



UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

1858  
Exactas  
Ris.-T940

GEOLOGIA DE LA CARTA RAYON, CON ENFASIS EN EL  
AREA CERRO DE ORO, SONORA CENTRAL

T E S I S  
Biblioteca Depto.  
de Geologia

Que para obtener el Titulo de

G E O L O G O

P R E S E N T A N

*Ana Alejandrina Castro Rodriguez*  
*Sergio Morfin Velarde*

HERMOSILLO, SONORA

AGOSTO DE 1988

# 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



Departamento de Geología



BIBLIOTECA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA

NOMBRE DE LA TESIS:

"GEOLOGIA DE LA CARTA RAYON, CON ENFASIS EN EN AREA CERRO DE ORO, SONORA CENTRAL "

NOMBRE DE LOS SUSTENTANTES:

ANA ALEJANDRINA CASTRO RODRIGUEZ SERGIO MORFIN VELARDE

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.

G. RICARDO VEGA G.

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. RICARDO AMAYA

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.

G. CARLOS GONZALEZ

A T E N T A M E N T E "EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"

ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ Coordinador Ejecutivo

RAM\*ag

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES  
por su gran apoyo  
y confianza

A MIS HERMANOS  
por la ayuda recibida y  
por ser siempre un motivo  
para seguir adelante

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS  
coparticipes de tantas  
inquietudes e ilusiones;  
especialmente a ti, Lupita.

Biblioteca Depto. ALEJANDRINA  
de Geología

A MIS PADRES  
por su gran amor, paciencia  
y sacrificios constantes,  
durante mi formación profesional.  
Mi sincero cariño.

A MIS TIOS  
por su gran apoyo, comprensión  
y confianza; de verdad mi eterna  
gratitud



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
BIBLIOTECA DE CIENCIAS  
EXACTAS Y NATURALES

A MIS HERMANOS  
por su ayuda incondicional  
en todo momento. Gracias

SERGIO

# I N D I C E

## RESUMEN

### I. GENERALIDADES

1.1	Localización y vías de acceso . . . . .	1
1.2	Clima, flora y fauna . . . . .	3
1.3	Método de trabajo . . . . .	4
1.4	Trabajos previos . . . . .	5
1.5	Agradecimientos . . . . .	7

II.	FISIOGRAFIA . . . . .	8
-----	-----------------------	---

### III. ESTRATIGRAFIA

#### 3.1 ROCAS SEDIMENTARIAS

##### 3.1.1 Precámbrico

3.1.1.1	Grupo La Palma . . . . .	10
	Unidad El Tápiro . . . . .	10
	Unidad El Alamo . . . . .	12
	Unidad Año Nuevo . . . . .	17

##### 3.1.2 Mesozoico

3.1.2.1	Grupo Cerro de Oro . . . . .	22
	Formación Los Tubos . . . . .	22
	Formación Caliza Antúnez . . . . .	28
	Formación Los Valles . . . . .	31

3.1.3	Cenozoico	
3.1.3.1	Formación Báucarit . . . . .	35
3.1.3.2	Terrazas aluviales . . . . .	38
3.1.3.3	Aluvi3n . . . . .	39
3.2	ROCAS IGNEAS	
3.2.1	Mesozoico	
3.2.1.1	Rocas volcánicas del Cretácico superior - Terciario inferior . . . . .	40
3.2.2	Cenozoico	
3.2.2.1	Intrusivo terciario inferior . . . . .	43
3.2.2.2	Rocas volcánicas del Terciario . . . . .	45
3.2.2.3	P3rfido terciario . . . . .	49
IV.	GEOLOGIA ESTRUCTURAL . . . . .	51
4.1	Estructuras pre-cretácicas . . . . .	52
4.2	Deformaci3n mesocretácica . . . . .	57
4.3	Estructuras del Terciario medio - superior . . . . .	66
V.	TECTONICA Y GEOLOGIA HISTORICA . . . . .	67
5.1	Precámbrico . . . . .	67
5.1.1	Precámbrico Tardío . . . . .	67
5.2	Mesozoico . . . . .	68
5.2.1	Jurásico medio - superior . . . . .	68
5.2.2	Cretácico inferior . . . . .	68
5.2.3	Cretácico superior . . . . .	71
5.3	Cenozoico . . . . .	74
5.3.1	Oligoceno - Mioceno superior . . . . .	74

VI. GEOLOGIA ECONOMICA . . . . .	77
----------------------------------	----

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	79
---	----

BIBLIOGRAFIA

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

RELACION DE FIGURAS

/Fig. 1 Plano de localización . . . . .	1
/Fig. 2 Plano de provincias fisiográficas . . . . .	2
/Fig. 3 Columna geológica general . . . . .	3
Fig. 4 Correlación del grupo La Palma . . . . .	21-22
/Fig. 5 Sección esquemática del cerro El Cobrizo . . . . .	23
Fig. 6 Columna medida del grupo Cerro de Oro . . . . .	27
Fig. 7 Principales afloramientos del Cretácico inferior .	34
Fig. 8 Tabla de correlación litoestratigráfica . . . . .	30-31
Fig. 9 Tabla de correlación del Cretácico inferior . . .	34-35
Fig. 10 Sección estructural A-A' . . . . .	53
Fig. 10a Pliegue isoclinal de escala decimétrica . . . . .	55
Fig. 10b Plegamiento suave de las rocas precámbricas. . . .	55
Fig. 11 Diagrama de concentración de polos de estratificación para el grupo La Palma . . . . .	56
Fig. 12 Polo y círculo para el diagrama del grupo La Palma . . . . .	56

Fig. 13	Diagrama de concentración de polos de estratificación para el grupo Cerro de Oro . . . . .	63
Fig. 14 y 15	Círculos y polos para el diagrama de la secuencia del grupo Cerro de Oro . . . . .	63
Fig. 16	Cabalgamiento entre la secuencias precámbrica y del Cretácico inferior (cerro Las Chivas). . . . .	60
Fig. 17	Cabalgadura entre las secuencias precámbrica y del Cretácico inferior (cerro Las Arenillas) . . . . .	60
Fig. 18	Modelo general estructural del área, después de la fase mesocretácica . . . . .	65
Fig. 19	Esquema paleogeográfico del Cretácico inferior . . . . .	70
Fig. 20	Modelo de evolución desde el Tithoniano - Neocomiano al Albiano medio (según Rangin, 1982). . . . .	72

## RESUMEN

En el área de estudio se diferenciaron rocas del Precámbrico, Mesozoico y Cenozoico.

Dentro de las <sup>Período</sup> rocas del Precámbrico se tiene una secuencia sedimentaria definida como grupo La Palma <sup>constituida por unidades</sup> con tres unidades bien diferenciables entre sí; unidad El Tápiro, formada básicamente <sup>por</sup> de ortocuarcitas, calculándose un espesor aproximado de 350 m. para ella; unidad El Alamo, constituida principalmente de areniscas arcósicas para la cual <sup>con</sup> se definen 790 m. de espesor y, por último la unidad Año Nuevo, representada por intercalaciones de dólmias y ortocuarcitas con algunos horizontes estromatolíticos, estimándose un espesor de 500 m. Este grupo se depositó en un ambiente típico de plataforma somera a costero. En base a correlación litológica y fósil la edad de la secuencia es Precámbrico Tardío.

Discordantemente sobre estas rocas <sup>atlowa</sup> se presenta una secuencia sedimentaria <sup>1</sup> depositada en un ambiente de plataforma somera <sup>1</sup> con desarrollo de <sup>1</sup> bancos arrecifales. <sup>es</sup> Esta secuencia está representada por el grupo Cerro de Oro dividido en tres formaciones que, de la base a la cima, son: <sup>F</sup> formación Los Tubos, <sup>F</sup> formación Caliza Antúnez y <sup>F</sup> formación Los Valles. La primera de ellas está formada por areniscas, limolitas y calizas características <sup>2</sup> de facies de <sup>?</sup> transgresión. Su espesor fue estimado aproximadamente en 300 metros. Gradualmente de esta <sup>F</sup> formación se pasa a la <sup>F</sup> formación Caliza Antúnez constituida de gruesos estratos de calizas fosilíferas. Durante su formación se tuvo el desarrollo de bancos arrecifales con fauna <sup>de</sup> como

rudistas y corales. La edad <sup>estimada para</sup> de esta formación es Albiano Temprano, asignada en base a fósiles encontrados como Orbitolina sp. y el rudista Coalcomana ramosa. El espesor de la formación es aproximadamente de 515 metros.

Posteriormente, una regresión del mar da lugar al depósito de los sedimentos de la formación Los Valles, constituida de areniscas y limolitas principalmente. El espesor <sup>para</sup> de esta secuencia no fue posible <sup>establecerlo</sup> conocerlo ya que su contacto <sup>sup</sup> se pierde bajo las rocas volcánicas del Cretácico superior - Terciario inferior.

Estas rocas volcánicas cubren discordantemente a las rocas anteriores y representan el primer período volcánico en el área.

El plegamiento producido en las rocas del Precámbrico Tardío, <sup>origen</sup> corresponde probablemente al desarrollado durante la fase Nevadiana del Jurásico superior.

Posteriormente, tanto las rocas del Precámbrico Tardío como las del Cretácico inferior se vieron afectadas por la fase mesocretácica, produciendo plegamiento y cabalgamiento, este último con vergencia hacia el NE. El término de esta fase en el área está dado por la discordancia de las rocas volcánicas del Cretácico superior - Terciario inferior, mencionadas anteriormente sobre el Cretácico inferior sedimentario.

Todo el conjunto de rocas mencionadas se vieron afectadas por el intrusivo granítico de edad Eoceno produciendo en ellas alteración y metamorfismo.

Durante el Oligoceno - Mioceno rocas volcánicas de carácter intermedio a félsico se depositan en gran parte del área. Estas rocas están representadas por derrames andesíticos, tobas y, como última etapa del evento, un volcanismo bimodal. Posterior a este evento, se desarrolla una fase distensiva, la cual es responsable de la morfología de sierras y valles paralelos, donde fueron depositados sedimentos continentales componentes de la Formación Báucarit.



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
BIBLIOTECA DE CIENCIAS  
EXACTAS Y NATURALES

## I. GENERALIDADES

### 1.1 Localización y vías de acceso

El área de estudio se encuentra enmarcada por los paralelos  $29^{\circ} 30'$  y  $29^{\circ} 45'$  de latitud norte y los meridianos  $110^{\circ} 40'$  y  $110^{\circ} 20'$  de longitud oeste, situada en la porción central del Estado de Sonora. Dicha área corresponde a la carta topográfica INEGI "RAYON" (H12D22), cubriendo aproximadamente 900 Kms. cuadrados.

El acceso, partiendo de la ciudad de Hermosillo, es posible a través de dos carreteras pavimentadas; una es la carretera federal MEX 15 (Hermosillo-Nogales) que comunica, por medio de un camino pavimentado, con el poblado de Carbó. Partiendo de ahí, se deriva un camino de terracería hacia Rayón, principal centro poblacional del área de estudio.

Otro acceso se puede llevar a cabo, siguiendo la misma carretera MEX 15 hasta el entronque con la carretera pavimentada estatal SON 21 llegando al poblado de Ures, continuándose por un camino de terracería que lo une a Rayón.

De la carretera estatal número 21 existe un camino pavimentado desde el Alamito-Buena Vista hasta el Real del Alamito que se continúa a partir de ahí, como un camino de terracería hasta San Miguel de Horcasitas, este camino conecta con la población de Rayón.

Existen además caminos vecinales de terracería que nos comunican con la mayor parte del área; uno de los más importantes es el que une a Rayón con el ejido de Cerro de Oro.

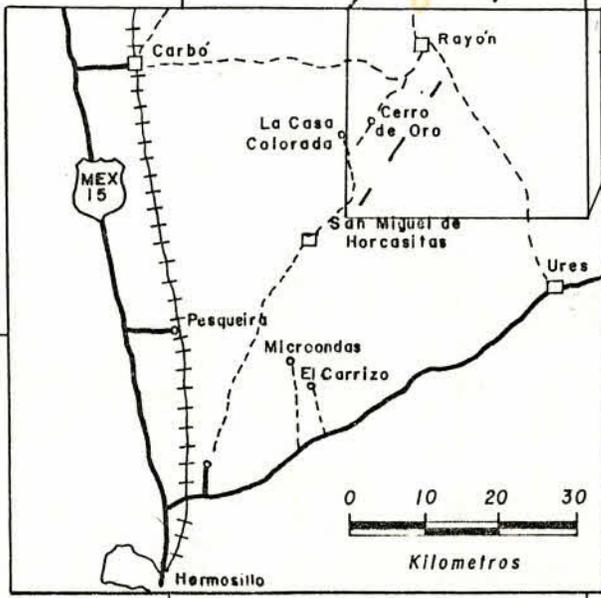
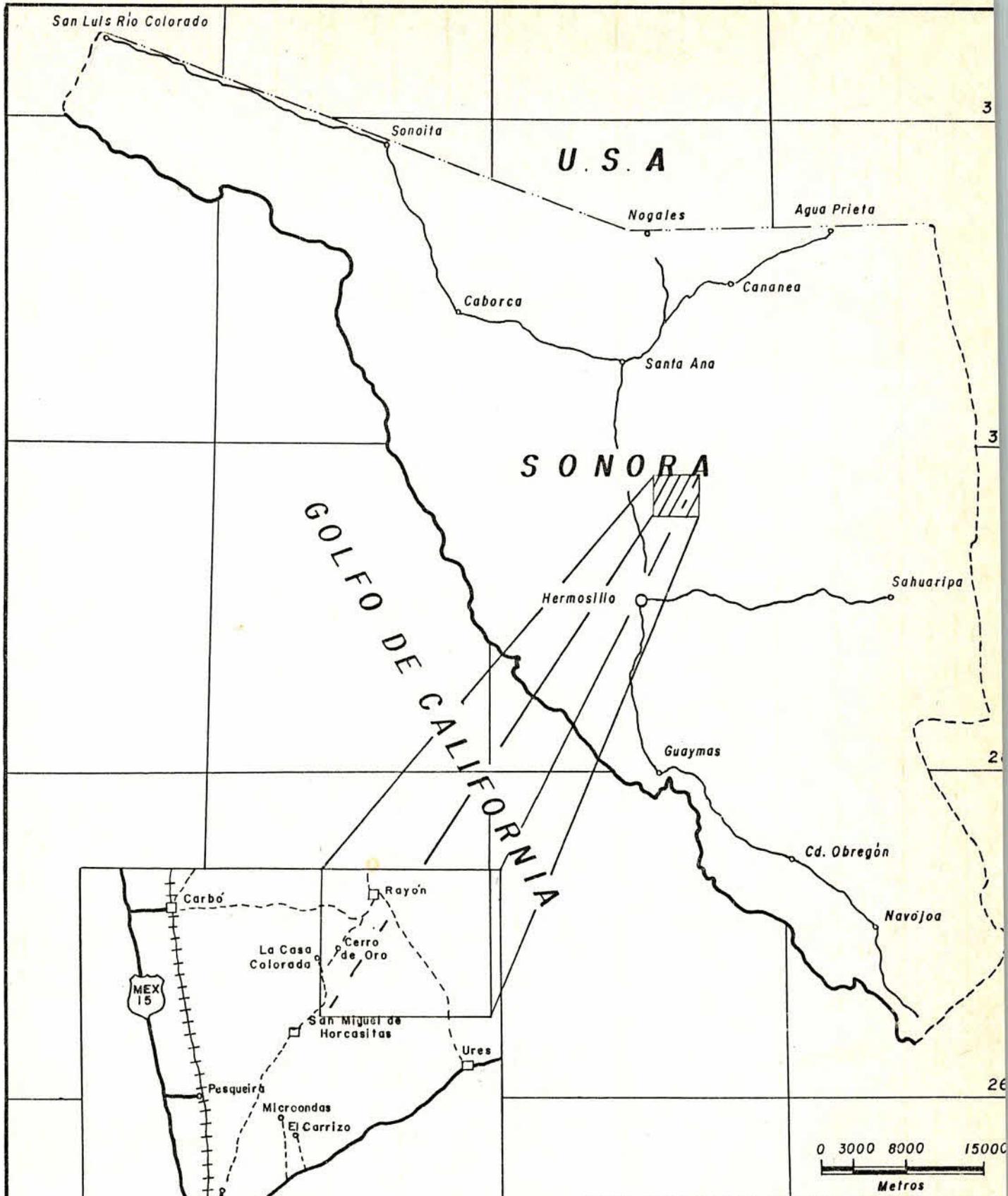


Figura 1

<b>UNIVERSIDAD DE SONORA</b>	
<b>ESCUELA DE GEOLOGIA</b>	
<b>PLANO DE LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO</b>	
Tesis Profesional	Por:
Escala Gráfica	A. Castro R. S. Martín V.

## 1.2 Clima, flora y fauna

El clima de esta región es seco-semicálido con temperatura media anual de 20 a 22 grados centígrados, llegándose a presentar temperaturas más bajas de 0 ° c en invierno. Los meses más cálidos son julio y agosto presentándose una precipitación anual media de 300 a 400 mm.

La vegetación existente en la región es la resultante del tipo de clima presente, teniéndose principalmente mezquite (*Prosopis juliflora*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), cactus (*Hariota salicornioidea*), sahuaro (*Carnegiea juliflora*), uña de gato (*Acacia greggy*), palo verde (*Cercidium microphyllum*), lechuguilla (*Agave funkiana*) y pitahaya dulce (*Lemaire* o *Cereus thurberi*).

Dentro de la fauna presente en el área, principalmente se observa: venado (*Canis latrans clepticus*), víbora de cascabel (*Crotalus terrificus basiliscos*), liebre (*Lepus gaillardi*), alacrán (*Mastigoproctus giganteus*). Existen además otros animales como son: gato montés, coyote, zorra, conejo, mapaches y gran variedad de insectos.

### 1.3 Método de trabajo

La realización del presente trabajo se llevó a cabo en varias etapas. La primera de ellas consistió <sup>fué</sup> de la recopilación y análisis de la información bibliográfica.

Posteriormente se hizo la fotointerpretación preliminar del área en base a fotografías aéreas verticales <sup>pancromáticas</sup> blanco y negro, escala 1:50,000 (DETENAL), pasándose los contactos y estructuras mayores en un plano topográfico de la misma escala.

Se realizaron para el levantamiento cartográfico una serie de secciones, durante las cuales se efectuó el muestreo necesario para la identificación y clasificación petrográfica de las rocas que conforman las unidades, así como <sup>recolección de fósiles para su</sup> la identificación y <sup>posterior</sup> <sup>Acabamiento estos.</sup> fechación de fósiles.

<sup>Finalmente,</sup> Por último, en trabajo de gabinete, se ordenaron e interpretaron los datos que permitieron la configuración de la geología a semidetalle del área de estudio.

#### 1.4 Trabajos previos

Los estudios más antiguos realizados en el área se hicieron principalmente en la parte centro oeste, en el Distrito Minero de Cerro de Oro, debido a la importancia económica que éste representa.

El primer trabajo reportado fue el llevado a cabo por Teodoro Flores (1929), <sup>en</sup> quien <sup>su</sup> hace un reconocimiento regional entre Nogales y la región de Guaymas con interés minero.

Entre las compañías que han hecho evaluaciones del depósito mineral de Cerro de Oro se encuentran: Servicios Industriales Peñoles (1978), Minerales de ~~Sotula~~ <sup>en sociedad con</sup> Compañía Minera Fresnillo (1982) haciendo ya un estudio más regional y realizando esta última una exploración a diamante de 941 m. Servicio Industriales Peñoles desde 1985 hasta la fecha está efectuando una nueva evaluación del prospecto de Cerro de Oro.

Rangin (1982), ~~dentro de un trabajo de tesis que comprende al Sistema Cordillerano del noroeste de México~~ muestra una sección del área de Cerro de Oro. <sup>El hace</sup> <sup>de</sup> menciona una serie volcánica intensamente plegada en dirección NNW-SSE, localizada entre Ures y Rayón, <sup>siempre de</sup> y una secuencia detrítica y calcárea fosilífera perteneciente al Cretácico inferior.

Menicucci, Mesnier y Radelli (1971-1974) <sup>describen</sup> realizaron ~~varios trabajos en el área de estudio con enfoque minero para la empresa minera francesa Peñarroya. Los resultados por ellos obtenidos fueron publicados en 1982; en ellos se informa de una secuencia sedimentaria compuesta de calizas y areniscas pertenecientes al~~

Pérmico inferior <sup>en base</sup> de acuerdo a la fauna encontrada en ella. Esta secuencia descansa discordantemente sobre una unidad de cuarcitas de edad Paleozoico, siendo a su vez cubierta en discordancia por calizas, areniscas y rocas volcánicas del Cretácico.

Sitten Ayala (1987), realizó un trabajo de tesis, intitulada "Exploración geológica - minera del área Cerro Colorado en el distrito de Cerro de Oro, Sonora", municipio de Rayón.

El último trabajo reportado del área es el de González (1988) expuesto en la 14 semana cultural del Departamento de Geología, como un resumen del avance de su tesis de maestría.



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

## 1.5 Agradecimientos

Este trabajo no lo sentiríamos completo si no expresáramos nuestro sincero agradecimiento a quienes de una u otra manera ayudaron a su elaboración.

Muchas gracias al Departamento de Geología quien de tantas maneras y de principio a fin contribuyó a la realización de este trabajo. A su coordinador, Ing. Ricardo Amaya, por habernos permitido realizarlo. Con un reconocimiento muy especial agradecemos al G. Ricardo Vega, por su asesoramiento en el presente trabajo, por su compañerismo y su gran paciencia hacia nosotros. Igualmente, al Dr. Thierry Calmus, quien sólo tuvo para este trabajo y para nosotros sugerencias de valor inapreciable, hacia él, todo nuestro respeto y cariño.

Nuestra gratitud al Dr. Emilio Almazán y a la M. en C. Olivia Pérez Ramos, por su gran ayuda en las determinaciones paleontológicas. A los maestros del Departamento de Geología, muy especialmente a los geólogos Saul Herrera y Mariano Morales, por aceptar revisar este trabajo. Al G. Ismael Minjarez, por la bibliografía facilitada y al Dr. Luigi Radelli, por sus acertadas sugerencias.

A nuestros compañeros de proyecto, por su colaboración. A los compañeros Rigoberto, Campuzano e Ismael Soto, por su ayuda en la elaboración de los dibujos. Gracias también a los trabajadores del laboratorio de Geología, por su desinteresada ayuda. Muy especialmente damos las gracias a la familia Grijalva, por el apoyo recibido, así como también a las personas que nos acompañaron en las visitas de campo, compartiendo todo lo que ello significa.

A todos ellos GRACIAS

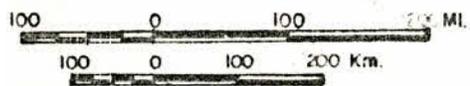
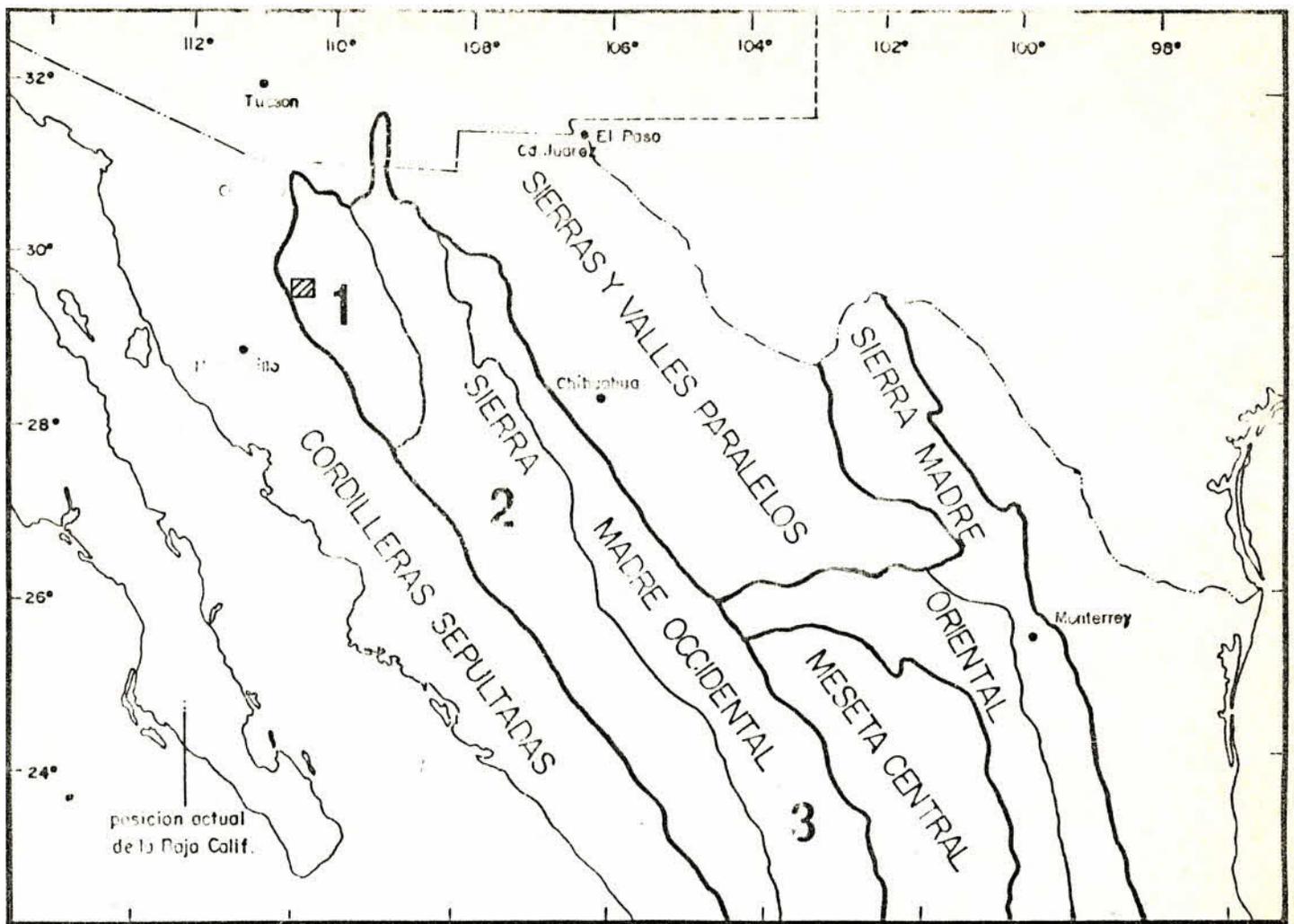
## II. FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, y en ésta, formando parte de la subprovincia de Cordilleras Altas Sonorenses o Cordilleras Alargadas (según Raisz, 1964), (fig. 2).

El área en general se caracteriza por presentar sierras con orientación NNW-SSE, las cuales se encuentran limitadas por valles intermontanos rellenos por conglomerados mal consolidados y material eluvial, producto de la tectónica distensiva del Terciario medio que afectó la parte nor-occidental de México.

La topografía en el área es de tipo juvenil, los rasgos geomorfológicos más sobresalientes se tienen distribuidos de la siguiente manera: en la margen este aflora parte de lo que constituye el Batolito de Aconchi donde se tienen elevaciones que alcanzan los 1200 m. s.n.m.; en la zona oeste centro afloran montañas alargadas con orientación NW-SE compuestas de rocas sedimentarias de edad Precámbrico y Cretácico inferior; en la margen oeste y hacia el noroeste de la carta la topografía es abrupta con escarpes generalmente constituídos de rocas volcánicas terciarias; la parte media se encuentra ocupada por el valle del río San Miguel con elevaciones medias de 500 m. s.n.m.

El área se ubica en la vertiente del Pacífico y está drenada con corrientes intermitentes dispuestas en patrones de drenajes integrados, los cuales vierten sus aguas hacia el río San Miguel.



- 1** Cordilleras Altas Sonorenses o Cordilleras Alargadas
- 2** Meseta de Lava (P. Pública)
- 3** Altiplano Oriental con Cuencas
- Area de Estudio

Fig. 2 SUBPROVINCIAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL  
(Según Raisz, 1964).

<b>UNIVERSIDAD DE SONORA</b>	
<b>ESCUELA DE GEOLOGIA</b>	
<b>PROVINCIAS FISIOGRAFICAS</b>	
Tesis Profesional	Por:
Fuente Original	A. Castro R. y Morfín V.

### III. ESTRATIGRAFIA

#### 3.1 ROCAS SEDIMENTARIAS

##### 3.1.1 PRECAMBRICO

##### 3.1.1.1 GRUPO LA PALMA

Se designa con este nombre a una secuencia que está formada de la base a la cima por: ortocuarcitas, areniscas arcóscicas con ocasionales limolitas intercaladas y por una alternancia compuesta de ortocuarcitas y dolomías; estas tres secuencias son bien diferenciables entre sí por lo que es posible dividirla en tres unidades litoestratigráficas: unidad El Tápiro, unidad El Alamo y unidad Año Nuevo.

El grupo se encuentra distribuído en la porción centro oeste del área donde fue posible diferenciarlo en las unidades antes mencionadas. Esta diferenciación no fue posible hacerla en la porción noreste, en el cerro Las Moras.

#### UNIDAD EL TAPIRO

##### Definición

Está compuesta por areniscas de cuarzo de grano medio a fino, las cuales presentan una buena estratificación mediana.

##### Distribución

Aflora entre las márgenes este y norte del grupo La Palma y se caracteriza por formar los relieves más altos y abruptos de la misma. Los lugares donde se tiene mejor expuesta son los cerros El Tápiro, La Rinconada, El Resbaladero, La Huerta y La Uvalama.

## Litología y espesor

Consiste de areniscas bien estratificadas de color blanco a naranja claro, de grano medio a fino, muy bien clasificados y redondeados, representados por más del 95% de cuarzo y menos del 5% de feldespatos y fragmentos de roca; por lo que esta roca se clasifica como ortocuarcita. Comúnmente se encuentra en estratos de 50 cm. a 1 metro de espesor y presenta zonas con escasas estructuras sedimentarias como laminaciones y estratificación cruzada.

A la cima de la unidad, se puede observar un cambio transicional con la roca suprayacente, el cual es indicado por un contenido mayor de feldespatos en la roca.

Debido al fuerte plegamiento y fallamiento que presenta la secuencia, no fue posible obtener un espesor preciso de la misma, sin embargo se estima que puede sobrepasar los 350 metros.

## Relaciones Estratigráficas

Se desconoce el límite inferior de la unidad; el contacto superior es gradual y concordante hacia la unidad El Alamo, reflejándose éste por un cambio mayor en el contenido de feldespatos, así como también por un marcado contraste en el color y tipo de drenaje de las rocas. En muchas ocasiones el contacto es por falla como se puede observar en el cerro El Tápiro.

Esta unidad se encuentra cabalgando al grupo Cerro de Oro y a la unidad El Alamo, encontrándose fuertemente afectada por un intrusivo granítico del Terciario inferior.

## Edad y correlación

Se le ha asignado una edad del Precámbrico Tardío por encontrarse estratigráficamente bajo las unidades El Alamo y Año Nuevo; además por considerar que en los lugares aledaños (Hoja Opodepe), tanto esta unidad como la del Alamo, descansan en discordancia sobre rocas precámbricas ígneas y metamórficas (Prospecto Aconchi, 1988). Para esta unidad no se ha encontrado una secuencia similar en Sonora.

## Origen y medio ambiente de depósito

Se considera que el depósito de estas rocas tuvo lugar en un ambiente típico de línea de costa, en una zona estable donde los sedimentos han sufrido retrabajo, los cuales fueron derivados a partir de rocas ígneas y metamórficas precámbricas que formaban el basamento cristalino del lugar.

## UNIDAD EL ALAMO

### Definición

Está constituida principalmente por un paquete bien estratificado de areniscas arcóscas, las cuales presentan zonas con alternancias de limolitas y algunos horizontes con variaciones a vacas cuarzofeldespáticas.

## Distribución

Se tiene ampliamente representada en la franja orientada NW-SE entre los cerros Año Nuevo - Verdina y Uvalama - La Huerta. Otros lugares donde se encuentra bien expuesta son principalmente en los cerros Mina de los Gambusinos, La Colorada y en El Cobrizo. Tiende comúnmente a formar lomeríos.

## Litología y espesor

La arcosa es la roca más abundante en la unidad, presenta un color que varía de café a café rosado en superficie fresca y café amarillento en superficie de intemperismo; en general es de grano medio, bien clasificados, de subangulosos a redondeados. La composición mineralógica es cuarzo en un 60%, feldespatos y plagioclasas del 25-30% y fragmentos de roca en un 2%, están englobados por una matriz arcillosa menor del 10%. Se encuentra en estratos variables de 40 a 60 centímetros y hasta 1 metro de espesor. Una característica propia de la roca es la estratificación cruzada, además presenta otras estructuras como laminaciones y estratificación flaser.

Distribuidas entre las arcosas existen zonas donde se tienen alternancias de limolitas y lodolitas, las cuales presentan un color café rojizo. La mineralogía es la misma pero con un porcentaje mayor de arcillas; generalmente se presenta en estratos desde 10 centímetros a 1 metro de espesor y es común encontrarlas oxidadas.

También existen algunos horizontes menores de 1 metro de espesor donde la arcosa gradúa hacia una roca café rojiza, mal clasificada de granos finos a gruesos y angulosos, compuestos por cuarzo(40%), feldespatos (30%) y fragmentos de roca (3%), envueltos en una matriz arcillosa mayor del 20%. En base a lo anterior se clasifica como una waca cuarzofeldespática.

La parte superior de la unidad está representada de dos maneras distintas; por un lado en la zona norte, en los cerros Hortensia y Verdina está formada por un paquete de lutitas y limolitas en lajas con horizontes alternados de areniscas de cuarzo; su aspecto físil y su coloración café amarillenta de intemperismo las hacen fácilmente distinguibles en el campo. Hacia el sur se puede observar la desaparición por acuñaamiento de estas lajas, posiblemente debido a un cambio de facies lateral en el ambiente y/o por fallamiento.

El cambio hacia la unidad Año Nuevo es gradual y concordante, el cual es indicado por el aporte arenoso que muestran las dolomías que forman la base de ésta.

Los efectos del plegamiento y fallamiento presentado en la unidad, no permiten calcular un espesor real de la secuencia, sin embargo Carlos González (1988) midió para esta unidad 790 metros en el cerro El Cobrizo.

#### Relaciones estratigráficas

La unidad El Alamo sobreyace de forma concordante y transicional a la unidad El Tápiro y a su vez gradúa de manera similar a la unidad Año Nuevo. Esta unidad se presenta también



cabalgando al grupo Cerro de Oro y a la unidad Año Nuevo. Se encuentra cubierta en discordancia por el grupo Cerro de Oro y por rocas volcánicas del Terciario y del Cretácico superior - Terciario inferior.

#### Edad y correlación

Se considera del Precámbrico Tardío por encontrarse de manera concordante entre las unidades El Tápiro y Año Nuevo. Debido a que subyace en concordancia a la unidad Año Nuevo y a su carácter detrítico podría corresponder en edad a la Formación Clemente descrita por Stewart, et al (1984).

#### Origen y medio ambiente de depósito

Debido a la abundancia en estratificación cruzada y a los pequeños horizontes limolíticos alternados en la secuencia, nos hace pensar que los sedimentos que constituyen la unidad fueron depositados en un ambiente nerítico poco profundo de alta energía, produciéndose posibles cambios en la intensidad de ésta y en el aporte de sedimentos. La preservación de feldespatos y de algunos horizontes con fragmentos angulosos de los granos nos indica una fuente cercana de rocas cristalinas.

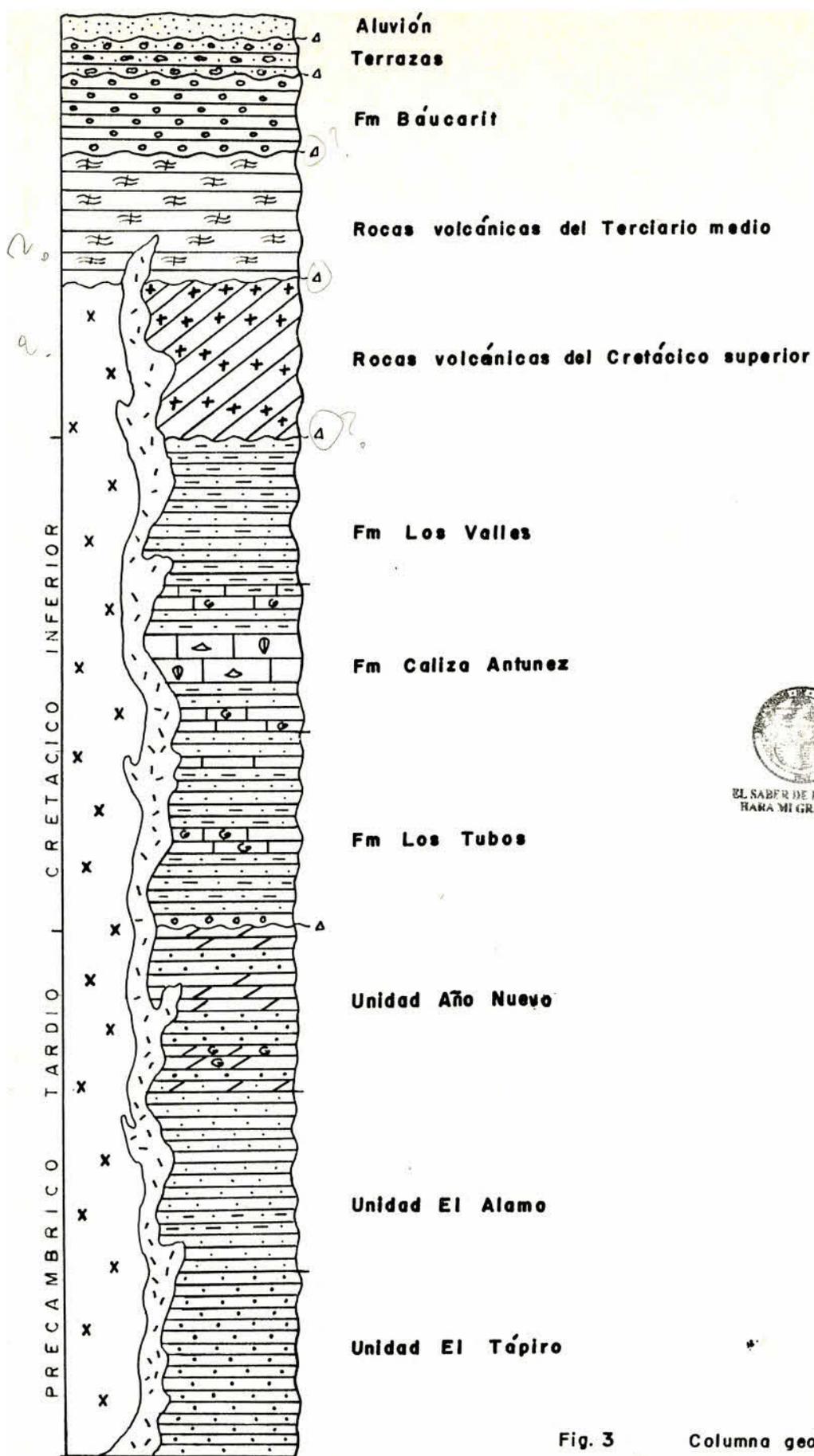


Fig. 3 Columna geológica general del área de Rayón, sonora (esquemática)

## UNIDAD AÑO NUEVO

### Definición

Secuencia <sup>esta</sup> constituida por un paquete bien estratificado formado <sup>de</sup> por alternancias de dolomías y ortocuarcitas, cuya característica principal en las dolomías es la presencia de algunos horizontes oolíticos, oncolíticos y algas estromatolíticas, presentándose <sup>son</sup> también frecuentemente arenosas y con lentes de areniscas de cuarzo y pedernal.

### Distribución

Aflora principalmente en la zona oeste central de la carta formando cerros alargados con pendientes fuertes y con orientación NW-SE. Los cerros donde mejor se tiene expuesta son Las Víboras, Mina de los Gambusinos, Las Chivas, Verdina, Hortensia y en las laderas suroeste de los cerros La Gloria y Año Nuevo.

### Litología y espesor

Se midieron 260 metros para esta unidad en el cerro Las Víboras, el cual no representa la totalidad de la secuencia, estimándose un espesor de por lo menos 500 metros.

Aunque lo expuesto en la secuencia corresponde a una serie de alternancias de ortocuarcitas y dolomías, existen entre ellas características bien diferenciables que permiten dividirla en dos miembros.

## MIEMBRO INFERIOR

Una característica muy distinguible para este miembro es que las dolomías que integran la alternancia se caracterizan por presentar algunos horizontes localmente estromatolíticos ( del tipo conophyton, laminares y columnares, comunicación oral con Mariano Morales, 1988) y por ser comúnmente arenosas, muestran un color que va de café claro a oscuro; igualmente se encuentran niveles con abundantes estructuras oolíticas y oncolíticas mostrando un color café oscuro a negro. Tanto los horizontes estromatolíticos como los oncolíticos se encuentran en espesores desde 30 cm a 2 metros.

Se observa que el contenido de arenas en las dolomías es mayor cuanto más cercana se encuentra a la base, llegando en ocasiones a clasificarse como arenisca dolomítica. Estas rocas se presentan en estratos de 10 a 30 centímetros de espesor.

Alternando con las dolomías se tienen estratos de ortocuarcitas de <sup>granulometría</sup> grano variable, siendo las más características y <sup>de</sup> ~~que se presentan~~ en mayor espesor las de grano grueso. Estas presentan un color blanco rosado a naranja y están compuestas por lo menos de 90% de cuarzo y el resto por fragmentos de roca y feldespatos; son mal clasificados con granos de angulosos a redondeados pudiendo clasificar a la roca como ortocuarcita de grano grueso y ortocuarcitas microconglomeráticas. Se presentan en estratos gruesos.

## MIEMBRO SUPERIOR

Tiene gran similitud litológica con el miembro inferior, sin embargo existen algunas características distintivas. Dentro de las dolomías que forman la alternancia existen horizontes de dolomía arenosa, aunque éstas son menos comunes. Generalmente se presentan más puras tomando colores gris y café claro, con un marcado intemperismo karst. Se tiene también la presencia de niveles oolíticos y oncolíticos, notándose la ausencia de algas estromatolíticas. Es frecuente encontrar en este miembro lentes de ortocuarcita de grano fino desde 10 cm a 1 metro de espesor y lentes de pedernal de 2 a 6 centímetros. Las dolomías se presentan en estratos de 40 a 60 centímetros de espesor.

Las areniscas más comunes que integran la alternancia son de color blanco rosado con más del 95% de cuarzo, de grano fino a medio, bien redondeados y clasificados. Estas caen en el rango de ortocuarcitas y se presentan en estratos gruesos.

### Relaciones estratigráficas

El contacto inferior es concordante y gradual a la unidad El Alamo y al igual que a esta última, esta unidad se observa cubierta en discordancia angular por el grupo Cerro de Oro y por rocas volcánicas del Terciario y del Cretácico superior - Terciario inferior.

## Edad y correlación

Se le ha asignado una edad del Precámbrico Tardío en base a los criterios que se exponen a continuación:

1) Aunque la secuencia no presenta la misma disposición que muestran las unidades descritas por Stewart et al (1984), para el Precámbrico Tardío del área de Caborca, se le considera posiblemente correlacionable debido a que presentan gran similitud tanto litológica como fosilífera (estromatolitos del tipo conophyton, columnares y laminares, comunicación oral con Mariano Morales, 1988), por lo tanto un mismo ambiente de depósito. Además, debido a que no se encontró otro tipo de fauna fósil y debido a la magnitud de los espesores, no es posible correlacionarla con unidades conocidas de otra edad en Sonora.

2) Aunque las algas estromatolíticas se conocen hasta el reciente, en Sonora solo se tienen registradas en el Precámbrico Tardío. En las columnas estratigráficas de la figura 4 se puede observar que en gran parte los miembros descritos para la unidad Año Nuevo son correlacionables probablemente con las Formaciones Gamuza, Papalote y Cuarcita Pitiquito.

3) Petrográficamente se puede observar, que la mayor parte de los sedimentos que componen estas rocas, son originados a partir de rocas ígneas y metamórficas que formaban el basamento.

4) Otro criterio más, es que sobreyace a las unidades El Tápiro y El Alamo, las cuales en la hoja Opodepe descansan en discordancia sobre un basamento ígneo - metamórfico precámbrico.

## Origen y medio ambiente de depósito

Se considera que el depósito de estas rocas tuvo lugar en un ambiente que varía de intermarea a costero de alta energía, llevándose a cabo varias fluctuaciones en el nivel del mar. El primero está representado por dolomías estromatolíticas y el segundo por ortocuarcitas de grano fino a grueso.

Por el tipo de cuarzo, feldespatos (microclina y ortoclasa) y fragmentos de roca metamórfica, se considera que los sedimentos que formaron estas rocas fueron derivados a partir de rocas ígneas y metamórficas precámbricas.

### 3.1.2 MESOZOICO

#### 3.1.2.1 GRUPO CERRO DE ORO

Este grupo se divide en tres formaciones: formación Los Tubos, formación Caliza Antúnez y formación Los Valles, de la base a la cima respectivamente. De acuerdo a su contenido faunístico esta secuencia pertenece al Cretácico inferior. Su correlación con otras unidades del Cretácico inferior en Sonora se muestra en la tabla de correlación estratigráfica (figura 9). Esta correlación es sobre todo cronoestratigráfica, ya que como es sabido, existen importantes variaciones litoestratigráficas en el Cretácico inferior en Sonora.



#### FORMACION LOS TUBOS

##### Definición

Formación constituida por intercalaciones de areniscas, limolitas, areniscas y limolitas calcáreas, conglomerados y ocasionales horizontes de calizas fosilíferas.

##### Distribución

Esta formación se encuentra aflorando en la porción centro oeste del área, más específicamente al norte del cerro El Cielo, oeste del cerro Las Víboras, oeste del cerro Mina de los Gambusinos y cerro El Cobrizo, estando bastante bien expuesta en la cañada de Los Tubos de donde toma su nombre.

### Litología y espesor

La base de esta formación es un conglomerado que cubre en discordancia al grupo La Palma. Esta relación puede observarse claramente en el cerro El Cobrizo (figura 5). El conglomerado es oligomíctico con matriz arenosa, los fragmentos son de ortocuarcitas y varían desde angulosos a bien redondeados, con tamaños que llegan hasta los 30 centímetros, predominando los fragmentos de 1 a 10 cm.

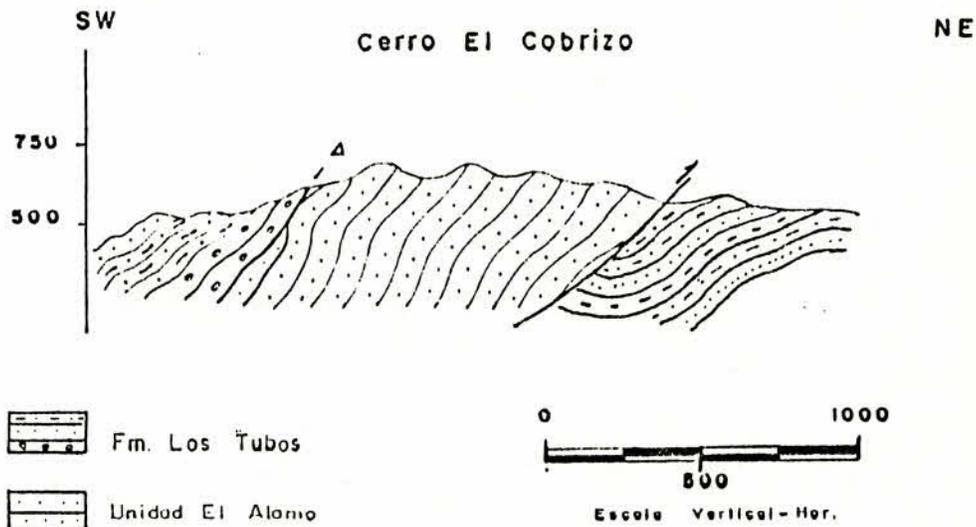


Fig. 5

Las limolitas son de color morado y verde claro, tanto en superficie fresca como en superficie de intemperismo, son físis en ocasiones y generalmente no presentan buena estratificación; comúnmente varían a limolitas calcáreas. Hacia la base de la secuencia estas rocas contienen ostreas, braquiópodos, equinodermos y gasterópodos. *paleozoico*

*cer. y Orópucio*  
*ext. → Permico*  
La arenisca es una litarenita de grano medio a grueso, de color gris en superficie fresca y café en superficie de intemperismo. Es observada también dentro de las limolitas y

areniscas basales de esta formación una capa de limolita de color blanco.

Intercalados en esta secuencia se presentan ocasionales horizontes de calizas fosilíferas constituyendo verdaderos biostromas de ostreas. Son de color café claro en superficie fresca, desarrollando un color de intemperismo gris pardo; se presentan en estratos medianos con un espesor de 50 a 70 centímetros. Hacia la cima se pueden observar estratos mas potentes de caliza de alrededor de 3 metros de espesor. Los fósiles que en ellas se encuentran son ostreas, orbitolinas y braquiópodos.

Dentro de esta formación se tienen intercalaciones de conglomerados polimícticos de matriz arenosa. Están formados por fragmentos de ortocuarcitas, areniscas, dolomías y calizas. Los fragmentos son de 1 a 8 centímetros, predominando los de 3 a 5 centímetros.

Fueron medidos 200 metros pertenecientes a esta formación, los cuales no son la totalidad de la misma; se calcula que el espesor real pudiera ser aproximadamente 300 metros.

#### Relaciones estratigráficas

Esta formación está sobreyaciendo discordantemente al grupo La Palma del Precámbrico superior. Este, a su vez, se encuentra cabalgando al grupo Cerro de Oro, relación que se encuentra repetidamente en el área de estudio. La formación Los Tubos pasa concordante y transicionalmente a la formación Caliza Antúnez. Se manifiesta este cambio por la variación que se

1942  
EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
BIBLIOTECA DE CIENCIAS  
EXACTAS Y NATURALES

tiene a calizas con una estratificación mas gruesa y porque los horizontes arenosos son menos potentes. La formación Los Tubos también es sobreyacida discordantemente por rocas volcánicas del Terciario y del Cretácico superior - Terciario inferior.



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

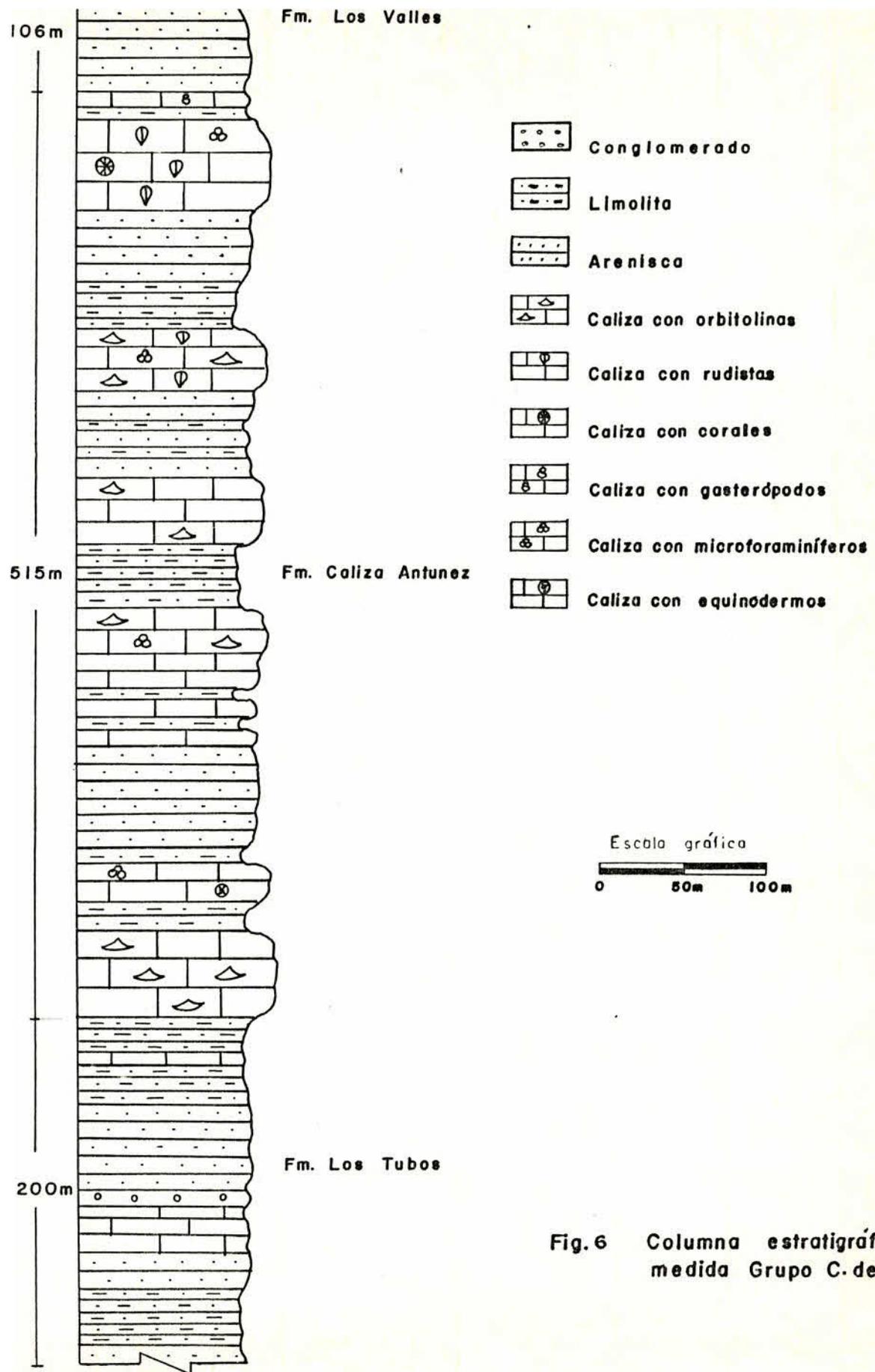
EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

#### Edad y correlación

La edad de la formación Los Tubos está definida por la presencia de braquiópodos pertenecientes a los géneros Cyclothyris indi, Gemmarcula arizonensis Cooper y Waconella sp. los que permiten asignar a esta formación al Cretácico inferior. Estos fósiles fueron fechados por el Dr. Ellis Owen (comunicación escrita a González, 1988). De acuerdo con su edad, contenido faunístico y litología, la formación Los Tubos es correlacionable con la base de la Formación Temporales del Grupo Ceja, en el área de Arizpe, Son. (González C., 1978) y con la Formación Morita del Grupo Bisbee, lo cual se muestra en la tabla de correlación litoestratigráfica de la figura 8. En la misma puede observarse que el espesor y el contenido calcáreo de unidades correlacionables con esta formación, disminuye hacia el oeste de Sonora con excepción del área de Santa Ana donde la secuencia es potente. El espesor mayor observado en Santa Ana sugiere de manera general que el límite de la cuenca se encuentra en áreas adyacentes a este lugar, hacia el oeste, donde son observables secuencias más clásticas, como por ejemplo, las que componen la Formación Sásabe y El Chanate, descritas en la Sierra El Chanate, por Jacques C. (1983).

## Medio ambiente de depósito

La relación en el tipo de sedimentos y la fauna presente indican una facies transgresiva. Las areniscas de grano medio a grueso sugieren un medio ambiente de transición, mientras que el desarrollo de sedimentos carbonatados fosilíferos señalan un ambiente marino nerítico poco profundo. Las areniscas se encuentran en una etapa de inmadurez mineralógica y textural (los granos se observan más o menos bien clasificados y de subredondeados a angulosos), lo que sugiere una erosión rápida de una fuente cercana compuesta de rocas graníticas, metamórficas o quizá de areniscas preexistentes, lo que permitió que el feldespato no fuera destruido.



**Fig.6** Columna estratigráfica medida Grupo C. de oro

## FORMACION CALIZA ANTUNEZ

### Definición

Esta formación está compuesta básicamente de calizas con una abundante fauna fósil que permite asignarla al Cretácico inferior. Son observadas también dentro de esta formación intercalaciones de limolitas y areniscas.

### Distribución

Esta formación conforma la serie de crestones que se encuentran entre el cerro Las Palomas y el cerro Las Víboras, siendo observable también al norte del cerro El Cielo.

### Litología y espesor

La constituyen principalmente wackstones, packstones y ocasionalmente mudstones, de color gris en superficie fresca y un color gris claro en superficie de intemperismo, siendo en ocasiones pardo amarillento y presentando generalmente intemperismo karst. Intercalados con las rocas anteriores, se observan estratos de limolitas de color morado y verde claro, las cuales en esta formación se observan muy deleznales, nunca en afloramientos bien expuestos. Las intercalaciones de areniscas son muy esporádicas.

Generalmente las calizas se presentan como estratos gruesos y a veces masivos, con abundante contenido fosilífero. Según estudios paleontológicos de la principal fauna fósil de esta formación, se determinaron los siguientes géneros: Orbitolina

sp., pelecípodos (Exogira sp. y Trigonia sp.). Dentro de los pelecípodos también ocurren rudistas (Caprinuloidea sp., Coalcomana ramosa, Caprinuloidea perfecta y Caprinuloidea cp. c lenki), gasterópodos (Lunatia sp. y Tylostoma sp.), corales coloniales (Complexastrea sp., Siderastrea (Siderastrea), Favia sp. y Thamnasteria sp.), corales solitarios (Montlivaltia sp.), equinodermos (Hemiaster sp.), braquiópodos (Colinella mulleriedi) y ostreas en diferentes niveles. Los microfósiles presentes son foraminíferos bentónicos, con enrollamiento biserial, uniserial y planisperial, además de miliólidos.

Una característica importante de esta formación es que su fauna fósil se encuentra dispersa por toda ella sin observarse una concentración preferencial, ya sea a la base o a la cima. Es importante señalar también que los horizontes calcáreos no presentan una variación gradual en ambiente sino que se encuentran alternativamente ambientes de baja y media profundidad, observado ésto por el contenido de terrígenos, el cual, petrográficamente se observó, no presenta un patrón definido.

El espesor medido para esta formación es de 515 metros.

#### Relaciones estratigráficas .

El contacto inferior es concordante y gradual con la formación Los Tubos. Su relación con la formación Los Valles, contacto superior, presenta las mismas características.

## Edad y correlación

Esta es la formación que tiene más características correlacionables con alguna del Grupo Bisbee (GYMSA, 1981); en este caso con la Formación Mural. Esta correlación, y las relaciones entre la fauna fósil encontrada en ella (como Orbitolina sp. y Coalcomana ramosa) permite asignarla al Cretácico inferior (Albiano Temprano). Además de esta correlación, en la Tabla de la figura 8 se hace una correlación faunística y litológica con otras áreas del Cretácico inferior que afloran en Sonora. El contenido faunístico es similar en todas las áreas aquí expuestas, presentándose principalmente Orbitolina sp. De acuerdo a la litología, en forma general, se observa que el menor espesor está en Santa Ana (Salas, 1968) y el mayor en Lampazos, Son. (Herrera y Bartolini, (1983).

## Medio ambiente de depósito

El ambiente es de plataforma con facies marinas de aguas someras y baja energía, indicado esto por la composición de lodo micrítico de las rocas y por la abundancia de fauna fósil característica formadora de arrecifes (moluscos, rudistas y corales). Esta formación representa la última facies marina transgresiva, ya que la formación Los Valles que sobreyace a la formación Caliza Antúnez, es representativa de facies de regresión.