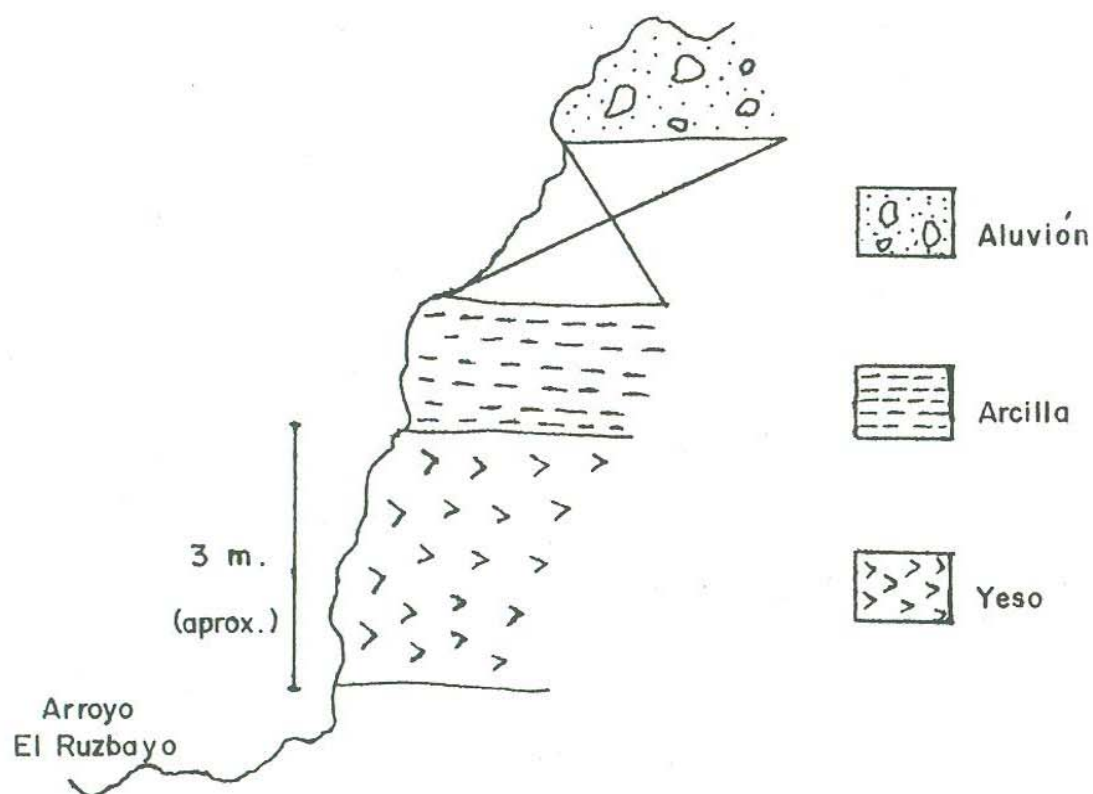


Fig. 31.- Sección esquemática en la margen derecha del Arroyo El Ruzbayo, al SW del Rancho del mismo nombre.

Se tomaron varias muestras dando los siguientes resultados:

Muestra	% Ca SO <sub>4</sub> 2 H <sub>2</sub> O
El Sonora 1	35.39
El Sonora 2	57.53
Claudia 1	40.23
Claudia 2	33.02

El Sonora 1.- Tomada en el lote El Sonora frente al rancho-

El Rusbayo.- Muestra de canal tomada en una capa de arcilla con intercalaciones de yeso, 1.5 m. de ancho.

El Sonora 2.- Tomada continuando la muestra anterior hacia-abajo, en una capa de yeso con poca arcilla, anchura 3 m.

Claudia 1.- Tomada en el lote Claudia frente al Rancho La - Junta de los Ríos. Muestra en la parte superior de una capa de yeso con arcillas de 1.5 m. de espesor.

Claudia 2.- Continuando la muestra anterior hacia abajo en-la misma capa de arcilla con yeso, ancho de muestra 1.5 m.

Una parte del lote El Sonora tiene problemas legales.

Las bajas leyes de las muestras y la falta de caminos en - buenas condiciones hacen incosteables por el momento estos-depósitos.

b).- El Gallardo

b.1).- Generalidades.- El depósito de yeso El Gallardo se lo-caliza 16 kms. en línea recta al E de Agua Prieta y es cruza-do por la carretera Agua Prieta-Janos. Aproximadamente en el cruce de las Coordenadas Geográficas  $31^{\circ}18'40''$  de Latitud -- Norte y  $109^{\circ}22'$  de Longitud Oeste.

b.2).- Geología General.- En la parte norte del depósito -- afloran calizas del Cretácico Inferior, en la parte sur aflo-ran riocacitas y tobas ácidas del Terciario y en el E y W -- aflora un conglomerado también Terciario. En cuanto a estruc-tura, existen arroyos que cruzan en depósito y probablemente estén sobre zonas de falla del basamento de dicho depósito - (Ver fig. 7).

b.3).- Geología Económica.- El depósito de yeso es de la variedad alabastro, pero existen en lugares muy aislados pequeñas concentraciones de cristales de selenita. El afloramiento de yeso es de forma irregular y cubre aproximadamente unas 23 hectáreas. El máximo espesor observado es de 5.7 m. en una obra vertical en el extremo SE del afloramiento.

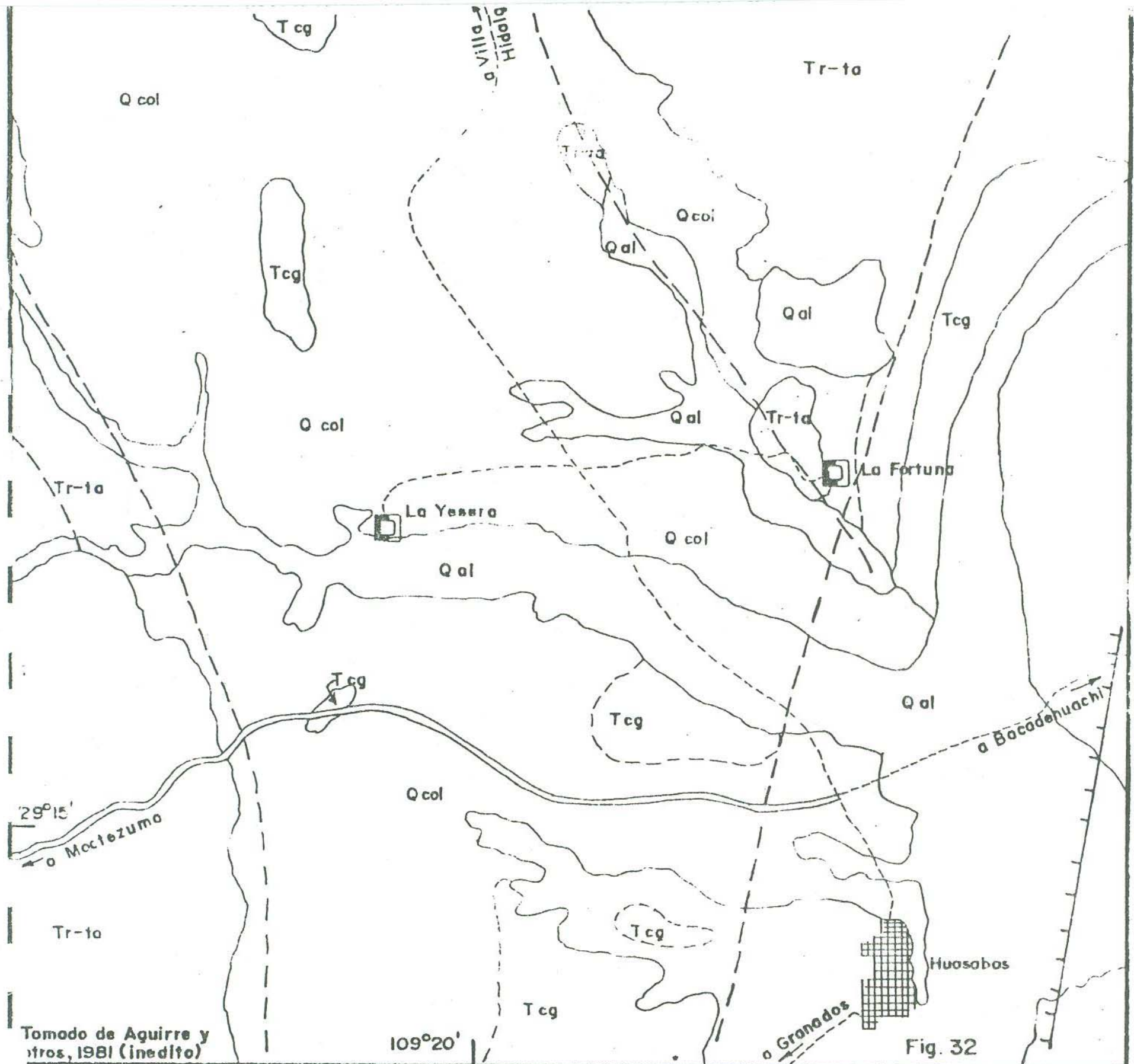
Existe un tonelaje positivo de 119,552 toneladas de material con una ley promedio de 86.89% de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (yeso), y 980,527 toneladas de material probable que puede tener una ley de más de 80% de yeso.

c).- Depósito al N de Huásabas

c.1).- Generalidades.- Este depósito se localiza al N  $9^\circ\text{W}$  y 3.5 kms. en línea recta de Huásabas (Ver figura No. 32), aproximadamente en el cruce de las Coordenadas Geográficas  $29^\circ 47'$  Latitud Norte y  $109^\circ 17'$  Longitud Oeste,

Para llegar al lugar (Lote La Fortuna) se toma la carretera que sale de Hermosillo a Huásabas (238 kms.) y se pasa por las poblaciones de Ures, Mazocahui y Moctezuma, aproximadamente 1.5 kms. antes de llegar a Huásabas, en un lugar llamado El Crucero se toma el camino que va a Villa Hidalgo (Oputo), hacia el N, a los 3 kms. de este lugar se desvía un camino hacia el E, a los 3 kms. de la desviación se encuentra el depósito.

Antes de llegar al lugar se pasa por un arroyo afluente del Río Bavispe, donde existe un pequeño manantial de agua caliente.

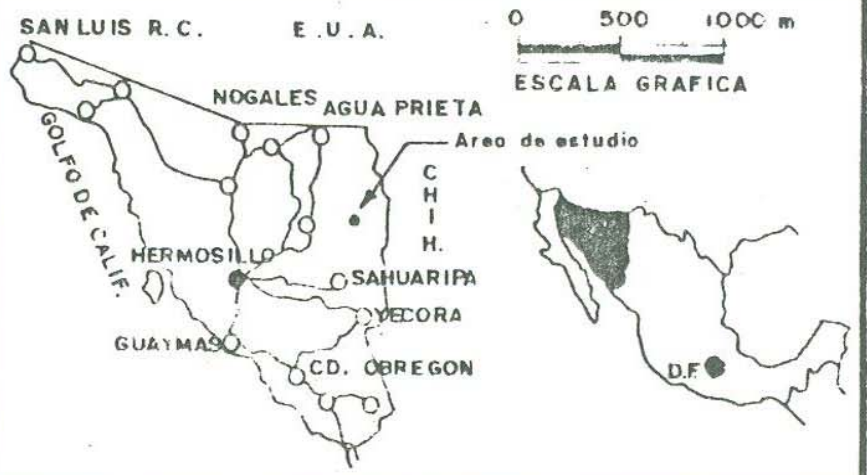


Tomado de Aguirre y otros, 1981 (inedito)

Fig. 32

**EXPLICACION**

- |             |   |                                    |
|-------------|---|------------------------------------|
| CUATERNARIO | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Qal</span>   | Aluvión                            |
|             | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Qcol</span>  | Coluvión                           |
| TERCIARIO   | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tcg</span>   | Formación Baucaarit (conglomerado) |
|             | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tr-ta</span> | Riolitas y Tobas ácidas            |
|             |   | Contacto geológico                 |
|             |   | Contacto geológico inferido        |
|             |   | Falla mostrando el bloque hundido  |
|             |   | Falla inferida                     |
|             |   | Carretera                          |
|             |   | Camino de terracería               |
|             |   | Deposito de Yeso                   |



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

GEOLOGIA GENERAL DE DEPOSITOS DE YESO  
 AL NORTE DE HUASABAS.

ELABORÓ: JUAN RAMON GONZALEZ S	ESCALA 1:50,000	FECHA FEBRERO-1983
-----------------------------------	--------------------	-----------------------

El clima de la región es semiseco y semicálido con lluvias en verano y la vegetación corresponde a matorral subtropical.

Existe una línea de corriente eléctrica de 33 KV cerca -- del camino Huásabas-Villa Hidalgo.

El Río Bavispe se encuentra a 1 km. del depósito y lleva -- agua todo el año.

En el pueblo de Huásabas existe pista de aterrizaje, radio- y servicio de correo.

En el lote minero existe un horno para calcinado de yeso.

c.2).- Geología General.- La roca encajonante de los cuerpos de yeso es un conglomerado arenoso perteneciente a la -- Formación Báucarit del Terciario Medio. Existen fallamientos regionales orientados principalmente N-S, debajo de los conglomerados existen mantos arcillosos con pequeñas capas de yeso.

c.3).- Geología del Yacimiento.- El yeso se encuentra tanto en capas delgadas muy puras blancas como en masa color rosa do con arcillas. Los mantos de hasta 1 m. de espesor tienen rumbos N 16°W y echado de 46° al SW variando apreciablemente a poca distancia. Existen cuerpos masivos con estratos in -- tercalados y vetillas de yeso discordante. Uno de estos -- cuerpos masivos alcanza una potencia de 8 m. y no se aprecia su límite inferior (Ver fig. No. 33 ).

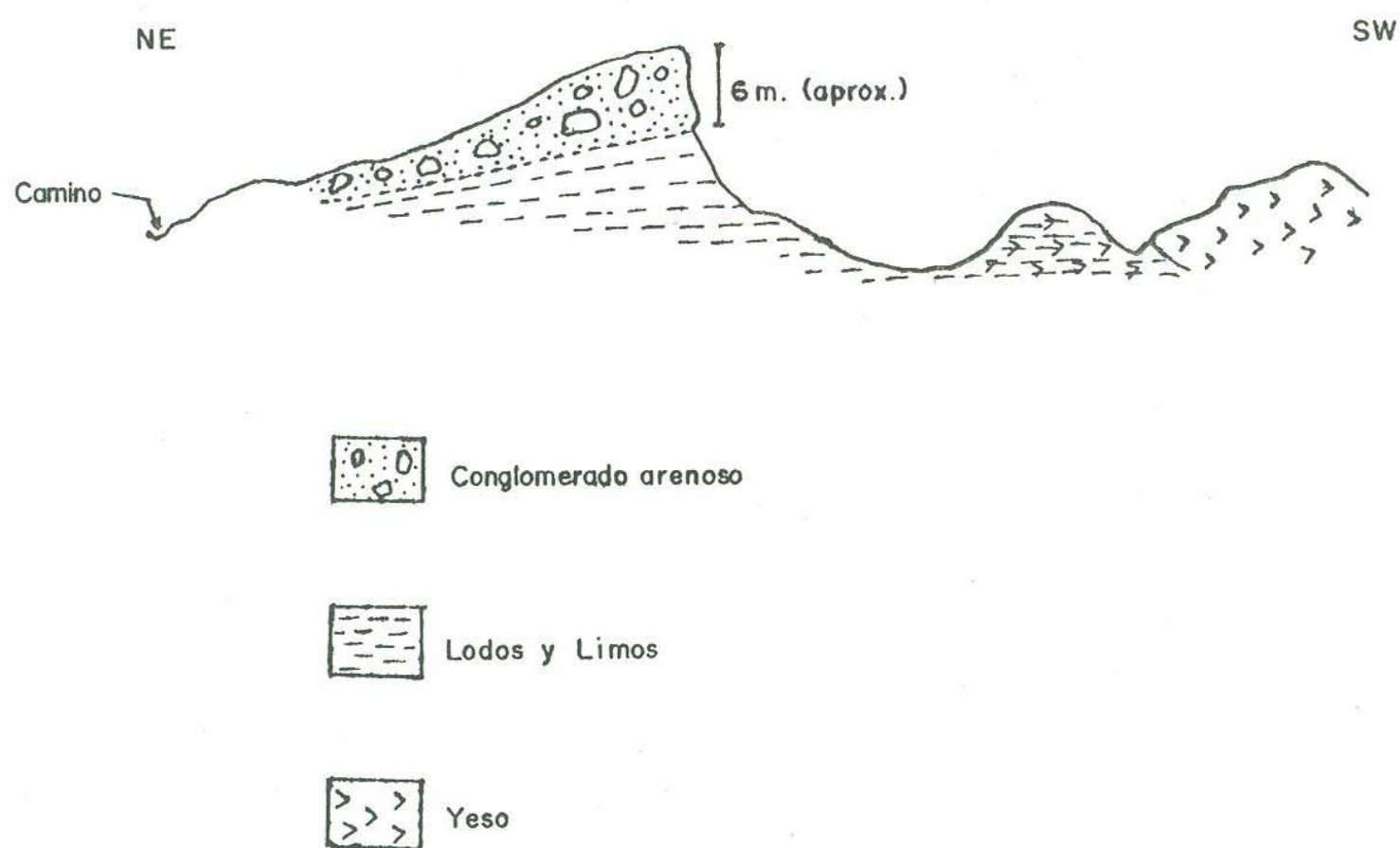


Fig. 33.- Sección de campo, Yeso Huasabas.

Existen reservas positivas de 1'000,000 de toneladas (Cossío, 1982)\*. El material es de buena ley, ya se ha explotado para utilizarlo en la construcción.

d).- A 3.0 kms, en línea recta al E de este depósito se encuentra otro (La Yesera) de menor tamaño. Son pequeños estratos de yeso en una masa arcillosa. La explotación se ha hecho selectiva y existe un pequeño horno para deshidratar.

\* Comunicación Oral

En casi todas las cuencas terciarias donde existen conglomerados y limos de la Formación Báucarit, existen evidencias de depósitos de yeso. Se han reportado depósitos de yeso al SE de Magdalena, a 22 kms. al S de Santa Cruz en el Municipio de Imuris, al NW de Rebeico, al S de Hermosillo, al N de Villa Hidalgo (Oputo), al NE de Alamos, al NE de Punta Chueca, Municipio de Hermosillo, etc.



## Z E O L I T A S

Generalidades

a).- Composición.- Las zeolitas son aluminosilicatos hidratados de Ca, Na, K. Ocurren más de 30 especies en la naturaleza, pero solamente nueve componen la parte principal de rocas zeolíticas: analcima, chabacita, clinoptilolita, erionita, ferrierita, heulandita, laumontita, mordenita y filpsita.

b).- Usos.- Por su particular estructura molecular que le da a las zeolitas sus propiedades de intercambios de cationes y deshidratación reversible son utilizadas: como intercambiadores de iones en procesos de control de contaminación, para separar oxígeno y nitrógeno del aire, para purificación de aguas. También son utilizadas como relleno en la industria del papel, en la fabricación de cemento puzolánico, agregado en concretos ligeros, fertilizantes y acondicionador de suelos, como dieta suplementaria en alimentación animal, como absorbente de aromas, etc.

c).- Especificaciones y Grados.- Las zeolitas naturales requieren ciertas especificaciones en cuanto a densidad, fracción de vacío en su estructura molecular, tipo y amplitud de canales moleculares, dependiendo de sus diferentes aplicaciones.

d).- Materiales competitivos.- Las zeolitas sintéticas son el principal competidor de las zeolitas naturales, sin embargo, en muchos casos resulta más barata la obtención de estas últimas.

## Geología de las Zeolitas

a).- Ocurrencia y Origen.- Los depósitos de zeolitas - de interés económico ocurren en paquetes vulcanosedimentarios de composición ácida. Las zeolitas comunes generalmente ocurren en rocas sedimentarias tobáceas que no han sido profundamente sepultadas o expuestas a soluciones hidrotermales.

Aunque la clasificación de rocas sedimentarias zeolíticas es problemática, se pueden distinguir 5 tipos de ocurrencia de zeolitas (Sheppard, 1975 in Lefond): 1) Hidrotermal, 2) Metamorfismo por enterramiento, 3) Intemperismo, 4) Sistema cerrado, 5) Sistema abierto .

El tipo hidrotermal se refiere a las zeolitas asociadas con procesos hidrotermales; en el tipo de metamorfismo por enterramiento se encuentran asociados minerales de metamorfismo de baja presión y temperatura; en cuanto al tipo de intemperismo se han encontrado minerales de zeolitas en suelos salinos alcalinos.

El tipo de sistema abierto se forma por la reacción de vidrio volcánico con agua superficial. El material volcánico fue depositado en un ambiente marino o fluvial.

El tipo sistema cerrado se forma por la reacción de vidrio volcánico con agua conata atrapada durante la sedimentación en un lago salino.

Estos dos últimos tipos son los mas voluminosos y potencialmente económicos depósitos de zeolitas.

La mayoría de los depósitos de zeolitas sedimentarias se forman después del enterramiento por la reacción de materia - les aluminosilicatados con el agua de los poros. El vidrio - volcánico silíceo es el que a menudo sirve para la formación - de zeolitas, también aunque en menor proporción arcillas, fel - despato, feldespatoides, etc.

b).- Depósitos de Zeolitas en el mundo:

Existen importantes depósitos en: E.U.A., Japón, Italia, Hungría, Yugoslavia, Bulgaria, Alemania, Corea, México.

c).- Depósitos de Zeolitas en la República Mexicana:

En México se han reportado depósitos importantes en: Etna, Oaxaca, en San Luis Potosí y en la región de Ures, Sonora .

d).- Depósitos de Zeolitas en Sonora

Ures.- (Badilla y Ríos, 1978). Este depósito de zeolitas se localiza a 15 kms. en línea recta al N 30°E de Ures, Sono - ra, entre las coordenadas geográficas 29°31' de Latitud Norte - y 110°20' de Longitud Oeste.

Las rocas en el área del depósito son un granito de horn - blenda y biotita y arriba de este estratigráficamente en dis - cordancia, una secuencia de areniscas tobáceas y tobas zeoliti - zadas.

En la parte media de esta secuencia volcánica se encuen - tra una toba híbrida sumamente zeolitizada de un espesor pro - medio de 1.55 metros encajonada en areniscas tobáceas con es - tratificación cruzada. Esta toba híbrida constituye según los - autores el yacimiento de zeolitas.

NOTA: Los términos "sistema abierto" y "sistema cerrado se uti - lizan mas como términos hidrológicos que termodinámicos - en este caso,

Según los estudios de difracción de rayos X, termoanálisis, índice de refracción, composición química y microscopía electrónica de barrido, el mineral resultó ser uno intermedio entre clinoptilolita-heulandita.

La génesis del depósito fue un ambiente lacustre de agua dulce.

## OTROS MATERIALES EN EL ESTADO

Aparte de los materiales ya descritos se han reportado algunos otros:

1.- Feldespatos

a).- La Carretilla.- Al NE y 85 kms. de Hermosillo, en el Municipio de Baviácora (Carbonell y Bustillo, 1963).

2.- Vermiculita

a).- Trincheras.- Al N 72° y 25 kms. de Benjamín Hill, en el Municipio de Trincheras (Bustillo, 1966).

b).- Mátape.- Al S y 9 kms. de Mátape (Gobierno del Estado de Sonora, 1970).

3.- Magnesita

a).- Alamos.- Al N 25°E y 35 kms. de Alamos (Bustillo, -- 1966).

4.- Asbesto

a).- Tacupeto.- Al S 70°E y 8 kms. de El Valle de Tacupeto (Bustillo, 1966).

5.- Talco

a).- Mátape.- Al N y 2.5 kms. de Mátape (Gobierno del Estado de Sonora, 1970).

6.- Arcillas

a).- Arizpe.- Al S y 25 kms. de Arizpe (C.R.N.N.R. ?).

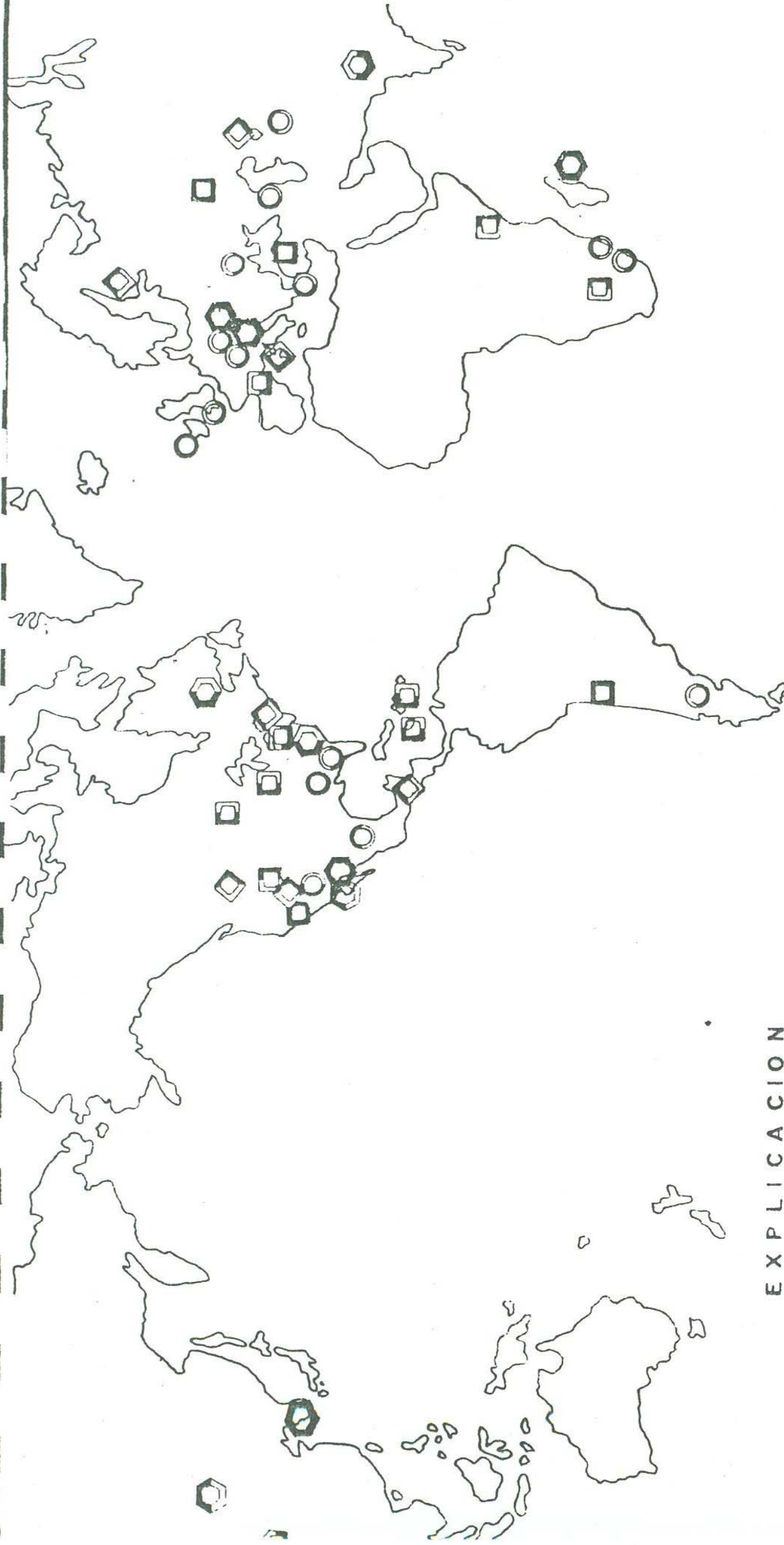
7.- Depósito de escoria en el Municipio de Puerto Peñasco.

8.- Depósito de Puzolana al S 70°W y 16 kms. de Guadalupe de Ures.

9.- Gravas y Arenas para construcción existen en muchas partes del Estado.

10.- Arcillas para ladrillos de construcción existen en muchas partes del Estado.

11.- Zeolitas al SE de Magdalena de Kino.



EXPLICACION

- |                      |            |                    |
|----------------------|------------|--------------------|
| ○ BARITA             | ○ FLUORITA | ○ PERLITA          |
| □ BORATOS            | ◇ GRAFITO  | ◇ SULFATO DE SODIO |
| ○ CAOLIN             | ◇ HALITA   | ◇ SILICE           |
| □ CARBONATO DE SODIO | ◇ MARMOL   | ◇ WOLLASTONITA     |
| □ DIATOMITA          | ◇ MICA     | ◇ YESO             |

FIG. 34

UNIVERSIDAD DE SONORA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

ALGUNOS YACIMIENTOS IMPORTANTES DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES EN EL MUNDO

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

- ABADIE III, V.H., 1981, Geology of Part of The Sierra de -  
Moradillas, Sonora, México, Thesis, Stanford University, 87 ps.
- AGUIRRE, J.L., COSSIO, J.E. Y MORALES M., 1979, Estudio Geohidrológico de las Cuencas de Bacerác-Bavispe y Villa Hidalgo-Granados. (inédito)
- ARRIAGA, M.H., y otros, 1979, Plano Geológico del Area de -  
Magdalena de Kino, Sonora, C.R.M. Proyecto Bórax, Plano No. 6. ✓
- ARRIAGA, M.H., y otros, 1980, Estudio Geológico del Depósi-  
to de Boratos del Area de Tubutama, Sonora in VIII Seminario Interno sobre Exploración Geológico-Minera, -  
C.R.M., México, pp. 356-403. ✓
- ARRIAGA, M.H., y otros, 1981, Fase Inicial de la Evaluación-  
del Depósito de Colemanita del Area de Tubutama, Sono-  
ra Centroseptentrional, AIMMG, XIV Convención Nacional,  
memoria, México, pp. 219-254. ✓
- BACA, J.P., 1980, Informe de la visita a la Cantera del Ejido  
San José de Maquipo en el Municipio de Alamos, Sonora,  
Dirección de Minería, Geología y Energéticos, Gobierno  
del Estado de Sonora. (inédito)
- BOLICH, T., 1981, Babidanchi Perlite Deposit near colonia Aribabí, Municipality of Huachinera, Sonora, México. Cía.-  
Minera Báucarit, S.A. de C.V., Hermosillo, Sonora (informe  
inédito).



- BUSTILLO, S.G., 1965, Bosquejo de los Yacimientos Minerales - del Estado de Sonora, C.R.N.N.R., Residencia Hermosillo 9 ps.
- BUSTILLO, S.G., 1966, Recursos Minerales del Estado de Sonora C.R.N.N.R., Residencia Hermosillo, 14 ps.
- CARBONELL, C.M. Y BUSTILLO, S.G., 1963, Yacimiento de Feldespato La Carretilla, Municipio de Baviácora, Estado de - Sonora, C.R.N.N.R., Residencia Hermosillo, 5 ps.
- CONSEJO DE RECURSOS MINERALES, 1977, Directorio de la Minería Mexicana, No Metálicos, México, 510 ps.
- CONSEJO DE RECURSOS MINERALES, 1980, Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 1979, México, pp. 205-382.
- GASTIL, R.G. Y KRUMMENACHER, D., 1977, Reconnaissance Geology of Coastal Sonora between Puerto Lobos and Bahía Kino, - Geol. Soc. Am. Bull. V. 88.
- LEFOND, S.J., 1975, Industrial Minerals and Rocks (Non Meta - llics Other Than fuels), Fourth Edition American Insti - tute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc. New York, N.Y.
- MENDOZA, H., 1981, Geología de los Yacimientos de Barita Sedi - mentaria en Mazatán, Sonora. Tesis, I.P.N., México 121- ps.
- MORALES, M., 1981, Exploración Geológico-Económica del cuadrán - gulo Estación Llano-Imuris. (inédito)

- PEREZ, E., 1979, Reconocimiento Geológico Preliminar, Proyecto Grafito Alamos, Sonora. Depto. de Geol. Universidad de Sonora. (inédito)
- PEREZ, E., 1979, Visita a Zonas Calcáreas. Ejido El Copas, -- Alamos, Sonora., Direc. de Min., Geol. y Energ. Gobno. del Edo. de Sonora. (inédito)
- PEREZ, E., 1981, Reporte de la Visita a los Depósitos de Dolomita del Noroeste de Hermosillo, Dir. de Min., Geol. y Energ. Gobno. del Edo. de Sonora. (inédito)
- PEREZ, E. Y GONZALEZ, J.R., 198 , Cálculo de Tonelaje de los Depósitos Calcáreos de Santa Ana, Sonora. Direc. de Min. Geol. y Energ. del Gobno. del Edo. de Sonora. (inédito)
- RIOS, R.G. Y BADILLA, R.C., 1978, Una Nueva Localidad de Zeolitas Volcanosedimentarias en México, Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XXXIX, No. 2, p.p. 136-145.
- SECRETARIA DEL DESARROLLO DEL ESTADO, 1970, Sonora Presencia Minera. Gobno. del Edo. de Sonora, Hermosillo, Sonora, p.p. 7-12.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1981, Atlas Nacional del Medio Físico. Estados Unidos Mexicanos, 224 ps.
- TORRES, P.R., 1981, Reconocimiento a Depósitos Calcáreos localizados en el Mpio. de Alamos, Sonora, Direc. de Min., - Geol. y Energ. Gobno. del Edo. de Sonora, 5 ps. (inédito)
- UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR, Bureau of Mines, -- 1975, Mineral Facts and Problems, Washington, p. 255.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR, Bureau of Mines, -- 1981, Mineral Commodity Summaries. 189 ps.

WINDT, C.J., SANTILLANEZ, J., Y MONTES, M., 1979, Reporte -  
del Estudio de Reconocimiento en el Dist. Centro Orien  
tal de Sonora. Depto. Geol. Universidad de Sonora. -  
(inédito)

## A N E X O S

- Tabla A.- Distribución en el tiempo de algunas rocas industriales y minerales no metálicos de Sonora.
- Explicación de la tabla A
- Tabla No. 1.- Producción mundial de algunas rocas y minerales industriales en el período 1979-1981.
- Tabla No. 2.- Principales países productores de rocas y minerales industriales entre 1979 y 1981.
- Tabla No. 3.- Datos de producción, exportación e importación de rocas y minerales industriales en la República Mexicana entre 1978 y 1980.
- CARTA DE ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO METALICOS DE SONORA.

ORIGEN GEOLOGICO DE LA SUBSTANCIA

TABLA A DISTRIBUCION EN EL TIEMPO DE ALGUNAS ROCAS INDUSTRIALES Y MINERALES NO METALICOS DE SONORA		SEDIMENTARIO				METAMORFISMO DE CONTACTO			HIDROTHERMAL			VOLCANICO		EVAPORITICO		EDAD EN MILLO- NES DE AÑOS.*				
		BARITA	CALIZA	DOLOMITA	DIATOMITA	GRAFITO	MARMOL	MICA	WOLLASTONITA	SILICE	FLUORITA	CAOLIN	ZEOLITAS	CANTERA	PERLITA		BORATOS	YESO	CARB. DE SODIO	SULF. DE SODIO
C E N O Z O I C O	CUATERNARIO																		1.8	
	T E R C. C.	NEOGENO																		30
		PALEOGENO																		65
M E S O Z O I C O	C R E T A C I C O	Tard.																	100	
		Temp.																	136	
	JURASICO																		190-195	
	TRIASICO																		225	
P A L E O Z O I C O	PERMICO																		280	
	PENSILVANICO																		325	
	MISSISSIPICO																		345	
	DEVONICO																		395	
	SILURICO																		430-440	
	ORDOVICICO																		500	
	CAMBRICO																		570	
PRECAMBRICO																				

Construyó: Juan R. González S.

Notas:

- 1.- Las edades de los depósitos están tomadas de hojas detenal, relaciones de campo y referencias citadas en el texto.
- 2.- La edad de los depósitos varía verticalmente y la abundancia de estos horizontalmente (Abundancia de Depósitos reportados en el texto).

\* Edad de la base

EXPLICACION DE LA TABLA A.- Distribución en el tiempo de algunas rocas industriales y minerales no metálicos de Sonora.

Esta tabla se construyó con el objeto de observar la distribución en el tiempo de los depósitos mencionados en el texto. De ella se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1.- Los depósitos sedimentarios de barita, caliza y dolomita son los mas antiguos.

2.- Las rocas sedimentarias antiguas metamorfizadas posteriormente son una importante fuente para la formación de depósitos mas recientes. Por ejemplo mármoles de calizas,

3.- El metamorfismo de contacto del Cretácico originó importantes depósitos, principalmente de grafito.

4.- Un evento hidrotermal generador de importantes depósitos se llevó a cabo despues y/o en las últimas etapas de la actividad ignea intrusiva cretácica y otro al finalizar la actividad volcánica terciaria.

5.- El vulcanismo del Terciario dió origen a grandes depósitos de rocas potencialmente aprovechables como tobas (canteras), perlita y rocas zeolíticas; también fue importante fuente de materiales para la formación de los depósitos evaporíticos.

6.- Según la tabla A, los depósitos sedimentarios se encuentran en toda la escala del tiempo en Sonora.

TABLA No. 3 (continuación)

ROCA O MINERAL INDUSTRIAL	AÑO	PRODUCCION (TONELADAS)	EXPORTACION (KILOGRAMOS)	IMPORTACION (KILOGRAMOS)
Yeso	1978	1'557,870	1,535'304,865	25'039,459
	1979	2'021,006	1,838'278,381	26'325,806
	1980	1'708,924	1,607'674,583	27,868,492

FUENTE DE INFORMACION

- Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 1979 y 1980 C.R.M.
- Las exportaciones e importaciones para 1980 son cifras preliminares en peso bruto.

PRODUCCION ANTRACITA DE LA JUNTA OCIDENTAL MINERARIA INDUSTRIALES

EN EL PERIODO 1979-1981

ROCA O MINERAL INDUSTRIAL	1 9 7 9 (Toneladas)	1 9 8 0 (Toneladas)	1 9 8 1 (Toneladas)
Barita	6'702,730	7'346,700	7'880,000
Boratos	2'630,300	2'730,000	2'460,000
Calizas (incluye cal viva e hidratada)	112'972,292	100'677,000	
Caolín		17'240,000	
Diatomita	1'587,250	1'569,110	
Fluorita	4'788,960	4'880,000	4'990,000
Grafito (no incluye la producción de E.U.A.)	527,874	495,222	
Halita	167'795,000	165'000,000	164'000,000
Mica	232,239	226,796	
Perlita	777,000	1'450,000	1'600,000
Sulfato de Sodio	1'743,254	1'799,488	
Carbonato de Sodio	7'650,545		
Yeso	74'332,278	71'000,000	73'000,000
Wollastonita	150,000		

FUENTES DE INFORMACION:

(1) Mineral Commodity Summaries 1981

(2) Mining Annual Review 1982

(3) Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, C.R.M. Los datos de producción de 1981 son cifras estimadas, excepto la correspondiente a mica.

(4) Industrial Minerals, August 1981.

Los datos de producción de 1980 son cifras estimadas, excepto la correspondiente a mica. Los datos de producción de 1981 son cifras estimadas, excepto la correspondiente a fluorita.



TABLA No. 3 (continuación)

ROCA O MINERAL INDUSTRIAL	AÑO	PRODUCCION ( TONELADAS)	EXPORTACION (TONELADAS)	IMPORTACION (KILOGRAMOS)
Halita	1978	5'635,000	4,460'078,500	1'378,206
	1979	6'169,426	5,233'356,333	864,446
	1980	6'575,302	5,256'559,470	1'338,932
Mármol	1978	144,554	1'324,468	4'790,928
	1979	155,578	1'003,836	3'290,999
	1980	164,392	8'736,660	3'367,959
Mica	1978	401	10,000	87,604
	1979	243	18,899	631,206
	1980	331	12,000	555,948
Perlita	1978	24,517	5'053,344	-
	1979	41,988	2'907,170	-
	1980	44,379	1'881,405	-
Sílice	1978	532,209	18'233,706	331'946,649
	1979	537,299	16'609,096	464'914,667
	1980	728,304	9'729,367	435'566,198
Wollastonita	1978	10,956	460,048	-
	1979	11,892	124,172	-
	1980	14,400	400,000	-

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES ENTRE 1979 Y 1981

ROCA O MINERAL INDUSTRIAL	P A I S E S	1 9 7 9 (Toneladas)	1 9 7 9 (Toneladas)	1 9 8 0 (Toneladas)	1 9 8 1 (Toneladas)
Barita	E.U.A.	57,141	1'843,024	2'358,200	2'180,000
	India	49,885	387,289	362,800	345,000
	Tailandia	40,815	378,219	362,800	307,000
Boratos	E.U.A.	1'534,251	1'442,130	1'360,500	1'340,000
	Turquía	9'954,000	907,000	907,000	7'000,000
	U.R.S.S.	4'693,400	199,540	199,540	7'500,000
Calizas	U.R.S.S.	121,563	23'582,000	21'314,500	-
	E.U.A.	31,751	18'997,115	16'416,000	-
	Polonia	3,629	9'614,200	8'616,500	-
Caolín	E.U.A.	599,000	-	6'349,000	-
	Inglaterra	-	-	2'721,000	-
	U.R.S.S.	136,000	-	1'814,000	-
Carbonato de Sodio	E.U.A.	483,431	7'485,471	7'437,400	-
	Kenia	451,686	154,900	158,725	-
		335,590	-	-	-
Diatomita	E.U.A.	74,000	650,319	632,179	-
	Dinamarca	15,000	206,796	206,796	-
	Francia	9,700	199,540	199,540	-
Fluorita	México	1'269,410	875,255	816,300	1'120,000
	U.R.S.S.	1'349,000	521,525	521,525	550,000
	España	1'895,500	408,150	408,150	Sudáfrica - 497,000

- 0 - Las cifras correspondientes a 1980 son estimadas excepto para caolín.
- Minerals, August : - La producción de wollastonita para Turquía en 1979 es estimada
- Las cifras correspondientes a boratos y perlita para 1981 son estimadas.