



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE INGENIERIA
Depto. de Geología

Geología

Biblioteca Depto.
de Geología

GEOLOGIA DEL AREA DE LAMPAZOS, SONORA.

T E S I S

Que para obtener el título de

G E O L O G O

Presentan

Saúl Herrera Urbina

Claudio Bartolini Navarro

Hermosillo, Sonora.

Marzo 1983.



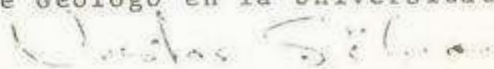
Departamento de Geología

Escuela de Ingeniería

4 de Abril de 1983.

Biblioteca Depto.
de GeologíaNOMBRE DE TESIS: "GEOLOGIA DEL AREA DE
LAMPAZOS, SONORA".NOMBRE DE LOS SUSTENTANTES:
CLAUDIO BARTOLINI NAVARRO
SAUL HERRERA URBINA.

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


M.C. NESTOR SILVA MEJIA.

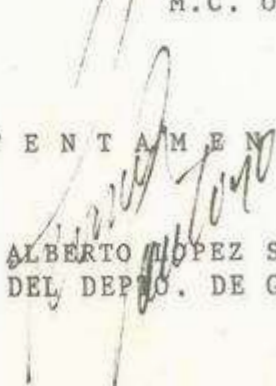
El que suscribe certifica que ha revisado esta tésis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.


GEOL. CARLOS GONZALEZ LEON.

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


M.C. OLIVIA PEREZ RAMOS.

A T E N T A M E N T E


ING. ALBERTO LOPEZ SANTOYO
JEFE DEL DEPTO. DE GEOLOGIA.

ALS/pgrl.

D E D I C A T O R I A

A NUESTROS PADRES Y HERMANOS

**Biblioteca Depto.
de Geología**

A NUESTRAS ESPOSAS E HIJOS

A NUESTROS MAESTROS Y COMPAÑEROS DE ESTUDIO

AL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SONORA.

C O N T E N I D O

Biblioteca Depto.
de Geología

PAG.

RESUMEN

I.	INTRODUCCION	1
a)	AREA DE ESTUDIO	1
b)	INVESTIGACIONES ANTERIORES	1
c)	METODO DE TRABAJO.....	3
d)	AGRADECIMIENTOS	5
II.	GENERALIDADES	7
a)	OBJETIVO DEL TRABAJO	7
b)	CLIMA, FLORA Y FAUNA	7
c)	FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA	9
III.	GEOLOGIA REGIONAL	13
IV.	GEOLOGIA LOCAL	18
	ESTRATIGRAFIA	18
	FORMACION AGUA SALADA	20
	FORMACION DURAN	23
	FORMACION ESPINAZO DEL DIABLO	27
	FORMACION CARRICITO	30
	UNIDAD "ALISO"	33
	UNIDAD "LAMPAZOS"	34
	UNIDAD "ROSA MARIA"	36
	UNIDAD "PICACHOS"	38
	UNIDAD "CALOSO"	40
	UNIDAD "TULITO"	41
	UNIDAD "NOGAL"	42

	PAG.
SIERRA LAS AZULES	46
FORMACION BAUCARIT	46
CORRELACION LOCAL DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS	49
PALEONTOLOGIA	52
CORRELACION REGIONAL DE FACIES	59
ROCAS IGNEAS	68
GEOLOGIA ESTRUCTURAL	76
GEOLOGIA HISTORICA	88
GEOLOGIA ECONOMICA	92
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
APENDICE I (FOTOGRAFIAS DE LOS FOSILES DEL AREA DE - LAMPAZOS, SON.)	97
APENDICE II (ANALISIS MICROSCOPICO DE LAS ROCAS SE - DIMENTARIAS)	106
APENDICE III (DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS ROCAS IGNEAS)	114
BIBLIOGRAFIA	119

**Biblioteca Depto.
de Geologia**

ILUSTRACIONES

Biblioteca Depto.
de Geología

FIG. 1:	PLANO DE LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	2
FIG. 2:	MAPA DE LA REPUBLICA MEXICANA MOSTRANDO LAS PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS FISIOGRAFICAS	10
FIG. 3:	PLANO DE GEOLOGIA REGIONAL	14
FIG. 4:	COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DE LAMPAZOS, SON.....	17
FIG. 5:	CROQUIS ESTRUCTURAL MOSTRANDO LA UBICACION DE LOS TRES BLOQUES	19
FIG. 6:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL BLOQUE I	22
TABLA 1:	FOSILES DEL AREA DE LAMPAZOS, SONORA.....	52
TABLA DE CORRELACION LITOESTRATIGRAFICA LOCAL		50
TABLA DE CORRELACION LITOESTRATIGRAFICA REGIONAL		62
FIG. 7:	MODELO PALEOGEOGRAFICO DE HAYES (1970) PARA EL CRETA - CICO INFERIOR (APTIANO)	60
FIG. 8:	BLOQUE DIAGRAMATICO ILUSTRANDO LAS RELACIONES ESTRATI- GRAFICAS ENTRE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL SE DE ARIZONA Y EL FLANCO ORIENTAL DE SONORA	65
FIG. 9:	PRINCIPALES AFLORAMIENTOS DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS - DEL CRETACICO INFERIOR EN SONORA	67
TABLA 2:	EDAD DE CUERPOS INTRUSIVOS EN EL NE Y S-CENTRO DE SONO- RA.....	70
FIG. 10:	BLOQUE DIAGRAMATICO MOSTRANDO LA CRONOLOGIA DE LOS --- EVENTOS GEOLOGICOS	91
PLANO Y SECCIONES GEOLOGICAS DEL AREA DE ESTUDIO (SE ANEXAN AL FI- NAL DEL TEXTO).....		

El área de estudio se encuentra localizada al sur y oriente del Poblado de Tepache, Sonora y comprende un área de 210 km^2 -- Geológicamente, más de la mitad del área consiste de una secuencia de rocas sedimentarias del Cretácico Temprano (Aptiano-Albiano), que alcanza un espesor mayor a los 2000 metros. Esta secuencia es equivalente en edad con el Grupo Bisbee del Norte de Sonora y Sureste de Arizona, pero litológicamente presentan facies muy diferentes. En el área, los sedimentos son principalmente calizas y lutitas calcáreas, con areniscas en menor proporción, mientras que en el Grupo Bisbee son principalmente sedimentos terrígenos.

Esta secuencia sedimentaria se divide en Formación Agua Salada, Formación Durán, Formación Espinazo del Diablo y Formación Carricito, las que se han nombrado formalmente en este trabajo; asimismo como las unidades litoestratigráficas Aliso, Lampazos, Rosa María, Picachos, Caloso, Tulito y Nogal, que se describen en el presente trabajo sin denominarlas formalmente por diversas limitaciones, dejándolas para ser estudiadas mas a detalle y nominarlas de una manera mas formal posteriormente.

Los sedimentos presentan un fuerte plegamiento representado por anticlinales y sinclinales que varían de normales a recumbentes, y cuyos ejes tienen una orientación general NW-SE.

El fallamiento de bajo ángulo que acompañó a este plegamiento está representado en el área por la cabalgadura Encinal que --

la atravieza con rumbo NW-SE. Este plegamiento y fallamiento, así como las intrusiones, se atribuyen a la Orogenia Laramide de finales del Cretácico.

Intrusionando a la secuencia sedimentaria se encuentra un plutón de diorita y otro riolítico hipabisal, así como diques -- riolíticos, diques y diques estratos de diabasa.

Sobreyaciendo discordantemente a los sedimentos e intrusivo diorítico se encuentran potentes espesores de rocas volcánicas, que consisten de andesitas e ignimbritas, las cuales se atribuyen al Terciario Inferior.

Un fallamiento normal con rumbo general NNW-SSE se encuentra afectando a los sedimentos, rocas volcánicas e intrusivos -- dioríticos. Este fallamiento corresponde a la fase de distensión de "Sierras y Valles Paralelos" que se llevó a cabo en el Oligoceno-Mioceno.

En forma discordante sobre todas las rocas anteriormente -- mencionadas se encuentran los conglomerados de la Formación Báu-carit de edad Mioceno-Plioceno.

Biblioteca Depto.
de Geología

I.- INTRODUCCION

a).- Area de Estudio.

El área de estudio se encuentra enmarcado por las coordenadas geográficas siguientes: $29^{\circ} 23'$ a $29^{\circ} 28'$ de latitud norte y $109^{\circ} 20'$ a $109^{\circ} 34'$ de longitud oeste. Está situada aproximadamente a 85 km al SE Moctezuma, Son. con una extensión aproximada de 210 km^2 , (Ver Plano de Localización Fig. 1) y se localiza dentro de la hoja topográfica Lampazos publicada por DETENAL a escala 1:50,000. Dentro del área de estudio se encuentra la Mina Lampazos, de gran importancia por su producción de plata.

Existen tres vías principales de acceso: Una es un camino de terracería que atravieza el área en su extremo NE y comunica el pueblo de Divisaderos con Sahuaripa, el cual es casi imposible transitar durante la época de lluvias; otra, es otro camino de terracería que conduce del pueblo de Tepache a la Mina Lampazos, y la última es un camino de terracería que comunica Tepache con el Rancho La Haciendita, situado en la parte SE del área. Este camino también se pone en malas condiciones en época de lluvias.

La fotografía No. 1 muestra una vista panorámica del área.

b).- Investigaciones Anteriores.

El único trabajo editado que se conoce hasta la fecha es un estudio geológico que para presentación de tesis profesional elaboró el Geólogo Baltazar Solano Rico en 1970, para la UNAM. Dicho trabajo fue hecho en una área de aproximadamente 20 km^2 en los alrededores de la Mina Lampazos y en el interior de la mis -

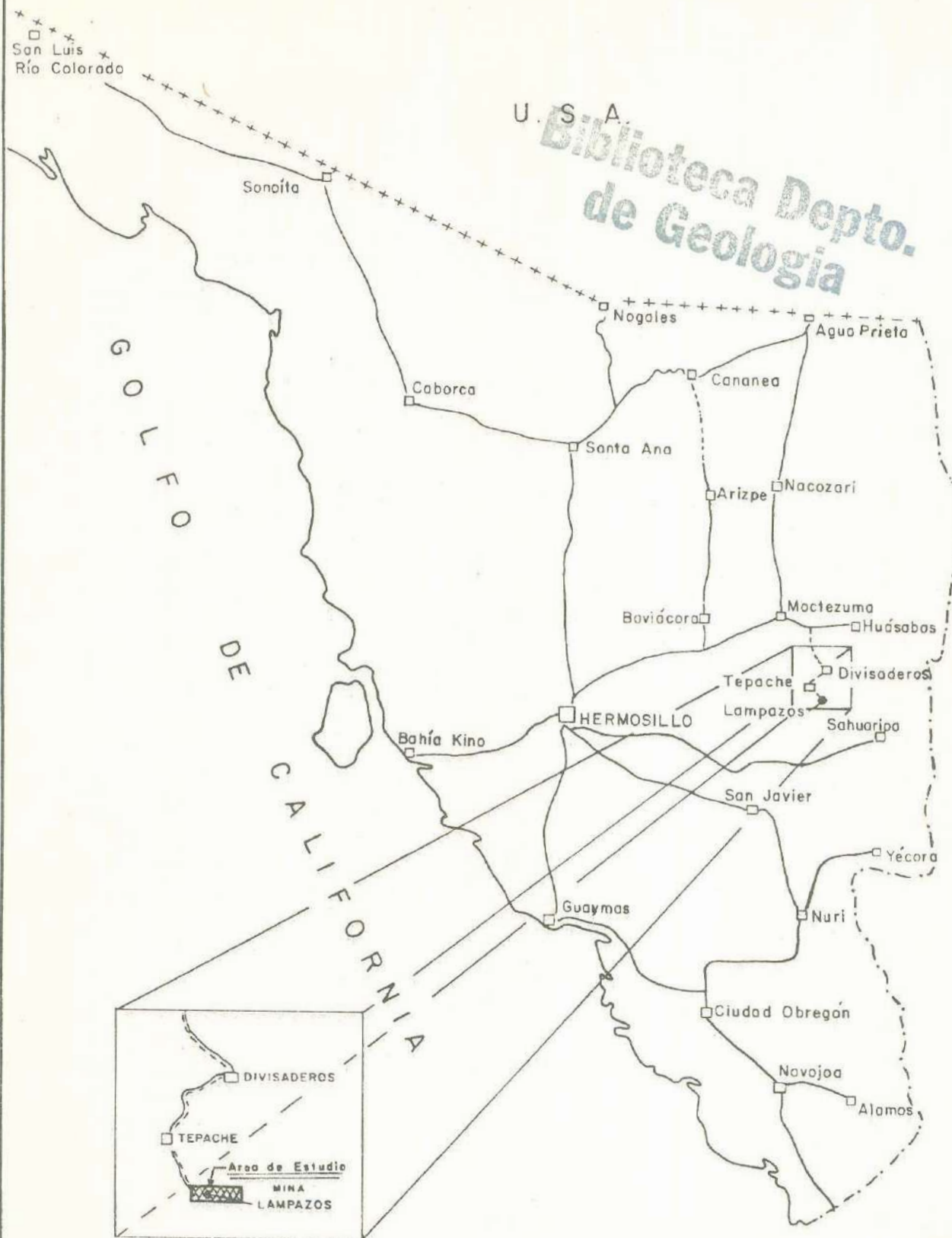


FIG:1. PLANO DE LOCALIZACION

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PLANO DE LOCALIZACION

TESIS PROFESIONAL

Soul Herrera U.

MARZO DE 1983



FOTO No. 1.- VISTA PANORAMICA DEL AREA DE ESTUDIO. FOTOGRAFIA TOMADA DE NORTE A SUR.

ma, estando enfocado principalmente al estudio de los yacimientos minerales del Distrito de Lampazos, Son. Aún así, presenta importante información de la geología local, aunque no aporta -- ningún dato paleontológico que determine la edad de esta secuencia sedimentaria y solo menciona que probablemente pertenece al Cretácico Inferior.

También se sabe acerca de la existencia de escrito inéditos desarrollados en los alrededores y en el interior de la Mina, -- por consultores y geólogos de la Cía. Minera Lampazos, S.A.

c).- Método de Trabajo.

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en dos fases: La primera fase consistió en la elaboración de un mapa fotogeológico

ico escala 1:25,000, hecho a partir de fotos aéreas de DETENAL-- escala 1:50,000. El mapa fotogeológico se hizo sobre una ampliación al doble de un mapa topográfico de DETENAL escala 1:50,000, y consistió en delimitar los supuestos contactos entre rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas. Las fotografías aéreas -- sirvieron de base para seleccionar aquellos lugares ideales para realizar el estudio estratigráfico del área, así como para localizar los lugares que por su complejidad estructural necesitaban un estudio más detallado. Al mismo tiempo que se hacía lo anterior, se reunió y estudió la bibliografía disponible sobre el -- área de estudio y sobre el Mesozoico en el estado de Sonora.

La segunda fase consistió en checar en el campo las diferentes unidades litológicas del mapa fotogeológico, corrigiendo los contactos, al mismo tiempo que se elaboraban secciones de campo-- donde se describía la estratigrafía del lugar en cuestión, se colectaban muestras de roca y fósiles y se ubicaban exactamente en el mapa topográfico, ya que después se utilizarían para correlacionar las diferentes unidades litológicas. Durante la elaboración de las secciones se tomaban suficientes rumbos y echados para la interpretación estructural, y se mapeaba aquellas unidades litológicas que eran factibles de ser consideradas como formaciones o como miembros.

Con la finalidad de designar formaciones se midió una sec-ción (G-G') con cinta y brújula en el área de menor plegamiento y mejor exposición, considerándose la secuencia sedimentaria de la misma como representativa del área de Lampazos, Son.

Los espesores de las restantes unidades litoestratigráficas se calcularon en base a las fotografías aéreas, plano topográfi-

Los autores de la presente Tesis desean expresar su agradecimiento a la Secretaría de Educación Pública, que por medio de la Universidad de Sonora financió gran parte de este trabajo; al Departamento de Geología de dicha Universidad y al Jefe de éste, -- Ing. Alberto López Santoyo, por la ayuda prestada durante el desarrollo

co y rumbos y echados de las mismas.

La determinación de las distintas muestras de roca colectadas se hizo mediante el estudio petrográfico de láminas delgadas, utilizándose la clasificación de R. Folk y Dunham para las rocas sedimentarias y la de Streckeisen para las rocas ígneas. Los macrofósiles fueron identificados en el Departamento de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM, a cargo de la Dra. Blanca E. Buitron, y las muestras de madera fósil fueron clasificadas por el Biólogo Sergio Cevallos F., investigador del mismo Instituto.

Con base a los datos obtenidos durante el trabajo de campo y de laboratorio, fue posible obtener las conclusiones que sobre estratigrafía y tectónica se exponen en este trabajo.

d).- Agradecimientos.

Los autores de la presente Tesis desean expresar su agradecimiento a la Secretaría de Educación Pública, que por medio de la Universidad de Sonora financió gran parte de este trabajo; al Departamento de Geología de dicha Universidad y al Jefe de éste, -- Ing. Alberto López Santoyo, por la ayuda prestada durante el desarrollo de este trabajo; al Geólogo Carlos González León por su -- asesoría en la elaboración de la misma; al Instituto de Geología-Estación Regional del Noroeste y al Jefe de ésta, M.C. Jaime Rolán Quintana; a la Dra. Blanca Esthela Buitrón y colaboradores -- por su gran ayuda en las determinaciones paleontológicas de los -- fósiles; a la M. en C. Olivia Pérez por su ayuda desinteresada; -- al Biol. Sergio Cevallos F. por su colaboración en las clasificaciones de las muestras de madera fósil.

Agradecemos al M. en C. E. Néstor Silva M. (Residente de -- CFE Estudios Carboníferos de Sonora) las facilidades otorgadas y el apoyo prestado para la terminación de nuestra Tesis, así como a los Ings. Carlos García Herrera y Roberto Iza Domínguez.

Al M. en C. Efrén Pérez S. nuestro agradecimiento por su -- apoyo económico para la elaboración de este trabajo.

Nuestro agradecimiento al Pas. de Geol. Francisco Abraham - Paz M. por su gran ayuda en la elaboración de los planos y columnas geológicas.

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo, nuestro más sincero-agradecimiento.

II.- GENERALIDADES

a).- Objetivo del Trabajo.

Este trabajo tiene como objetivo principal cumplir con el -- proyecto denominado "Estudio Estratigráfico y Tectónico de una -- área entre Sahuaripa y Divisaderos", financiado por la Srta. de -- Educación Pública y desarrollada por la Universidad de Sonora a -- través del Departamento de Geología.

Para desarrollar el presente trabajo se escogió el área de -- la región de Lampazos, Son., ya que ésta es un lugar poco estudiado y muy interesante geológicamente hablando, como lo han demostrado los datos obtenidos durante el desarrollo del mismo. Se espera que con esta investigación se contribuya al mejor conocimiento de la geología del estado, ya que esta región a pesar de ser -- un distrito minero muy importante no cuenta con mapas geológicos-completos publicados. Por otra parte, desarrollar este trabajo -- constituyó una magnífica oportunidad para que en el Departamento-de Geología se fomente la investigación de campo, elemento imprescindible para la formación de los alumnos de esta carrera. Es -- así como en este proyecto colaboraron bajo la dirección del Geólogo Carlos González, los pasantes de Geología Saúl Herrera y Clau-dio Bartolini, y presentan este trabajo como tema de Tesis Profe-sional.

b).- Clima, Flora y Fauna.

En base al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (mo-dificado por E. García en 1964), el clima de la región se clasifica por su temperatura en semi-cálido, y por su grado de humedad -- en semi-seco a semi-árido, con una temperatura media anual entre-

18 y 22° C. Se registran temperaturas máximas a 35° C en verano y en invierno inferiores a 0° C; habiendo ocasionalmente nevadas en las partes más altas. La temporada de lluvias abarca de Julio a Octubre, con una precipitación media anual de 450 a 500 mm; presentándose lluvias irregulares (equipatas) de Noviembre a Enero. El porcentaje de lluvia invernal con relación a la total -- anual es del 5 al 10.2%.

La vegetación de la región está constituida por agrupaciones de arbustos altos y árboles bajos, predominando los arbustos espinosos. Las especies mas sobresalientes son las siguientes: Palo Píojo (Willardia mexicana), Ocotillo (Fouquieria splendens), Mezquite (Prosopis juliflora), Sotol (Dasylirion wheeleri), Tepehuaje (Lysiloma watsoni), Vinorama (Acacia constricta), Palo Blanco-Palo Santo (Ipomoea arborescens), Mauto (Acacia millefolia), Chicura (Ambrosia ambrosioides), Chicurilla (Ambrosia cordifolia), Brasil (Hasmatoxylon brasiletto), Tarachiqui (Dodonaea viscosa), Lechuguilla (Agave lecheguilla), Dátil (Yucca elata), Hierba de la Flecha (Sapium biloculare), Torote Blanco (Bursera microphylla), Torote Prieto (Bursera hindsiana), Palmilla (Nolina microcarpa), Maguey (Agave schottii), Guayacán (Guaiacum coulteri), Guásima (Guazuma ulmifolia), Tullidora (Karwinskia humboldtiana), Uña de Gato (Acacia greggii), Encino Chino-Encino Roble (Quercus chihuahuensis), Encino Bellota (Quercus oblongifolia), Táscate o Huata (Juniperus monosperma). Estas tres últimas especies típicamente se encuentran formando bosques en las partes más altas de la región, y dentro de ellos, la huata o táscate es poco abundante.

La fauna del área es cuantitativamente escasa, representada principalmente por las siguientes variedades: venado cola blanca, víbora de cascabel, jabalí, gato montés, algunas especies de aves, etc.

c).- Fisiografía y Geomorfología.

La zona en estudio se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, Subprovincia Cordilleras Altas Sonorenses (Raisz, 1964), o Sierras y Valles Paralelos (Alvarez, Jr. 1962). Ver figura 2.

La provincia de la Sierra Madre Occidental está limitada al oriente por las Provincias de Sierras y Valles Paralelos y Meseta Central, al sur por la Meseta Neovolcánica y al poniente por la Provincia de Cordilleras Sepultadas, desapareciendo en el norte antes de llegar a la frontera con Estados Unidos.

Dicha provincia está constituida por un conjunto de sierras con una orientación general N-NW-S-SE; teniendo una longitud aproximada de 1,300 km y 300 km en promedio de ancho. Se divide en tres subprovincias (Raisz, 1964): Subprovincia Cordilleras Altas Sonorenses o Cordilleras Alargadas, Meseta de Lava (Riolítica) y Altiplano Oriental con Cuencas. La división hecha por Alvarez M. Jr. (1961) es la siguiente en el mismo orden: Subprovincia de Sierras y Valles Paralelos, de Barrancas y de la Altiplanicie.

La subprovincia que nos ocupa limita al este con toda su extensión con la Subprovincia de Barrancas, al sur con la Subprovincia de Cordilleras de Piamonte (Provincia Cordilleras Sepultadas), y al oeste con la Subprovincia del Desierto Sonorense.

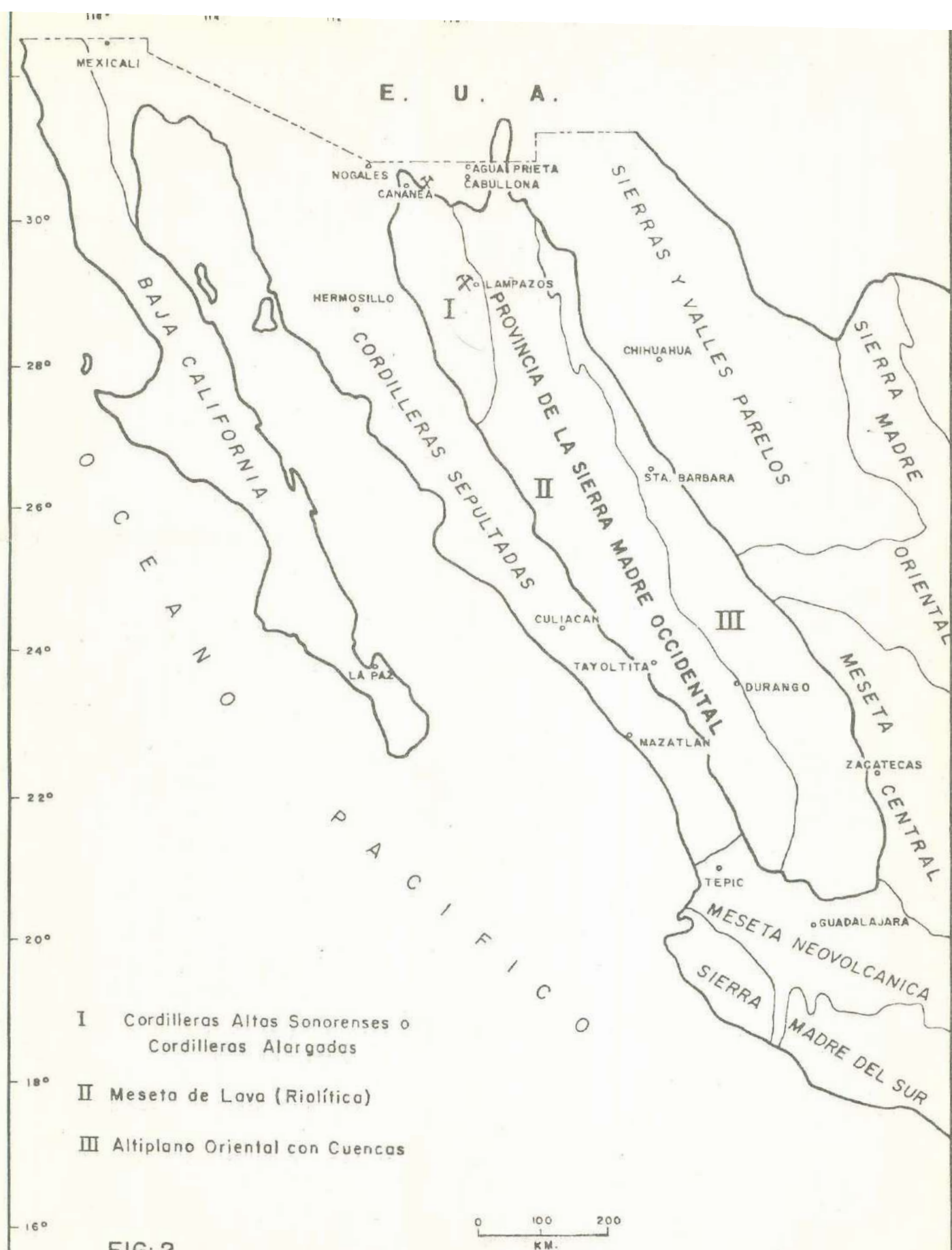


FIG: 2

SUBPROVINCIAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL.

Dicha subprovincia consiste de cordilleras longitudinales generalmente orientadas N-NW-S-SE, separadas por amplios valles rellenos con clásticos. Estas cordilleras son transicionales entre las del Desierto Sonorense y las de Barrancas, y algunas de ellas se extienden dentro de los E.U.A.

Lo dicho anteriormente se puede observar en el valle del Río Moctezuma, que está bordeado al Oeste por las Sierras de Moctezuma, La Huerta y Los Caballos, orientadas casi N-S, y por el lado este por las Sierras de Oposura, La Madera, Montecristo, Promontorio, Las Guijas, Lampazos y Temaverachic, con la misma orientación general.

En esta zona el valle presenta un ancho variable entre 10 y 15 km, y una longitud de 40 km, aunque se continúa hacia el N. Este valle consta de aluvión y conglomerados (Formación Báucarit). Descansando discordantemente sobre los conglomerados se encuentran derrames basálticos cuaternarios; los cuales constituyen una gran meseta con una extensión aproximada de 300 km^2 (Paz, 1983).

El origen geomorfológico de la subprovincia en cuestión se puede explicar de la manera siguiente: Posteriormente al volcanismo del Terciario Inferior que afectó a toda la Sierra Madre Occidental, se llevó a cabo un fallamiento normal con una orientación general N-NW-S-SE, lo que produjo grandes bloques levantados (horsts) y bloques hundidos (grabens) con la misma orientación; constituyendo los primeros las sierras y los segundos los valles. Dicho fallamiento se produjo a causa de los esfuerzos de tensión que se presentaron posteriormente a los esfuerzos compresivos de la Orogenia Laramide.

Los bloques levantados sufrieron posteriormente una intensa erosión, proporcionando una gran cantidad de clastos, los que al ser acarreados y depositados formaron los conglomerados (F. Báu-carit) que actualmente rellenan los valles intermontanos.

Finalmente, en el Período Cuaternario, un volcanismo de tipo basáltico, principalmente fisural, aunque también de conos, - cubre discordantemente estos conglomerados, constituyendo extensas mesetas.

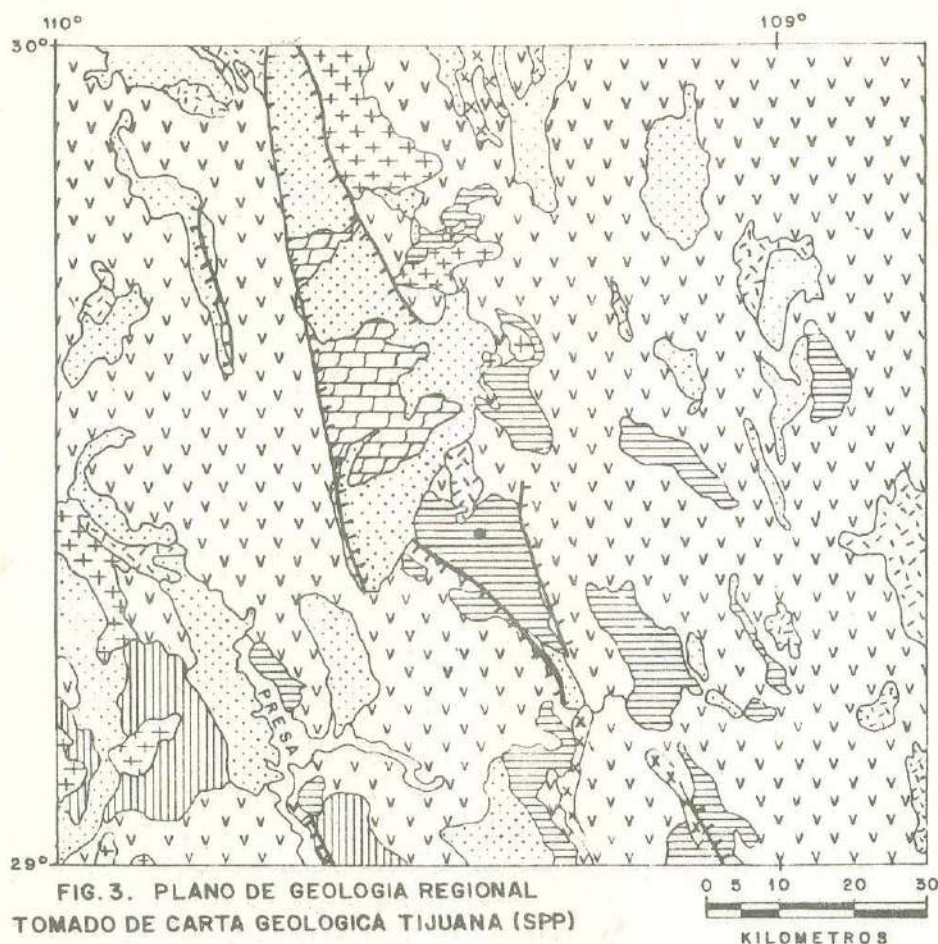
La topografía del área de estudio es predominantemente muy-abrupta y de difícil acceso. Los rasgos fisiográficos mas sobresalientes dentro de la misma son las siguientes: Cerro El Encinal (1,615 m s.n.m.), Cerro La Palmera (1,540 m s.n.m.), Cerro El Caloso (1,420 m), Sierra Espinazo del Diablo (1,000 m), Cerro La - Haciendita (1,400 m) y Sierra de Las Azules (1,660 m s.n.m.). La altura general en el valle es de 645 m en Tepache y 670 m en Moctezuma.

III.- GEOLOGIA REGIONAL

Las rocas mas antiguas de la región corresponden a las secuencias sedimentarias del Paleozoico que afloran al suroeste de San Pedro de la Cueva y en la Sierra de La Zacatera al sur de Baganora. En esta sierra la litología consiste principalmente de calizas fosilíferas formadas en un medio ambiente marino somero (Hewett, 1978). Ver figura 3.

Mas jóvenes que las anteriores rocas son los afloramientos de rocas sedimentarias del Cretácico Inferior, las cuales están muy bien expuestas en la Sierra de Las Guijas al este de Divisaderos, Sierra Los Chinos al sureste de Lampazos, Cerro de Las Conchas en Arivechi, donde King (1939) reporta a las rocas sedimentarias de la Formación Potrero con intercalaciones de rocas volcánicas como andesitas y tobas. En la Sierra de Lampazos y Cerro de Las Conchas los sedimentos del Cretácico Inferior son en su mayoría lutitas y calizas fosilíferas, con una menor proporción de areniscas. Himanga (1977) reporta sedimentos del Cretácico Inferior en la Sierra del Chiltepán, al oeste de Sahuariapa, los cuales consisten fundamentalmente de calizas dolomitizadas.

Los sedimentos del Paleozoico y Cretácico Inferior de la región se encuentran afectados por una serie de cuerpos intrusivos, generalmente de composición félsica. Este gran evento magmático que se extiende del Cretácico Superior al Paleoceno es el responsable del emplazamiento de grandes plutones en todo el estado. En base a fechamientos radiométricos todos estos intrusivos tienen un rango de edad entre 80 y 50 m.a. (Anderson, 1977; Rangin, 1977; Damon y Shafiqhullah, 1982).



EXPLICACION

-  Basaltos cuaternarios
 -  Formación Baucarit del Terciario-Superior
 -  Rocas extrusivas ácidas
 -  Rocas extrusivas básicas
 -  Rocas extrusivas del Cretácico Superior
 -  Rocas Intrusivas del Cretácico Superior
 -  Rocas sedimentarias del Cretácico Inferior
 -  Rocas sedimentarias paleozoicas
 - Lampazos, Son.
- } Terciario Inferior

En la región se pueden observar intrusivos félsicos del Cretácico Superior al oeste de la presa El Novillo, en la parte norte de la Sierra de Las Guijas y en el flanco sureste de la Sierra La Madera, localizada esta última en la porción norte de la región. En la Sierra de Lampazos, en la parte central del área de estudio, aflora un cuerpo intrusivo de dionita atribuido al Cretácico Superior-Paleoceno.

Hacia el SE de Lampazos (ver fig. 3), King (1939) menciona afloramientos de rocas extrusivas al parecer del Cretácico Superior, pero todavía esto no está muy claro, ya que solo se cuenta con los datos aportados por dicho autor.

Ampliamente distribuidas en toda la región se encuentran rocas extrusivas de carácter félsico, y de tipo intermedio en menor proporción. A estas rocas se les asigna una edad Terciario Temprano y constituyen parte de la Sierra Madre Occidental.

Rellenando los amplios valles de la región se encuentran los sedimentos detríticos continentales de la Formación Báucarit del Terciario Superior. Grandes afloramientos de esta formación se pueden observar en el Valle de Tacupeto y en el Valle del Río Moctezuma, así como otros afloramientos aislados en la región.

De acuerdo a King (1939), la Formación Báucarit se encuentra ampliamente extendida en toda la Subprovincia de Sierras y Valles Paralelos, y la describe de manera general como constituida por areniscas bien estratificadas, conglomerados y ocasionales arcillas, con algunas intercalaciones de rocas volcánicas.

En el valle del Río Moctezuma la Formación Báucarit consiste fundamentalmente de conglomerados arenosos, con una buena estrati

ficación.

En gran parte del Valle del Río Moctezuma y cubriendo discordantemente a la Formación Bāucarit, se encuentran derrames de basaltos que constituyen una extensa meseta. Estos basaltos son atribuidos al Cuaternario, y varían de basaltos tholeíticos a -- transicionales, constituyendo una extensa meseta de aproximadamente 300 km² (Paz, 1983).

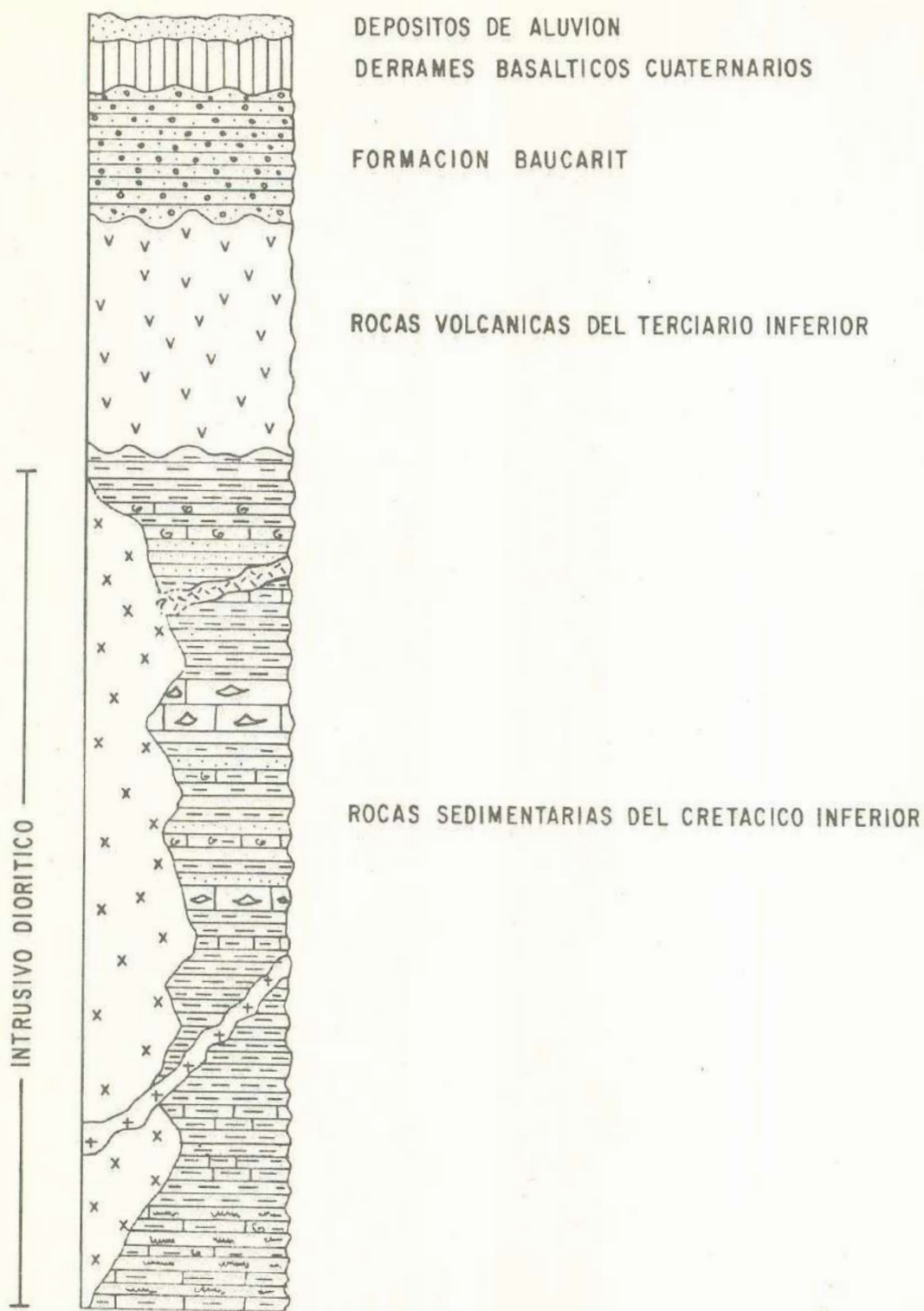


FIG: 4 COLUMNA GEOLOGICA GENERAL DEL AREA DE LAMPAZOS, SONORA (ESQUEMATICA)

IV.- GEOLOGIA LOCAL

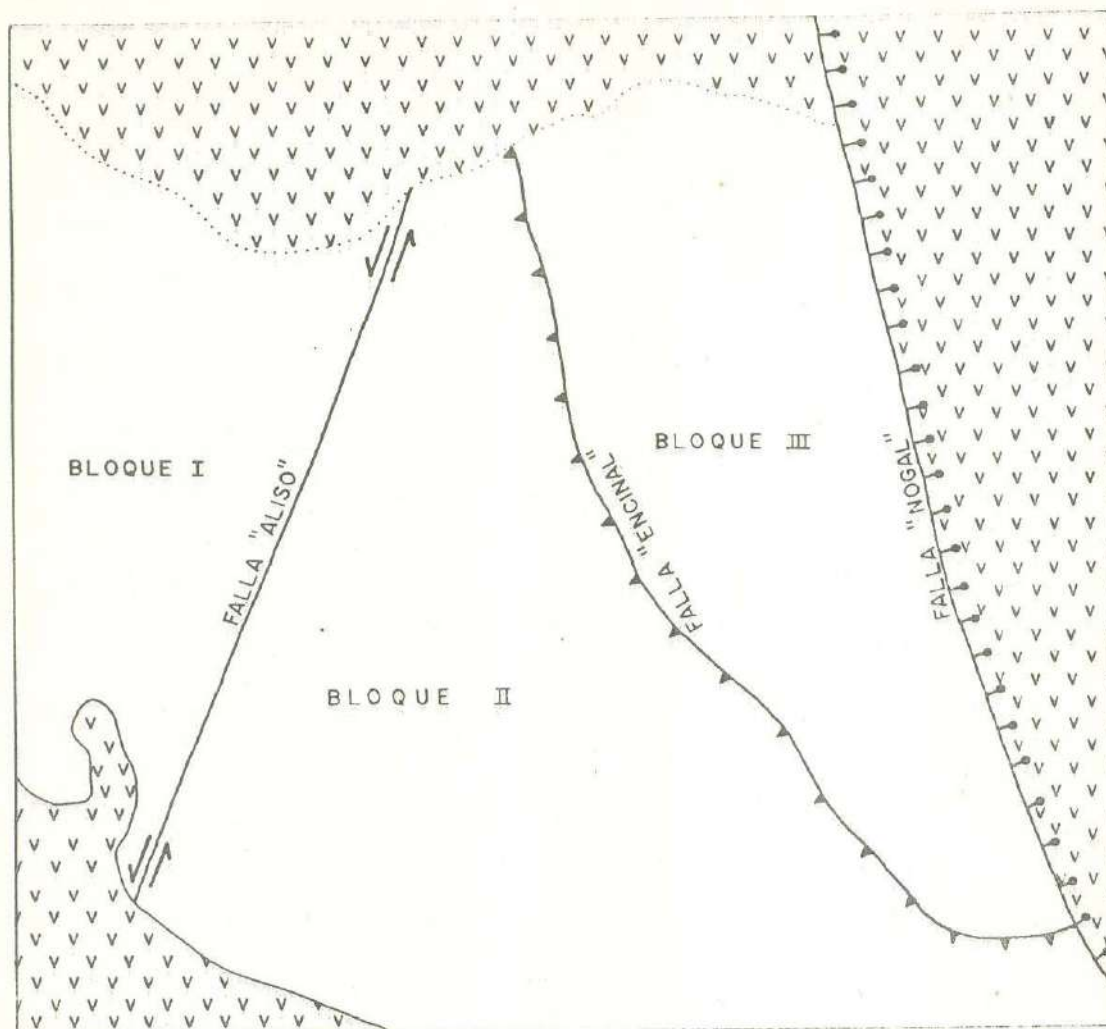
ESTRATIGRAFIA

Para su estudio estratigráfico, las rocas sedimentarias del área se dividieron en tres bloques separados entre sí por dos -- grandes fallas (Ver figura 5). Esto se hizo debido a que fue imposible establecer una correlación confiable entre las diferen -- tes unidades litoestratigráficas de dichos bloques, ya que al parecer existen cambios laterales de facies muy bruscos en distan -- cias demasiado cortas, y una muy intensa deformación que compli -- ca aún más el poder establecer la correlación litoestratigráfica local. Aún así se estableció una correlación tentativa entre -- las unidades litoestratigráficas que constituyen los diferentes -- bloques, la cual se muestra en el capítulo respectivo.

Con el fin de designar unidades litoestratigráficas forma -- les se midió la sección G-G' con cinta y brújula en el bloque I, ya que es el que presenta menor plegamiento y una mejor exposi -- ción, considerándose la secuencia sedimentaria del mismo como representativa del área de Lampazos.

En el bloque II y III se designaron litoestratigráficas in -- formales, esperando que posteriormente mediante estudios más de -- tallados de otros geólogos pasen a la categoría de formales.

A pesar de que no se observa una clara relación entre los -- distintos bloques, éstos corresponden a la misma edad, ya que -- las determinaciones paleontológicas de los fósiles colectados en cada uno de ellos reportaron pertenecer al Cretácico Inferior. Estos fósiles se muestran en la Tabla 1 del Capítulo de Paleonto



EXPLICACION

- FALLA DE CABALGADURA
- FALLA DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL
- FALLA NORMAL
- CONTACTO GEOLOGICO
- ROCAS VOLCANICAS
- ROCAS SEDIMENTARIAS

FIG. 5. CROQUIS ESTRUCTURAL QUE MUESTRA LA UBICACION DE LOS TRES BLOQUES.

logía.

Enseguida se describen, de la mas antigua a la mas joven, -- las formaciones designadas en el bloque I.

FORMACION AGUA SALADA

Sección y Localidad Tipo. - Su localidad tipo está inmediatamente al SE del Rancho Agua Salada, el cual está situado a 2.5 km al SW de la Sierra Espinazo del Diablo y a 9 km al NW de Lampazos, Son.

Su sección tipo es la Sección G-G', representada en el plano geológico del área de estudio, el cual se anexa al final de este trabajo.

Distribución. - Esta formación aflora en la porción occidental -- del área, donde se encuentra formando una estructura dómica (Domo "Agua Salada"). Su parte sur se encuentra cubierta discordantemente por las rocas volcánicas terciarias, y su porción occidental subyace en discordancia angular a la F. Báucarit.

Litología, Espesor y Edad. - Consiste de intercalaciones delgadas de caliza arcillosa, pedernal negro y ocasionales lutitas negras-carbonosas.

Las calizas son de estratificación delgada, color gris obscuro, y con color café grisáceo de intemperismo, y constituyen con frecuencia horizontes muy fosilíferos constituidos por pelecípodos, comunmente con costras de pedernal; presentando en ocasiones una estratificación mediana, y conteniendo muy raras amonitas en mal estado de conservación. Las capas de pedernal no contienen microfósiles. También se presentan abundantes lentes delgados de

caliza arcillosa.

En la base de esta formación se encuentran una unidad de calizas muy fosilíferas (principalmente ostreas) de color gris oscuro, color de intemperismo gris azulado, cuya estratificación varía de delgada a gruesa. Su espesor medido es de 15 m, observándose que varía notablemente, y forma crestones claramente visibles.

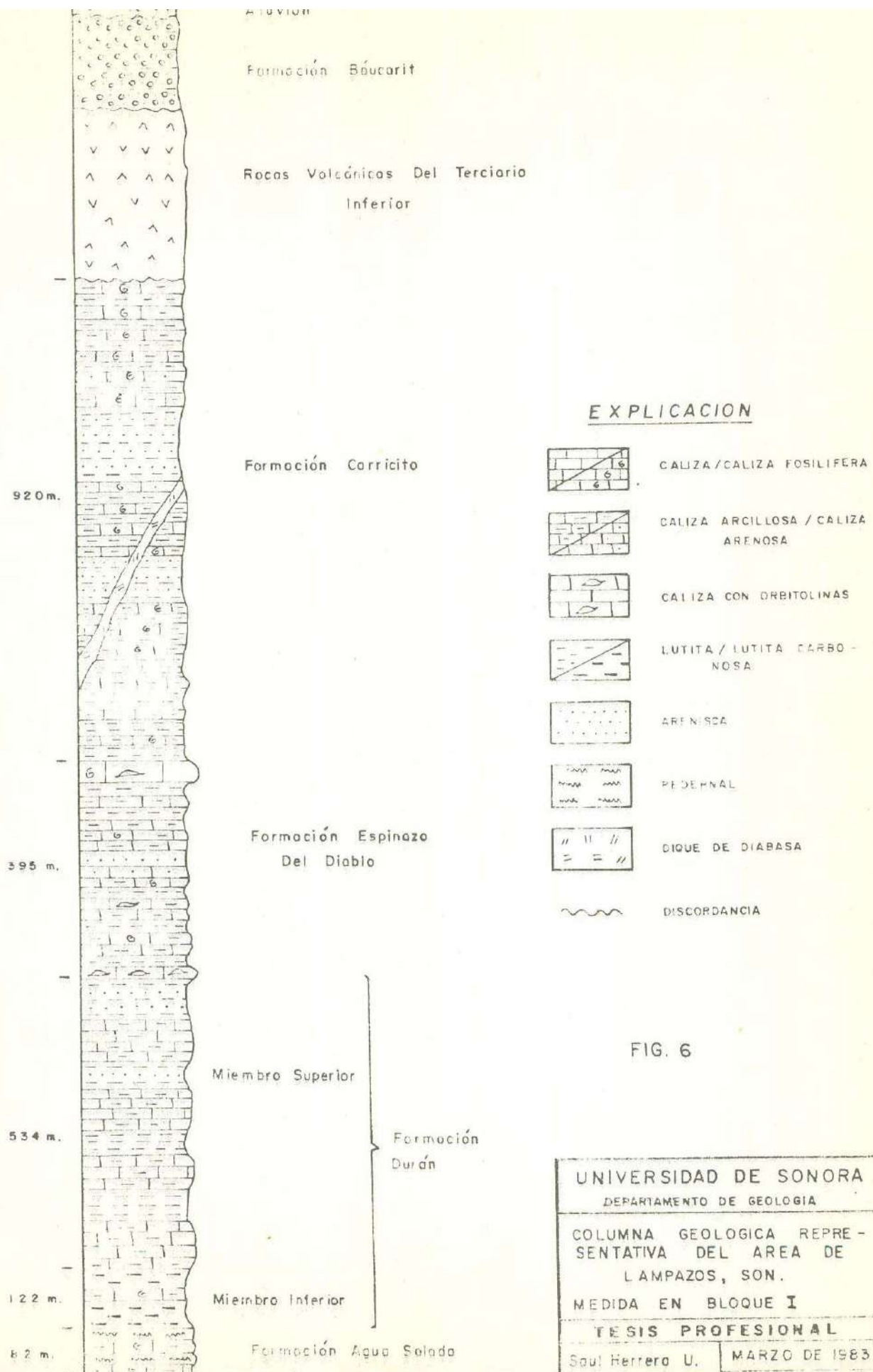
El espesor total aflorante de esta formación es de 82 m y su edad es Aptiano-Albiano, en base a los fósiles que contiene (Ver-Tabla 1).

Relaciones Estratigráficas.- Su límite inferior se desconoce por la estructura dómica que se encuentra formando esta formación.

El límite superior es concordante con el Miembro Inferior de la F. Durán, y está situado en el contacto de la última capa de pedernal de la Formación Agua Salada con las lutitas carbonosas de dicho miembro.

Sedimentología.- El medio ambiente de depósito atribuible a esta formación es nerítico somero, de baja energía, con aguas muy oxigenadas y templadas, lo que permitió la formación de las calizas con abundantes pelecípodos, características de esta formación. Al principio debió de existir una facies de depósito somera de alta energía, que formó las calizas de tipo packstone y grainstone que se encuentran en la base de esta formación.

El origen posible atribuible a las capas de pedernal de esta formación es por precipitación química directa de sílice del agua de mar, para lo cual debió haber ocurrido cambios físico-químicos muy bruscos en ella que ocasionó tal precipitación. Pettijohn (1973) establece esta teoría como un posible origen de los -



pedernales estratificados, y supone que el origen del sílice puede ser por intemperismo de rocas silíceas preexistentes o por -- volcanismo contemporáneo a la sedimentación que produce ceniza -- volcánica silícea. En nuestro caso parece mas posible el primer origen, ya que no se tiene evidencias en la región de volcanismo en el Cretácico Inferior.

El origen de los pedernales es aún debatible, por lo que no podemos decir mucho al respecto.

FORMACION DURAN

Sección y Localidad Tipo. - Su localidad tipo es el área comprendida entre el Rancho Agua Salada y la Sierra Espinazo del Diablo. Su sección tipo es la Sección G-G' representada en el plano geológico del área.

Distribución. - Aflora en la porción oriental del área, con una orientación NW-SE y echado hacia el NE. Su extremo NW se encuentra cubierto discordantemente por la Formación Báucarit, y su extremo SE está truncado por la falla de desplazamiento lateral -- "Aliso". Parte de este extremo está cubierto por rocas volcánicas.

Litología, Espesor y Edad. - Esta formación ha sido dividida en dos miembros:

Miembro Inferior. - Está constituido principalmente por lutitas negras carbonosas (en mayor o menor grado) muy físisles, que intemperizan a un color blanquizco. Estas lutitas en ocasiones pasan a constituir lutitas carbonosas muy calcáreas en estratos delgados, mas resistentes al intemperismo. Ocasionalmente se --

presentan capas delgadas de caliza arcillosa fosilífera de color negro en fractura fresca. También se observan pequeños lentes - de la misma caliza, pero no fosilífera.

Hacia su parte superior se observa un incremento de las calizas arcillosas, pero aquí no son fosilíferas como en la parte inferior. También se observa que las lutitas son cada vez menos carbonosas y más calcáreas a medida que nos acercamos al miembro superior.

Este miembro es una de las unidades más fosilíferas, conteniendo en las lutitas y calizas abundantes amonitas y pelecípodos, la mayoría mal conservados, aunque se pudieron coleccionar algunos buenos ejemplares.

El espesor de este miembro es de 122 m.

Miembro superior.- Consiste de una secuencia rítmica de calizar arcillosas y lutitas, con ocasionales capas delgadas de arenisca dentro de estas últimas.

Las calizas son de un color gris oscuro, con un color de intemperismo gris amarillento, de estratificación delgada, ocasionalmente mediana. Contienen ocasionales equinodermos, sobretudo en la parte superior de este miembro. Al microscopio se observó que contienen foraminíferos planctónicos.

Las lutitas son en su mayoría calcáreas, de color gris oscuro a negro, con un color de intemperismo que varía de verdoso a café amarillento. Presentan una fractura concoidal a astillosa.

Las areniscas son de grano fino a medio, de color gris claro, con un color de intemperismo que varía de verdoso a café ama

riliento, y en ocasiones rosado.

El arreglo con que se presentan las rocas anteriormente descritas es en forma de paquetes intercalados, los cuales son de dos tipos: los primeros consisten de calizas, y presentan en ocasiones algunas intercalaciones delgadas de lutita calcárea. Sus espesores son del orden de 2 a 5 m, teniendo en ocasiones un espesor de hasta 20 m. El segundo tipo consiste de lutitas con raras intercalaciones delgadas de arenisca, y tienen un espesor que varía desde unos cuantos metros hasta aproximadamente 60 m.

En la parte superior de este miembro se observa una secuencia de poco espesor, que consiste de intercalaciones delgadas de lutitas y areniscas.

El espesor de este miembro es de 534 m.

La edad atribuible a esta formación es Aptiano-Albiano.

En la fotografía No. 2 se puede observar los dos miembros de la formación en cuestión.

Relaciones Estratigráficas.- El límite inferior de esta formación es concordante, y está localizado en el contacto de la última capa de pedernal de la Formación Agua Salada con las lutitas carbonosas del Miembro Inferior de la Formación Durán.

Su límite superior es concordante con la Formación Espinazo-del Diablo, y está ubicado en la base de la caliza con orbitolinas, que se encuentra a su vez en la base de dicha formación.

El contacto entre el Miembro Inferior y Superior es del Tipo transicional.

Sedimentología.- El Miembro Inferior de la Formación Durán se supone formada en un medio ambiente nerítico somero, de baja ener -



FOTO No. 2.- AFLORAMIENTO DE LA FORMACION DURAN, OBSERVÁNDOSE EL CONTACTO ENTRE EL MIEMBRO INFERIOR (COLOR OSCURO) Y MIEMBRO SUPERIOR (COLOR CLARO) DE LA MISMA FORMACION.

gía, en una pequeña cuenca con aguas oxigenadas y templadas en la que vivían abundantes pelecípodos, amonitas y algunos gasterópodos, y quizás algo de flora marina. Posiblemente esta pequeña -- cuenca fue cerrada por una barra de arena, lo que restringió la -- oxigenación de la misma, dando lugar a un medio ambiente reductor que transformó la materia orgánica presente en las lutitas, en material carbonoso. Dicha materia orgánica pudo provenir principalmente de materia orgánica transportada, y en menor proporción de la parte blanda de pelecípodos, gasterópodos y amonitas.

El Miembro Superior de esta formación nos marca una transgresión marina, dando lugar a un medio ambiente nerítico más o menos

profundo, de baja energía, donde se depositaron las lutitas calcáreas y calizas de tipo micrita de este miembro. La parte superior de éste nos indica una regresión, que dió lugar a un medio ambiente de depósito más somero, con energía que variaba de baja a alta, donde se formó una secuencia de lutitas y areniscas.

FORMACION ESPINAZO DEL DIABLO

Sección y Localidad Tipo. - Su localidad tipo se encuentra en la Sierra Espinazo del Diablo, y su sección tipo es la Sección G-G' representada en el plano geológico del área.

Distribución. - Aflora en la parte central norte del área, extendiéndose con una orientación general NW 60° SE con un echado hacia el NE, y constituye lo que es la Sierra Espinazo del Diablo. Hacia el SE se encuentra truncada por la Falla Aliso, y en su extremo NW está cubierta discordantemente por la Formación Báuca - rit. Parte de su extremo SE se encuentra cubierta por una colada volcánica.

Litología, Espesor y Edad. - Esta formación consiste de estratos delgados de calizas arcillosas, fosilíferas y no fosilíferas, color gris oscuro, color de intemperismo gris amarillento, con intercalaciones delgadas de lutitas calcáreas color gris oscuro, las que intemperizan a un color verdoso a amarillento. Se presentan ocasionales capas delgadas de caliza arenosa color café claro, tanto en superficie fresca como al intemperismo; así como algunos estratos delgados de arenisca de grano fino a medio color gris, color de intemperismo café amarillento. Muy sobresa -

saliente en esta formación es la presencia en su parte superior de una unidad de calizas fosilíferas arrecifales de color gris-oscuro, que intemperizan a un color gris azulado, de estratificación gruesa a masiva, las cuales contienen abundantes ostreas, algunos rudistas y escasos foraminíferos del género Orbitolina. Esta unidad constituye el llamado Espinazo del Diablo y su espesor promedio es de 15 a 20 m, variando notablemente. Hacia su extremo SE pasa gradualmente a calizas arcillosas de estratificación delgada.

En la base de esta formación se encuentra una capa de caliza con gran cantidad de orbitolinas (biomicrita de orbitolinas) de un color gris oscuro en fractura fresca, color de intemperismo gris azulado. Su espesor es muy variable, aunque generalmente oscila entre los 4 y 8 m.

El espesor de esta formación es de 395 m, y su edad es Aptiano-Albiano.

En la fotografía No. 3 se muestra la formación de que se trata.

Relaciones Estratigráficas.- Su límite inferior es concordante con el Miembro Superior de la Formación Durán, y está localizado en la base de la capa de caliza con orbitolinas (biomicrita de orbitolinas) que se encuentra a su vez en la base de la Formación Espinazo del Diablo.

Su límite superior es concordante con la Formación Carricito y se ubica en la cima de la unidad de calizas del Espinazo del Diablo, anteriormente descrita.

Sedimentología.- Esta formación se considera formada en un medio ambiente marino, de facies de plataforma somera, en un mar-



FOTO No. 3.- AFLORAMIENTO DE LA F. ESPINAZO DEL DIABLO EN LA SIERRA DEL MISMO NOMBRE. NOTESE - SU LIMITE INFERIOR (CAPA DE CALIZA CON ORBITOLINAS) Y SU LIMITE SUPERIOR AL FONDO (ACANTILADO DE CALIZAS ARRECIFALES).

abierto, de aguas bien oxigenadas y tranquilas, favorable a la -- proliferación de todo tipo de organismos. Ocasionalmente debió -- haber ocurrido cambios en la profundidad del mar y en la energía -- de depósito, que hizo posible la formación de las raras areniscas y calizas arenosas que se encuentran en esta formación.

Las facies más somera está representada por las calizas arrecifales de tipo biostroma que se encuentran en la cima de la formación de que se trata.

FORMACION CARRICITO

Sección y Localidad Tipo. - Su localidad tipo está situada inmediatamente al NE del extremo NW de la Sierra Espinazo del Diablo. Su sección tipo es la Sección G-G' representada en el plano geológico del área de estudio.

Distribución. - Se encuentra aflorando en la porción N central del área, teniendo un rumbo general NW 60° SE y un echado al NE. Su extremo NW está cubierto discordantemente por la F. Baucarit, así como también las rocas volcánicas la cubren en todo su flanco NE y en una parte de su extremo SE.

Litología, Espesor y Edad. - Esta formación es heterogénea en litología, consistiendo de calizas arcillosas muy fosilíferas (pelecípodos y gasterópodos) color gris oscuro, color de intemperismo gris amarillento; lutitas calcáreas color gris oscuro a negro, que intemperizan a un color verdoso a amarillento; areniscas de grano fino a medio color gris, con un color de intemperismo que varía de verdoso a rojo púrpura y café claro. Se presentan algunas calizas arenosas, en ocasiones fosilíferas, de color café claro con igual color de intemperismo, y también algunas calizas arcillosas totalmente constituidas por ostreas que intemperizan a un color café amarillento. Las calizas arenosas son más resistentes al intemperismo, por lo que forman salientes algo prominentes.

Las rocas anteriormente descritas se presentan con el siguiente arreglo: unidades intercaladas, que consisten por un la-

do de intercalaciones de calizas arcillosas y lutitas, con algunas capas delgadas de arenisca, y por otro lado consisten de areniscas y lutitas intercaladas, con algunas capas delgadas de caliza arcillosa y/o arenosa. El espesor de estas unidades es del orden de decenas de metros, siendo el espesor de la unidad primeramente descrita comunmente mayor a 100 m.

En la parte inferior de esta formación se observa una marcada predominancia de lutitas sobre las calizas, siendo ésta la -- causa por la que existe un muy sobresaliente cambio topográfico -- entre ésta y la Formación Espinazo del Diablo.

La estratificación en general es delgada, presentando las areniscas en ocasiones una estratificación mediana.

El espesor aflorante de esta formación es de 920 m, teniendo una edad Aptiano-Albiano.

En la fotografía No. 4 se puede observar parte de la Formación Carricito y su contacto con la Formación Espinazo del Diablo.

Relaciones Estratigráficas. -- Su límite inferior es concordante con la Formación Espinazo del Diablo, y está situado en la cima de la unidad de calizas del Espinazo del Diablo, la cual ya fue descrita. Como se dijo, este contacto es sumamente marcado por un acantilado casi vertical de caliza.

Su límite superior no aflora, ya que se encuentra cubierto por rocas volcánicas.

Sedimentología. -- Esta formación se considera depositada en un medio ambiente de depósito marino de facies de plataforma muy somera, donde se depositaron las calizas arcillosas fosilíferas y

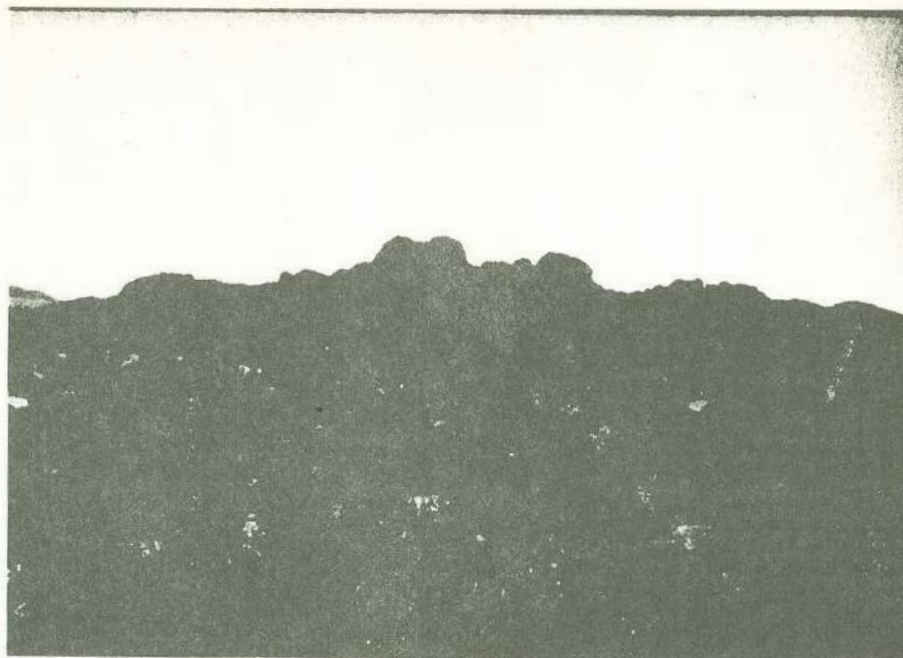


FOTO No. 4.- AL FONDO SE OBSERVA LAS CALIZAS ARRE-
CIFALES DEL ESPINAZO DEL DIABLO, Y A UN COSTADO -
DE ESTE ULTIMO TENEMOS LA F. CARRICITO. FOTO TOMA-
DA DE NE A SW.

lutitas calcáreas de ella. La energía de depósito debió de ser -
predominantemente baja, variando a moderada, formándose en este -
último caso las ocasionales calizas arenosas de tipo micrita que-
se encuentran en esta formación.

Periódicamente debió haber ocurrido una serie de leves regre-
siones y transgresiones, que dieron lugar a facies costeras o quí-
zás deltaicas, donde se formaron las areniscas y lutitas.

La parte más inferior de esta formación se supone deposita--
da en un medio ambiente nerítico más profundo. Esto se deduce de
la rara ocurrencia de calizas fosilíferas y de la predominancia -
de lutitas.

El Bloque II se dividió informalmente en las siguientes unidades litoestratigráficas, mencionadas de la más antigua a la más joven: Unidad Aliso, Lampazos, Rosa María y Unidad Picachos. La edad de todas estas unidades se considera como Aptiano-Albiano -- (Ver Tabla 1).

Dichas unidades se pueden observar en el plano geológico -- del área de estudio.

UNIDAD "ALISO"

Distribución. - Aflora en la parte central del área constituyendo un anticlinal recostado hacia el NE en el área que está inmediatamente al NW del Mineral de Lampazos. Asimismo, aflora también al NE del Cerro El Aliso en las cercanías del Arroyo del -- mismo nombre, constituyendo aquí el núcleo de un anticlinal dómi-- co.

Litología y Espesor. - Esta unidad está constituida por calizas arcillosas de estratificación delgada, las cuales en ocasiones -- varían a calizas más puras con una estratificación mediana a --- gruesa.

El color de estas calizas es gris oscuro, e intemperizan a un color gris amarillento cuando son arcillosas y gris azulado -- cuando son más puras. Comunmente estas últimas son muy fosilíf~~e~~eras, conteniendo abundantes ostreas, así como también en ocasio-

nes lo son las calizas arcillosas, conteniendo Orbitolinas; siendo esto un factor bioestratigráfico muy importante para correlaciones posteriores.

Intercalando a las calizas se presentan lutitas calcáreas color gris oscuro, color de intemperismo verdoso a amarillento, y ocasionales areniscas.

Esta unidad presenta en su parte superior, en las cercanías del Arroyo El Aliso, una capa de caliza de un espesor aproximado de 10 m. Esta capa está concordante con la Unidad Lampazos.

El espesor de esta unidad no fue posible calcularlo debido a su plegamiento y al hecho de que no aflora su límite inferior. Aún así, se calcula que su espesor no es menor a 150 m.

Relaciones Estratigráficas. - Su límite superior es concordante con la Unidad Lampazos y se sitúa en el contacto de las lutitas de esta unidad con las calizas de la Unidad Aliso. Este contacto es muy marcado y fácil de observar en el terreno, debido a un cambio muy brusco tanto en topografía como en coloración.

Su límite inferior se desconoce, ya que no aflora.

UNIDAD "LAMPAZOS"

Distribución. - Aflora en la porción central del área a lo largo de una franja que pasa por la Mina de Lampazos, la cual tiene -- una orientación que varía de NW-SE a N-NE-S-SW. También se encuentra aflorando en la base del Cerro El Aliso y cercanías del arroyo del mismo nombre, constituyendo los flancos de un anticlinal dómico.

55

Su continuación hacia el sur no fue posible verificar.

Litología y Espesor. - Esta unidad está constituida principalmente por lutitas de color negro muy fílsiles, que intemperizan a un color verde claro. En partes presenta intercalaciones delgadas de pedernal color negro y ocasionales capas delgadas de arenisca.

Muy sobresaliente en esta unidad es la presencia de algunos paquetes de calizas arcillosas con gran cantidad de ostreas (biostromas de ostreas), de un color gris oscuro en fractura fresca, y un color de intemperismo café claro, variando en ocasiones a calizas más puras que intemperizan a un color gris azulado. Presentan en ocasiones costras de pedernal. El espesor de estos paquetes varía de 2 a 8 m aproximadamente, y su estratificación es delgada cuando las calizas son arcillosas y gruesa cuando son más puras.

El espesor de esta unidad se estima no menor a 100 m, siendo dudoso ya que se encuentra intensamente plegada.

Relaciones Estratigráficas. - Su límite inferior es concordante con la Unidad "Aliso" y se encuentra en el contacto de las calizas de dicha unidad, con las lutitas de la Unidad Lampazos. Como ya se dijo, este contacto es sumamente marcado.

Su límite superior es concordante con la Unidad Rosa María, y se ubica en el contacto de las primeras calizas de esa unidad con las lutitas de la unidad de que se trata.

Este contacto también resulta muy marcado en el terreno, por un cambio brusco tanto en topografía como en coloración.

UNIDAD "ROSA MARIA"

Distribución.- Aflora en la porción oriental del área, extendiéndose a través de toda ésta con una orientación general NW-SE y echado hacia el NE. Su extremo norte constituye el Cerro El Encinal, estando cubierta por las rocas volcánicas al N de dicho cerro.

Su continuidad se encuentra interrumpida en parte en su flanco NE, debido a una falla de bajo ángulo (Cabalgadura "Encinal")- que la hace cabalgar sobre el Bloque III.

Fotogeológicamente se concluye que esta unidad continúa aún más hacia el SE hacia afuera del área de estudio, constituyendo la Sierra Las Azules y una extensa área al oriente de esta sierra, presentando aquí al parecer un fuerte plegamiento.

Litología y Espesor.- Esta unidad consiste de una secuencia rítmica de calizas y lutitas calcáreas, con ocasionales capas delgadas de arenisca intercalando éstas últimas.

Las calizas y lutitas calcáreas se presentan en unidades por separado de espesor muy variable. Las primeras varían lateralmente de arcillosas a puras y de muy fosilíferas a no fosilíferas. Su color en general es gris oscuro, e intemperizan a un color -- gris amarillento cuando son arcillosas y gris azulado cuando son más puras. Las calizas son de estratificación delgada y las calizas mas puras presentan una estratificación mediana a gruesa. Las lutitas son de un color gris oscuro a negro en fractura fresca, e intemperizan a un color verdoso y amarillento.

Las areniscas que intercalan a las lutitas son de grano fino a medio, de color gris, e intemperizan a un color café amarillento.

Es característico en la porción inferior de esta unidad, -- que las calizas sean casi en su totalidad arcillosas y no fosilíferas, aunque al microscopio se observó que contienen algunos foraminíferos planctónicos.

En lo que es el Cerro El Encinal, esta unidad presenta variaciones litológicas importantes, que se manifiestan en su porción media por una mayor ocurrencia de areniscas, las que en ocasiones son de grano grueso. Se observan también algunas intercalaciones delgadas de caliza arcillosa de ostreas, y un paquete de aproximadamente 1.5 m de espesor de calizas olíticas en estratos delgados. Muy sobresaliente aquí es la presencia de unidades de caliza arrecifal de tipo biostroma, con una estratificación que varía de mediana a gruesa, y con abundantes oestreas, algas (?) y otros fósiles en menor proporción. Estas unidades arrecifales forman las prominencias del cerro mencionado (Ver fotografía No. 5).

En la parte media de su extremo SE, en los límites del área de estudio, es sobresaliente la ocurrencia de otras dos unidades de caliza arrecifal tipo biostroma, con gran cantidad de ostreas, escasos gasterópodos y corales. Su espesor es mayor a los 25 m.

Estas unidades arrecifales se acunán hacia el NW, pero hacia el SE se encuentran constituyendo parte de la Sierra de Las Azules.

El espesor de esta unidad es de aproximadamente 1,600 m.

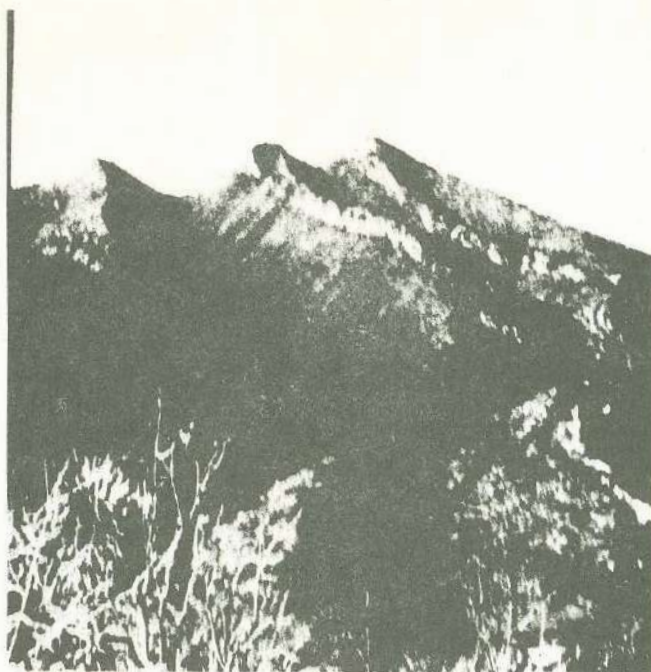


FOTO No. 5.- AFLORAMIENTO DE LA UNIDAD ROSA MARIA EN EL CERRO EL ENCINAL.

Relaciones Estratigráficas.- Su límite inferior es concordante, y está situado en el contacto de las lutitas de la Unidad Lampazos con el primer paquete de calizas arcillosas de la unidad en cuestión.

Su límite superior es del tipo concordante, y se localiza en la base de la primera unidad de calizas arrecifales de la Unidad Picachos.

UNIDAD "PICACHOS"

Distribución.- Aflora exactamente en la esquina SE del área de estudio con una orientación NW-SE. Su extremo NW se encuentra -

afectado por la Cabalgadura Encinal y su flanco NE se encuentran en contacto estructural con las rocas volcánicas, debido a la -- Falla Normal Nogal.

Litología y Espesor. - Su litología consiste de calizas muy fósilíferas de estratificación mediana a gruesa, las cuales constituyen biostromas de varios metros de espesor. El color de estas calizas es gris oscuro e intemperizan a un color gris azulado.

Dichas biostromas se encuentran separados por paquetes que consisten de intercalaciones de lutitas y areniscas de grano fino a medio. El espesor de estos paquetes es mayor que el de los biostromas ya mencionados.

El espesor aflorante de esta unidad se estima aproximadamente en 150 m.

Relaciones Estratigráficas. - Su límite inferior es concordante con la Unidad Rosa María, y está localizado en la base del primero de los biostromas de la unidad de que se trata.

Su límite superior se desconoce a causa de su plegamiento, y debido también a la Cabalgadura Encinal y Falla Normal Nogal - que afectan a esta unidad.

B L O Q U E I I I

A continuación se describen, de la más antigua a la más joven, las diferentes unidades litoestratigráficas en que ha sido dividido en Bloque III. En base al abundante contenido fósilífero en este bloque, se determinó que todas las unidades son de -- una edad Aptiano-Albiano (Ver Tabla 1).

Estas unidades se pueden observar cartografiadas en el pla-

no geológico que se anexa al final de esta Tesis,

UNIDAD "CALOSO"

Distribución.- Aflora constituyendo la mayor parte del Cerro El Caloso, en la esquina NE del área. Aquí se encuentra formando un anticlinal afectado por dos fallas normales en su parte oriental. Una de estas fallas pone en contacto esta unidad con las rocas -- volcánicas del área.

Su extremo N se encuentra cubierto por las rocas volcánicas.
Litología y Espesor.- Su litología consiste de calizas y lutitas calcáreas. Las calizas varían de más o menos puras a arcillosas -- y en ocasiones arenosas, con un color gris oscuro en fractura -- fresca. Las lutitas son de un color gris oscuro a negro, con un color de intemperismo café amarillento.

El arreglo con que se presentan las calizas y lutitas es en forma de paquetes intercalados de calizas en estratos delgados -- por un lado, y de lutitas por el otro, siendo el espesor de estos paquetes de varios metros.

Intercalando a las lutitas se observan ocasionales areniscas de grano fino color gris claro, las cuales intemperizan a un color café rojizo y amarillento.

La parte superior de esta unidad consiste de un paquete de -- aproximadamente 30 m de espesor de calizas en estratos delgados -- en la base, variando a gruesos en la cima. Estas calizas contienen ostreas, corales y muy escasas orbitolinas, siendo las ostreas y corales particularmente abundantes en los estratos gruesos.

Relaciones Estratigráficas. - Su límite inferior se desconoce, ya que se encuentra esta unidad afectada por una falla normal que la pone en contacto con las rocas volcánicas del área.

Su límite superior es concordante con la Unidad Tulito, y está localizado en la cima del paquete de calizas que constituye la parte superior de la unidad en cuestión.

UNIDAD "TULITO"

Distribución. - Aflora en el flanco oeste y sur del Cerro El Caloso, así como en la parte baja de El Salto; éste último ubicado a 1 km al norte del Rancho El Estiladero. También se observa a todo lo largo de La Cañada El Sauz.

Litología y Espesor. - Consiste de intercalaciones delgadas de lutitas calcáreas de color gris oscuro a negro, color de intemperismo verdoso; areniscas de grano fino a medio de color verdoso y rosa púrpura, ambas areniscas de un color de intemperismo igual al color en fractura fresca; y algunas capas de caliza arcillosa de pelecípodos (principalmente ostreas) con un color de intemperismo café amarillento. Algunas capas de areniscas son fosilíferas, conteniendo pelecípodos y gasterópodos, estos últimos en mayor proporción. Muy ocasionalmente se observó estratificación cruzada en estas areniscas, así como la presencia de madera fósil en muy buen estado de conservación.

En la base de esta secuencia se encuentra un paquete de aproximadamente 3 m de espesor de calizas oolíticas de estratificación delgada, de un color gris oscuro en fractura fresca, que in-

temperizan a un color café grisáceo. Estratigráficamente arriba se presenta otro paquete de aproximadamente 4 m de espesor que -

temperizan a un color café grisáceo. Estratigráficamente arriba se presenta otro paquete de aproximadamente 4 m de espesor que consiste de estratos delgados de calizas arenosas fosilíferas de color gris oscuro, color de intemperismo café grisáceo.

A lo largo de la Cañada El Sauz esta unidad presenta un cambio litológico importante manifestado por la clara predominancia de las lutitas sobre las areniscas, sobre todo en la base, así como por la no presencia de calizas arcillosas de pelecípodos y calizas oolíticas. Solamente se presentan aquí algunas capas -- delgadas a medianas de caliza no fosilífera. El espesor de esta unidad en esta zona parece ser mayor, aunque ésta puede ser aparente debido al intenso plegamiento que presenta esta unidad en esta área.

El espesor aproximado para esta unidad es de 150 metros.

Relaciones Estratigráficas. - Su límite inferior es concordante con la Unidad Caloso, y está situado en la cima de las últimas capas de caliza de dicha unidad.

Su límite superior es concordante, y se localiza en la base de las calizas del miembro inferior de la Unidad Nogal.

UNIDAD "NOGAL"

Distribución. - Aflora en la porción este central del área, extendiéndose con un rumbo general NW-SE y constituyendo un sinclinal intensamente replegado. Su extremo NW está cortado por la Cabalgadura Encinal y su extremo SE se encuentra en contacto estructural, debido a falla normal, con las rocas volcánicas.

Litología y Espesor. - Esta unidad se divide informalmente en -- dos miembros; el miembro inferior tiene un espesor aproximado de 70 m y consiste de calizas en estratos delgados a gruesos, de un color gris oscuro en fractura fresca, intemperizando a un color gris azulado. En ocasiones estas calizas son fosilíferas, conteniendo abundantes ostreas, sobre todo en los estratos medianos - a gruesos. Se observaron también muy escasos gasterópodos bién-conservados.

Al sur del Cerro El Caloso se observa que presenta en su -- parte media un paquete de lutitas calcáreas con intercalaciones-delgadas de calizas arcillosas, ambas rocas con un color de in-temperismo amarillento. Este tiene un espesor máximo aproximado de 20 m y se acuña lateralmente.

Este miembro constituye el Peñasco de Las Guacas, el cual - es un crestón de caliza masiva que aparenta ser un arrecife (Ver fotografía No. 6). Hacia el SE este crestón pasa gradualmente - a una secuencia que consiste de calizas con intercalaciones del-gadas de lutitas calcáreas.

Las calizas se presentan en estratos delgados, variando en-ocasiones a estratos gruesos. Estos últimos y la caliza del Pe-ñasco de Las Guacas contienen abundantes ostreas. Las calizas - en general contienen muy ocasionales Orbitolinas y muy escasos - gasterópodos muy bién conservados. Hacia el NW del peñasco men-cionado no se logró comprobar la continuidad de este miembro.

El miembro superior tiene un espesor aflorante aproximado - de 400 m, y está constituido por intercalaciones delgadas no rít-micas de calizas de diferentes propiedades físicas; lutitas y --

areniscas. Se observan calizas arcillosas de color gris oscuro compuestas totalmente por ostreas, con un color de intemperismo-café amarillento; calizas arcillosas fosilíferas de color amarillento al intemperismo, que en superficie fresca son de color -- gris claro a oscuro; calizas más puras sin fósiles que intemperizan en forma de nódulos.

Las lutitas tienen un color gris oscuro en fractura fresca y un color verde claro a amarillento en superficie intemperizada, presentando un fracturamiento multidireccional. Las areniscas son de grano fino a medio, y sus colores varían de verde claro a rosa púrpura, con un color de intemperismo igual al color en --- fractura fresca. En una de estas areniscas se colectó madera fósil silicificada muy bien conservada.

Característico de este miembro es la presencia de un paquete de aproximadamente 2.5 m de espesor de calizas oolíticas en estratos delgados. También sobresaliente es la ocurrencia de -- otro paquete de 2 m de espesor de calizas arcillosas en estratos delgados, las cuales contienen abundantes tubos de anélidos fosilizados, teniendo un color de intemperismo café claro a amari -- llento.

El espesor aproximado de la Unidad Nogal es de 470 m.

En la fotografía No. 7 se puede observar esa unidad.

Relaciones Estratigráficas. - Su límite inferior es concordante y se sitúa en el contacto de las calizas del miembro inferior -- con las lutitas y areniscas de la Unidad Tulito.

Su límite superior se desconoce.



FOTO No. 6.- CALIZA ARRECIFAL DEL PENASCO DE --
LAS GUACAS. OBSERVANDOSE SU ADELGAZAMIENTO HA-
CIA EL SE.



FOTO No. 7.- AFLORAMIENTO DE LA UNIDAD NOGAL --
CERCA DEL RANCHO EL TULITO.
AL FONDO, LAS ROCAS VOLCANICAS DE LA SIERRA MA-
DRE OCCIDENTAL.

SIERRA "LAS AZULES"

Esta sierra se extiende hacia el SE, hacia afuera del área de estudio, a partir del Rancho Rosa María, situado éste al SE de Lampazos. Se extiende con una longitud aproximada de 6 km y un ancho de 1 a 1.5 km, con un echado predominantemente hacia el NE y con una orientación general NW-SE, formando un gran crestón de color azul claro constituido por calizas arrecifales tipo --- biostroma compuestas principalmente por pelecípodos (ostreas), y con una estratificación que varía de mediana a gruesa. Por las características físicas y el contenido fosilífero es muy probable que esta secuencia sea correlacionable con la Sierra Espinazo del Diablo, aunque en la primera no fue posible encontrar orbitolinas, fósil índice muy característico de las calizas de esta última sierra.

Debido a lo inaccesible de esta parte del área, así como -- también debido a la falta de tiempo y recursos materiales no fue posible hacer un estudio en forma, por lo que se aclara que el mapeo de esta estructura es fotogeológico.

FORMACION BAUCARIT

La División Baucari fue descrita inicialmente por (Dumble, 1899. P.126-128) como "una serie de areniscas, areniscas arcí -- llosas y conglomerados, de espesor considerable y de estratifica -- ción extremadamente uniforme...." en la vecindad del poblado de

Báucarit en el Río Cedros.

King (1939) corrigió el escrito a Báucarit y la consideró como una formación equivalente al conglomerado Gila del sur de Arizona. La Formación Báucarit la define King como areniscas bien - estratificadas, conglomerados y algunas arcillas.

En la región de Lampazos consiste de conglomerados constitudos por cantos subangulosos a subredondeados de rocas volcánicas, principalmente riolitas, andesitas y tobas. Estos cantos en ocasiones llegan a tener un diámetro de hasta 80 cm. Su matriz va - ría de arenosa a arcillosa y la estratificación puede considerarse como buena y con una leve inclinación hacia el noroeste. Esta unidad aflora en la parte occidental del área formando lomeríos - muy bajos, donde se observa el drenaje dendrítico que la caracte - riza. En esta parte tiene un espesor máximo observable de aproximadamente 60 m y en donde se trató de coleccionar posibles restos fósiles vertebrados con resultados negativos (Ver fotografía No. 8).

Estos sedimentos continentales son posteriores a la activi - dad volcánica del Terciario Temprano, pero coincide con la etapa - final de este evento magmático, ya que presenta intercalaciones - de flujos de lavas basálticas en su parte basal en otros lugares - de Sonora (King, 1939). A esta formación se le considera de edad Mioceno Temprano por edades radiométricas obtenidas de estos ba - saltos que contiene en la basa (Roldán, 1983).

Relaciones Estratigráficas. - Cubre discordantemente a las rocas - sedimentarias del Cretácico Inferior, así como también a las ro - cas ígneas del Cretácico Superior y Terciario Inferior, y a su - vez también está cubierta en forma discordante por los derrames -

basálticos cuaternarios a lo largo de todo el Valle de Moctezu -
ma.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

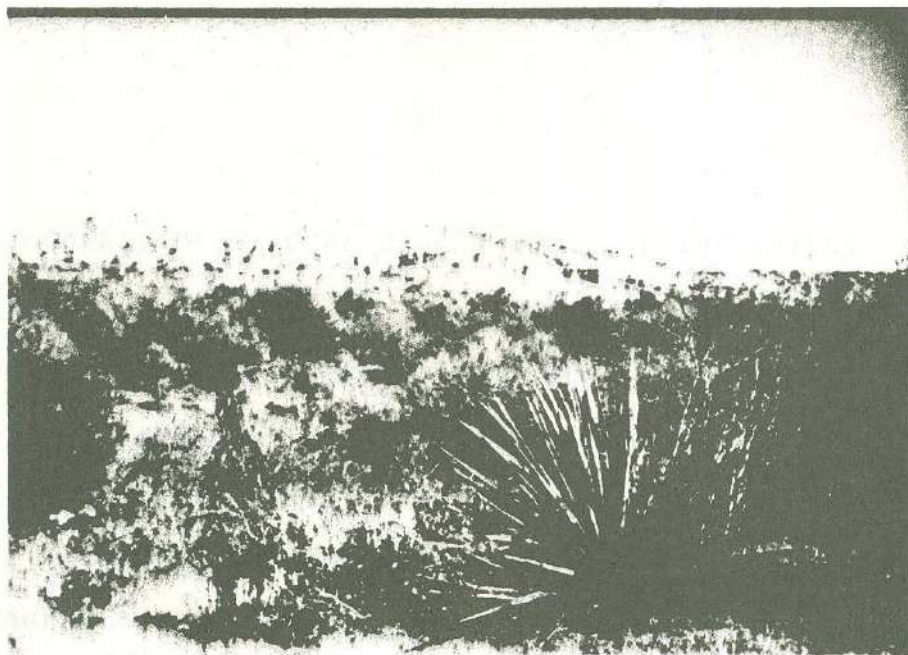


FOTO No. 8.- AFLORAMIENTO DE LA FORMACION BAUCARIT.

El grupo de las lavas, la formación Españazo del Diablo se correlaciona con la porción más superior de la Unidad Caloso, Unidad Tulito y Miembro Inferior de la Unidad Nogal; todo esto visto conjuntamente como una sola unidad (Bloque II). También es posible que sea correlacionable con la Unidad Aliso (Bloque III). Ambas correlaciones se basan en la pre-

CORRELACION LOCAL DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Como ya se dijo; para el estudio de la estratigrafía de las rocas sedimentarias del área fue necesario establecer tres bloques, los cuales se estudiaron por separado y se elaboró una columna estratigráfica para cada uno de ellos. Estos bloques se encuentran limitados por dos grandes fallas, las cuales ocasionan una interrupción brusca en la continuidad de las diferentes unidades litoestratigráficas que los componen.

La correlación que se hará enseguida es tentativa, y se base en criterios litoestratigráficos, utilizándose en algunos casos criterios bioestratigráficos.

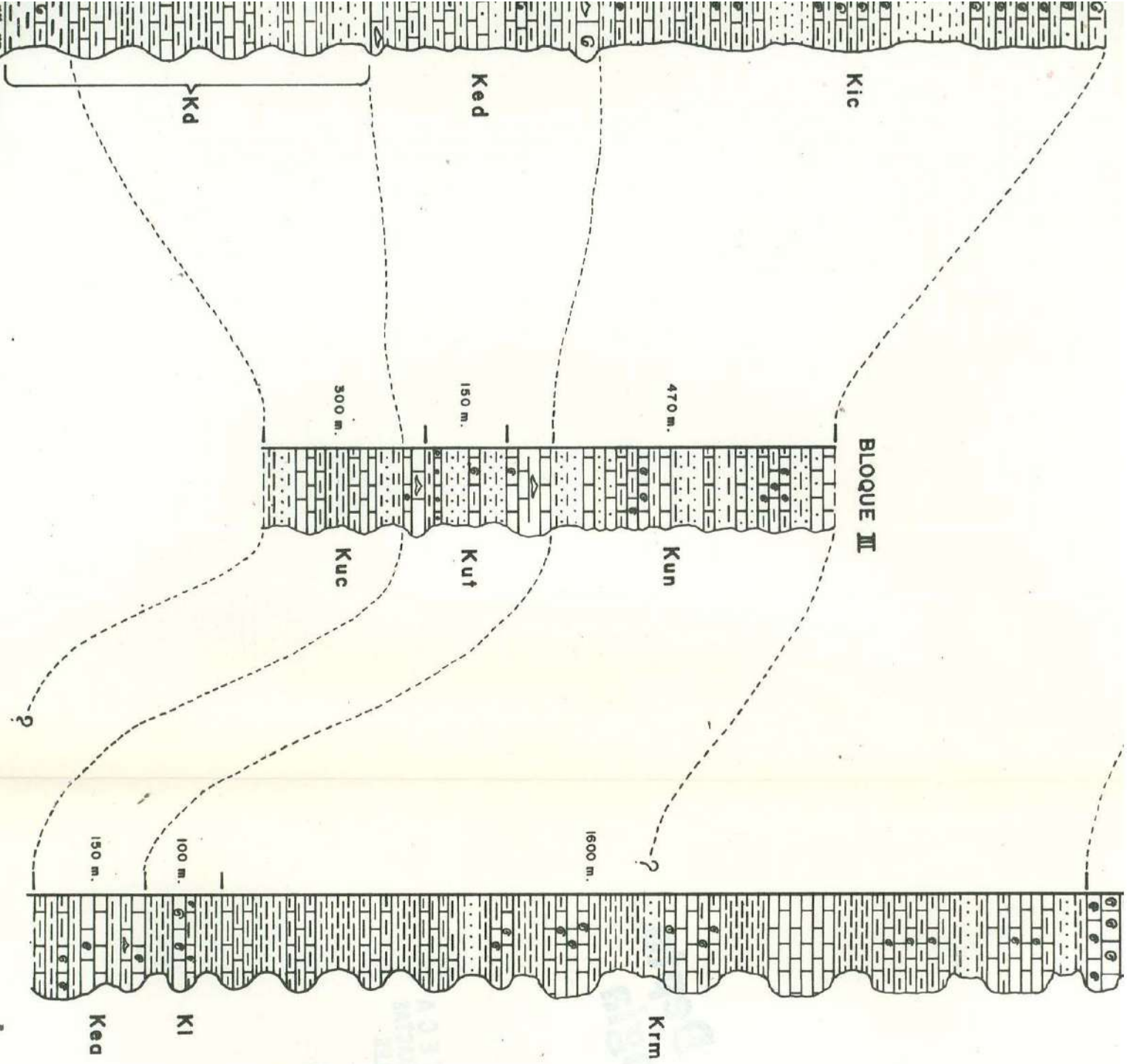
La Formación Agua Salada y el Miembro Inferior de la Formación Durán no tienen una unidad aflorante equivalente en los Bloques II y III.

El Miembro Superior de la Formación Durán es factible de correlacionarse con la Unidad Caloso, no existiendo al parecer su unidad correspondiente en el Bloque III, o por lo menos no aflora.

Utilizando criterios bioestratigráficos, la Formación Espinazo del Diablo se correlaciona con la porción más superior de la Unidad Caloso, Unidad Tulito y Miembro Inferior de la Unidad Nogal; todo esto visto conjuntamente como una sola unidad (Bloque II). También es posible que sea correlacionable con la Unidad Aliso (Bloque III). Ambas correlaciones se basan en la presencia del fósil índice Orbitolina texana.

EXPLICACION

Kas	FORMACION AGUA SALADA
Kd	FORMACION DURAN
Ked	FORMACION ESPINAZO DEL DIABLO
Kic	FORMACION CARRICITO
Kuc	UNIDAD CALOSO
kut	UNIDAD TULITO
Kun	UNIDAD NOGAL
Ked	UNIDAD ALISO
Kl	UNIDAD LAMPAZOS
Krm	UNIDAD ROSA MARIA
Kip	UNIDAD PICACHOS
	CALIZA ARCILLOSA / CALIZA ARENOSA
	CALIZA CON ORBITOLINAS
	CALIZA OOLITICA
	LUTITA / LUTITA CARBONOSA
	ARENISCA
	PEDERNAL



En el primer caso, la Formación Espinazo del Diablo tendría variaciones litológicas importantes en su contraparte del Bloque II, que consisten en la presencia de abundantes areniscas, así como un paquete de calizas oolíticas, mientras que la Formación Espinazo del Diablo consiste fundamentalmente de calizas con intercalaciones delgadas de lutitas.

Con respecto a la Unidad Aliso, las variaciones litológicas son de poca importancia.

La Formación Carricito es correlacionable con el Miembro Superior de la Unidad Nogal, observándose solo ligeras variaciones litológicas. En base a relaciones estratigráficas, su contraparte en el Bloque III sería posiblemente la Unidad Lampazos, conjuntamente con la porción inferior de la Unidad Rosa María, aunque con características litológicas muy diferentes; ya que mientras la Formación Carricito consiste de areniscas, lutitas y calizas fosilíferas, su posible contraparte consiste fundamentalmente de calizas y lutitas, con calizas fosilíferas en su porción superior y en la Unidad Lampazos.

La Unidad Picachos (Bloque III) no tiene una unidad equivalente en los Bloques I y II.

Para un mejor entendimiento de lo dicho en este capítulo -- ver la Tabla de Correlación Local.

P A L E O N T O L O G I A

El contenido fosilífero de las rocas sedimentarias del área de Lampazos es muy abundante, y se caracteriza por tener una variación en especies muy amplia distribuidas en casi todas las -- unidades litoestratigráficas reconocidas. En general, el estado de conservación de los fósiles es muy bueno, aunque en algunas -- ocasiones están destruidos o recristalizados. También se observan moldes internos e impresiones de ellos, que generalmente no son útiles para su determinación paleontológica.

Todos estos fósiles son característicos de un medio ambiente marino de profundidades muy someras comprendidas dentro de la plataforma continental, y desarrollados bajo la influencia de la zona fótica, lugar donde encuentran las características adecuadas para sobrevivir y reproducirse.

Las clases más abundantes son gasterópodos y pelecípodos, y en menor proporción equinodermos y cefalópodos. En lo que concierne a la flora fósil, ésta es relativamente escasa, y está representada megascópicamente por trozos de madera fósil silicificada muy bien conservada, y microscópicamente por posibles estructuras algáceas.

En la mayoría de los casos la recolección se llevó a cabo -- con formas sueltas, y raras veces se tuvo que resquebrajar la roca para obtenerlos.

La mayor parte de los fósiles están contenidos en las calizas, y en ocasiones en areniscas, como es el caso de la Unidad --

Tulito. Se pueden considerar como las unidades más fosilíferas al Miembro Inferior de la Formación Durán, Unidad Nogal y Formación Carricito.

En la Unidad Nogal y Tulito se colectaron muestras de madera petrificada, a las que se les llevó a cabo un estudio paleo^{xi}lotómico por el Biol. Sergio Cevallos F., cuyos resultados se -- anexan en este capítulo.

Los microfósiles son moderadamente abundantes y ampliamente distribuidos, habiéndose identificado al microscopio foraminíferos planctónicos, espinas de quinodermo y foraminíferos bentónicos, tales como miliólidos y textuláridos, incluido el fósil índice del Aptiano-Albiano Orbitolina texana (Roemer). Este último tiene una distribución restringida, y se encuentra en algunas de las calizas de la Formación Espinazo del Diablo, Unidad Caloso, Unidad Aliso y en las calizas del Miembro Inferior de la Unidad Nogal.

En la página siguiente se muestra la tabla 1, en la que se indica la clasificación de los fósiles del área de Lampazos, su distribución y edad. Todas estas determinaciones fueron hechas en el Departamento de Paleontología del Instituto de Geología de la U.N.A.M. por la Dra. Blanca Buitrón y otros.

El Apéndice I contiene las fotografías de la mayor parte de los fósiles determinados, así como varias fotomicrografías de -- organismos y calizas. También se incluye en este apéndice tres fotomicrografías de rocas ígneas.

TABLA 1: FOSILES DEL AREA DE LAMPAZOS, SONORA

LISTA DE ESPECIES	UNIDAD	EDAD
GASTEROPODOS		
<u>Cassiope helvetica</u> (Pictet y Renevier)	Unidad Tulito	Albiano
<u>Cassiope</u> [<u>Cassiope</u>] <u>leinpelli</u> (Allison)	Unidad Tulito	"
<u>Cerithium ansasense</u> (Stanton)	Unidad Tulito	"
<u>Liocarenus</u> (<u>Liocarenus</u>) <u>formosum</u> (Cragin)	Unidad Tulito	"
<u>Actaeonella parvus</u> (Stanton)	Unidad Tulito	
<u>Actaeonella fusiformis</u> (Coquand)	Unidad Tulito	"
<u>Actaeonella</u> sp.	Unidad Tulito	"
<u>Cassiope zebra</u> (Gabb)	Unidad Tulito	"
<u>Cassiope branneri</u> (Hill)	Unidad Tulito	"
<u>Cassiope burnsi</u> (Stanton)	Unidad Tulito	"
<u>Cerithium heerii</u>	Unidad Tulito	Cretácico
<u>Tylostoma aguilerae</u> (Alencaster)	F. Carricito	Albiano
<u>Tylostoma kentense</u> (Stanton)	Unidad Nogal	"
<u>Lunatia pedernalis</u> (Stanton)	F. Espinazo del Dia blo.	"
<u>Pernviella doluim</u>	F. Carricito y Uni- dad Rosa María.	"
<u>Euspira</u> sp.	Unidad Nogal	Cretácico
<u>Turritella marnochi</u> (White)	Unidad Nogal	"
<u>Natica</u> sp.	Unidad Nogal	Albiano
<u>Chenopus servensis</u>	Unidad Tulito	Cretácico
<u>Gyrodes</u> sp. cf. g. <u>bidngulata</u> (Shumard)	Unidad Nogal	"
<u>Pleurotomaria</u> sp. cf. p. <u>macilenta</u> (Cragin)	Unidad Nogal	"

TABLA 1: FOSILES DEL AREA DE LAMPAZOS, SONORA

LISTA DE ESPECIES	UNIDAD	EDAD
PELECIPODOS		
<u>Isocardia nasuta</u> (Coquand)	Formación Durán	Aptiano-Albiano
<u>Cymbophora</u> sp.	" "	" "
<u>Codakia</u> (<u>Epilucina</u>) <u>potosina</u> <u>metrica</u> (Cragin)	" "	Cretácico
<u>Eomiodon</u> sp.	" "	"
<u>Acila</u> (<u>Truncacila</u>) <u>demessa</u> (Finlay)	" "	"
<u>Codakia</u> (<u>Epilucina</u>) sp.	" "	Jurásico-Reciente.
<u>Trigonarga</u> sp.	" "	Cretácico
<u>Cardium forbesi</u> (Pictet y Renievers)	" "	Aptiano-Albiano
<u>Pecten texanus</u> (Roemer)	Unidad Nogal	Cretácico
<u>Ostrea franklini</u> (Coquand)	" "	Albiano
<u>Cardium granuliferum</u> (Gabb)	" "	Albiano
<u>Exogira texana</u> (Roemer)	Todas las unidades	Cretácico
<u>Megatriconia</u> sp.	Unidades Nogal y Tullito.	Jurásico Superior Cretácico Inferior.
<u>Protocardia texana</u> (Adkins)	Unidad Nogal	Albiano
<u>Cyprina</u> <u>washitensis</u> (Adkins)	" "	"
<u>Venericardia</u> sp.	" "	Cretácico
<u>Lunatia</u> sp.	" "	"
CEFALOPODOS		
<u>Dufrenoyia justinae</u> (Hill)	Formación Durán	Aptiano-Albiano
<u>Cheloniceras</u> sp.	" "	" "
<u>Parahoplites</u> sp.	Formación Agua Salada.	" "

TABLA 1: FOSILES DEL AREA DE LAMPAZOS, SONORA

LISTA DE ESPECIES	UNIDAD	EDAD
<u>Hoplites</u> sp.	Formación Agua Salada,	Aptiano-Albiano
<u>Engonoceras udenni</u> (Cragin)	Unidad Nogal	Albiano-Cenomaniano.
<u>Beudanticeras</u> sp.	" "	Aptiano-Albiano
EQUINODERMOS		
<u>Tetragrama malbosi</u> (Agassiz)	Unidad Nogal	Albiano
<u>Tetragrama</u> sp.	" "	Cretácico
<u>Hemiaster</u> sp.	" "	"
<u>Heteraster</u> sp.	" "	"
CORALES		
<u>Axosmilia</u> sp.	Formación Espinazo - del Diablo,	Jurásico Medio-Cretácico,
<u>Epistreptophyllum</u> sp.	" "	Jurásico-Cretácico.
ANELIDOS		
<u>Serpula</u> sp.	Unidad Nogal	Cretácico.
MADERA FOSIL (Coníferas)		
<u>Podocarpaceae</u> o <u>Cupressaceae</u>	Unidad Tulito y Nogal,	

El estudio de las maderas fósiles tiene en la actualidad mayor interés biológico que geológico, por ser éstas de escasa utilidad en la bioestratigrafía, y como indicadores de paleoambientes o biofacies apenas comienzan a ser entendidos.

Estos factores hacen que con frecuencia este material sea relegado, en ocasiones no se colecte y obviamente mucho menos se estudie.

Sin embargo la única forma de incorporar este registro al conocimiento geológico, es trabajándolo, con el fin de que se vaya-entendiendo y su utilidad sea mayor. Las muestras de madera fósiles del área de Lampazos fueron estudiadas por Cevallos (1983).- En esta zona se colectaron algunos Xilitos que fueron fácilmente-incorporados dentro del grupo de las gimnospermas por presentar elementos traqueales del tipo de las traqueidas, radios uniseriados, rara vez biseriados, y por no presentar (o ser muy escaso) el parénquimi axial. Las traqueidas presentan diámetro longitudinal de 60 micras y un mínimo de 15 micras. Los radios son ligeramente heterogéneos y cortos.

En los campos de cruzamiento se observaron puntuaciones del tipo piceoide, contándose una o máximo dos por campo. Estas características permiten referir a la muestra dentro del grupo de las coníferas, con una marcada tendencia a reflejar el patrón anatómico de las familias Podocarpaceae o Cupressaceae. Para ser más precisos es necesario efectuar un estudio estadístico detallado de la muestra, mismo que no es objetivo de este trabajo.

El ambiente que marca este Xilito, representa una zona con régimen hídrico bien establecido, es decir, un período de precipi

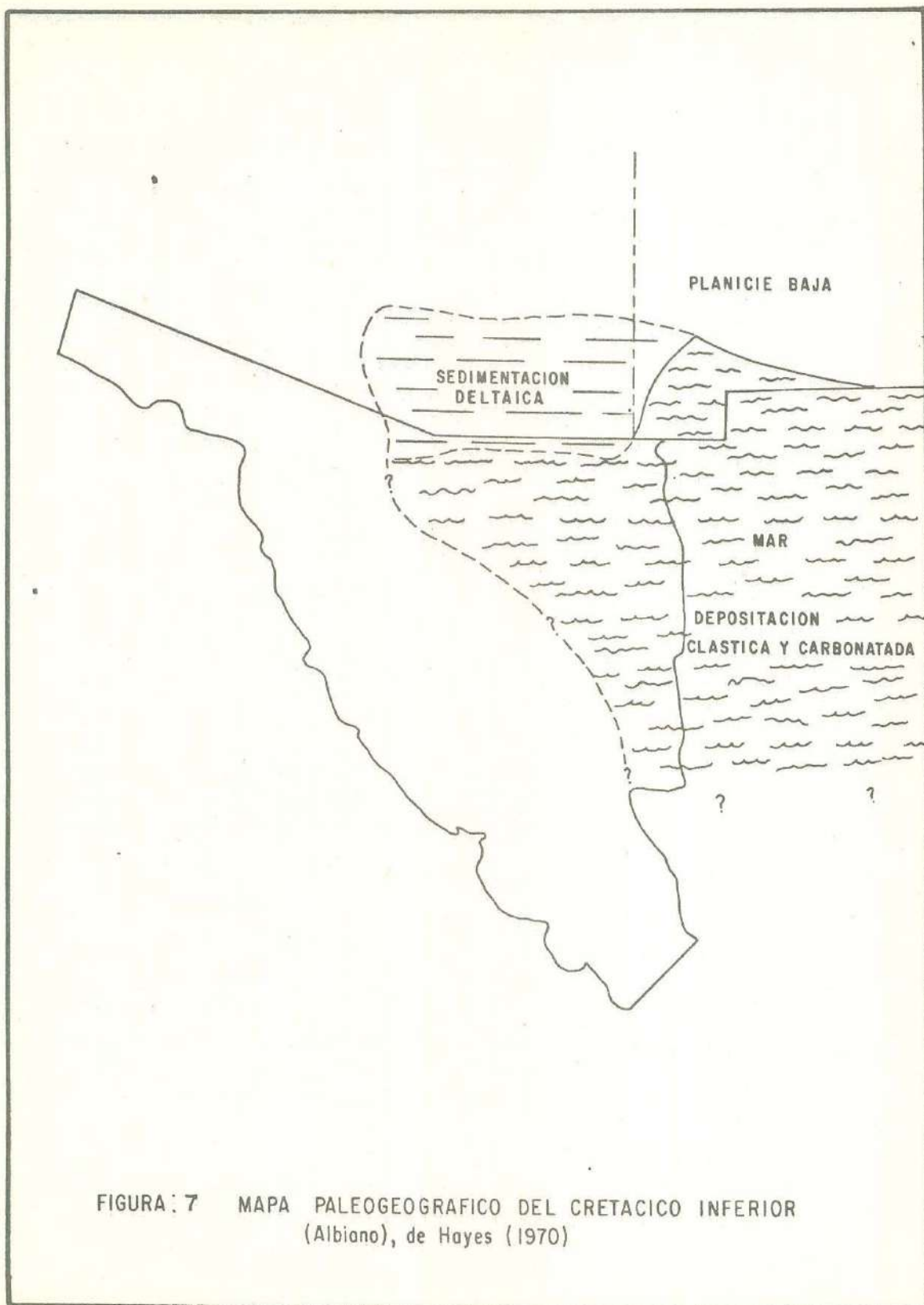
tación y otro de sequía (o escasez de agua) pueden ser inferidos por la presencia de anillos de crecimiento bien desarrollados.

CORRELACIÓN REGIONAL DE FACIES

Hayes, (1970) establece la teoría paleogeográfica para el -- Cretácico Inferior (Aptiano-Albiano) en el Sureste de Arizona y -- áreas adyacentes, haciendo énfasis principalmente en las unidades del Grupo Bisbee. Dicho autor postula una gran transgresión marina proveniente del Golfo de México (Ver figura 7) que cubrió grandes extensiones en el sureste de Arizona, el extremo sur de Nuevo México, así como una gran parte del estado de Sonora, depositando sedimentos de planicie costera y marina, para posteriormente en -- el Albiano Tardío-Cenomaniano Temprano iniciarse la regresión de -- este mar.

Con el fin de tener un mayor conocimiento de la paleogeografía, principalmente de Sonora y parte del Sureste de Arizona, en -- el Cretácico Inferior, y tomando como base la teoría anterior, se intenta realizar una correlación estratigráfica regional que defina una relación más completa entre los diferentes medios ambientes de depósito y utilizar estas correlaciones para un mejor conocimiento de la sedimentología en aquella época para la porción -- oriental de Sonora. (Ver Tabla de Correlación Litoestratigráfica-Regional).

Todas las columnas se escogieron a propósito con la finalidad de visualizar el modelo establecido por Hayes (1970) incluyendo una del mismo autor, medida en las Montañas Huachuca; la columna estratigráfica de Ransome (1904) del Cuadrángulo de Bisbee; la

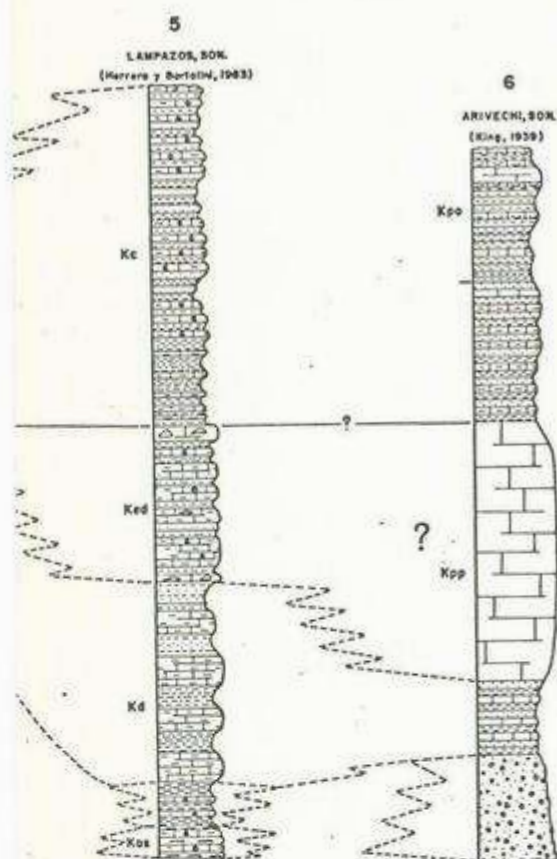


de Arizpe, Sonora (González, 1978); aquella elaborada por King -- (1939) en Arivechi, Son; y la correspondiente a Lampazos, Son., - realizada por los autores del presente trabajo. Con todos estos datos se intenta establecer un límite tentativo entre los cambios de facies de norte a sur, entre las secuencias de planicie costera del sureste de Arizona, noreste de Sonora y las de plataforma del flanco oriental de Sonora.

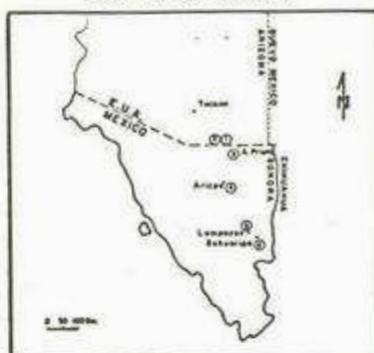
El Grupo Bisbee fue descrito inicialmente por Ransome (1904), y está constituido por cuatro formaciones: El Conglomerado Glance, la Formación Morita, la Caliza Mural y la Formación Cintura. El espesor de este grupo es muy variable, como también son muy notorios los bruscos cambios de facies de oriente a poniente y de norte a sur.

Las correlaciones que se realizan en este capítulo son tentativas, y los parámetros que se utilizaron para la misma son del tipo litológico y paleontológico, para definir los cambios de facies.

El conglomerado Glance aflora en todas las áreas, a excepción de Lampazos y Arizpe, Sonora. Hayes, (1970) hace mención de rocas volcánicas dentro de este conglomerado, pero se puede notar que es algo muy local, ya que estas rocas se desconocen en las áreas adyacentes. El espesor de esta formación es muy variable, y Ransome (1904) supone un engrosamiento del mismo hacia el sur. King, (1939) ubica un conglomerado masivo a la base de la secuencia sedimentaria en Arivechi, Son., con las características típicas del conglomerado Glance. Imlay, (1939) reconoce esta unidad en la Sierra de San José, al suroeste de Naco, Sonora.



PLANO DE LOCALIZACION



EXPLICACION

- [Kds] FORMACION AGUA SALADA
- [Kc] FORMACION CINTURA
- [Kcc] FORMACION EL MACHO
- [Kco] FORMACION TEMPORALES
- [Kd] FORMACION DURAN
- [Ked] FORMACION ESPINAZO DEL DIABLO
- [Kg] CONGLOMERADO BLANCO
- [Kic] FORMACION CARRICITO
- [Klo] FORMACION LOWELL
- [Km] FORMACION CALIZA MURAL
- [Kmo] FORMACION MORITA
- [Kmq] FORMACION MESA QUEMADA
- [Kpo] FORMACION POTRERO
- [Kpp] FORMACION PALMAR

GRAFICA TENTATIVA
ERIOR EN EL E DE SONORA Y SE DE ARIZONA.

UNIVERSIDAD DE SONORA DEPTO. DE GEOLOGIA	
TABLA DE CORRELACION LITOSTRATIGRAFICA TENTATIVA DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DEL AREA DE LAMPAZOS Y OTRAS AREAS DE SONORA Y SE DE ARIZONA.	
TESIS PROFESIONAL	
Geol. Herrera U. Claudia Bartolomé N.	MARZO DE 1983 Esc. 1:20000

1
CUADRANGULO DE BISBEE, ARIZ.
(Ransome, 1904)



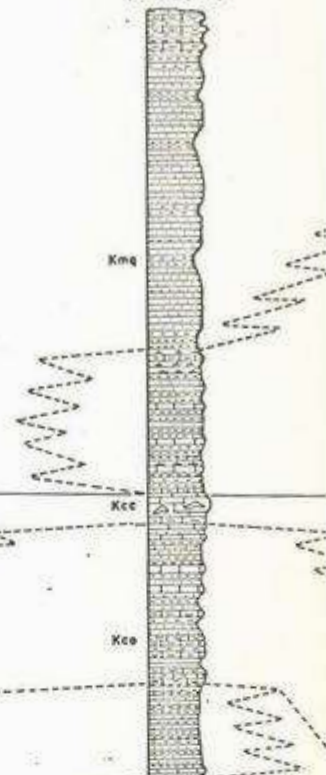
2
HUACHUCA MOUNTAINS, ARIZ.
(Hayes, 1970)



3
S. ANIBACACHI, SON.
(Razquin y Córdova, 1977)



4
ARIZPE, SON.
(González, 1978)



CORRELACION LITOSTRATIGRAFICA DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DEL CRETACICO INICIAL

La formación Morita varía de espesor constantemente, alcanzando un espesor máximo en las Montañas Huachuca, Arizona, (Hayes, 1970), un espesor menos potente en la Sierra de Anibacachi, Son. (Rangin, 1977), y mantiene un pequeño afloramiento en Arizpe, Son. (González, 1978), siendo éste el último lugar donde --- aflora formando la base de la Formación Temporales, designada -- por este último autor.

La formación más característica del Grupo Bisbee es la Caliza Mural, ya que son calizas que contrastan notoriamente con la litología de las formaciones sub y sobreyacentes, además de que en todos los lugares donde aflora forma superficies más resistentes al intemperismo. Esta formación está constituida por calizas arcillosas, lutitas y areniscas en la base, y su parte superior está formada por calizas puras en estratos gruesos con abundantes foraminíferos Orbitolinas. Rangin, (1977) divide a esta secuencia en dos formaciones, y correlaciona a la unidad inferior con la Formación Lowell del Estado de Chihuahua. En Lampazos se presenta constituida por calizas arcillosas en estratos delgados, con intercalaciones de lutitas calcáreas, presentándose algunos horizontes de caliza con Orbitolinas. El espesor de esta formación aquí es mayor que en las demás áreas, y se le --- asignó el nombre de Formación Espinazo del Diablo.

Lo de mayor dificultad es correlacionar la anterior formación con la Formación Palmar, descrita por King (1939) en Arivechi, Son., ya que este autor no reporta haber observado Orbitolinas; y además; el espesor de calizas que menciona parece exagerado.

El Miembro Superior de la Formación Durán es más o menos --

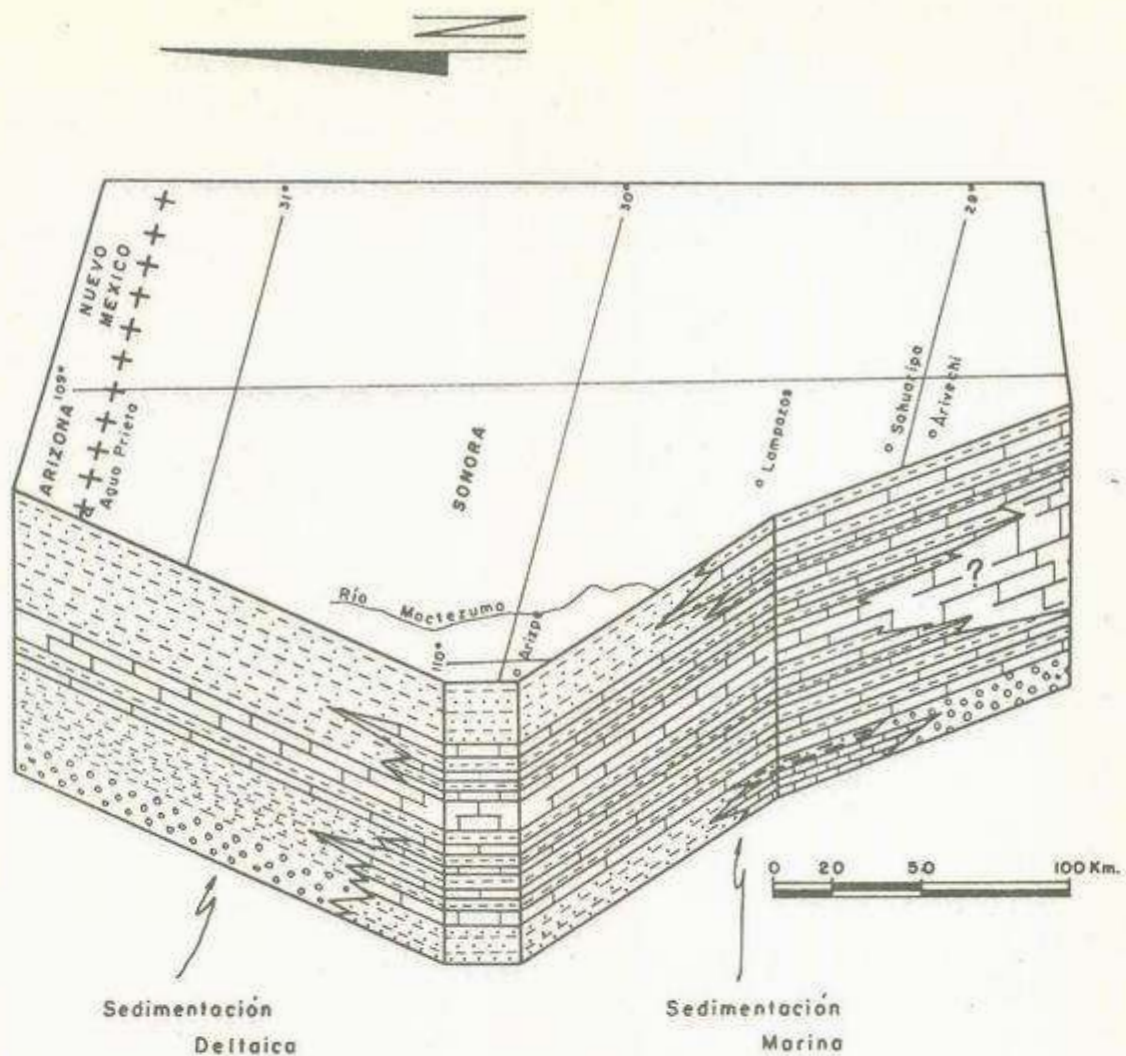
equivalente en litología a la Formación Lowell.

Imlay, (1939) describe una secuencia carbonatada en Cañón de Santa Rosa, Bavispe, Son., dentro de la cual encuentra fósiles índices, principalmente amonitas de los siguientes géneros: Beudanticeras sp., Parahoplites sp. y Cheloniceras, de edad Aptiano-Albiano.

La Formación Cintura es fácilmente correlacionable en las tres primeras columnas, ya que descansa concordantemente sobre la Caliza Mural y además conserva las características litológicas. La primera variación se nota en Arizpe, Son., donde se puede observar una secuencia calcáreo-arcillosa de manera concordante sobre La Mural. Esta secuencia forma la base de la Formación Mesa Quemada (González, 1978), y es estratigráficamente arriba de estas calizas y lutitas donde se tiene el equivalente de la Formación Cintura, siendo en este mismo lugar donde se acuña. En Lampazos y Arivechi, Son. se ve claramente que las formaciones que sobreyacen a la Caliza Mural son carbonatadas y arcillosas.

Las intercalaciones rítmicas de capas de pedernal y calizas fosilíferas de la Formación Agua Salada, así como las lutitas -- carbonosas del Miembro Inferior de la Formación Durán, no son correlacionables con ninguna de las formaciones presentes en Sonora y SE de Arizona, ya que al parecer no han sido reportados sedimentos de este tipo en el Cretácico Inferior de esas localidades por otros autores, información que sería muy interesante para conocer mejor las relaciones estratigráficas entre estas secuencias sedimentarias.

Todo parece indicar que el límite entre los sedimentos de -



EXPLICACION

-  LUTITAS
-  ARENISCAS
-  CALIZAS
-  CONGLOMERADOS

FIG:8 BLOQUE DIAGRAMATICO QUE ILUSTRA LOS CAMBIOS LATERALES DE FACIES DE LOS SEDIMENTOS DEL Kinf. EN EL E DE SONORA Y SE DE ARIZONA.

facies de planicie costera y de plataforma marina podría ubicarse cercano al área de Arizpe, Son., ya que se observa (Ver figura 8) que las primeras terminan en esta última área, y en Lampazos y Arivechi, Son. la secuencia sedimentaria del Cretácico Inferior es principalmente arcillo-carbonatada y abundantemente fosilífera, lo que es característico de facies de plataforma de -- profundidades someras.

Los principales afloramientos de rocas sedimentarias del -- Cretácico Inferior en Sonora, y que además se utilizan para hacer esta correlación se pueden observar en la figura 9.

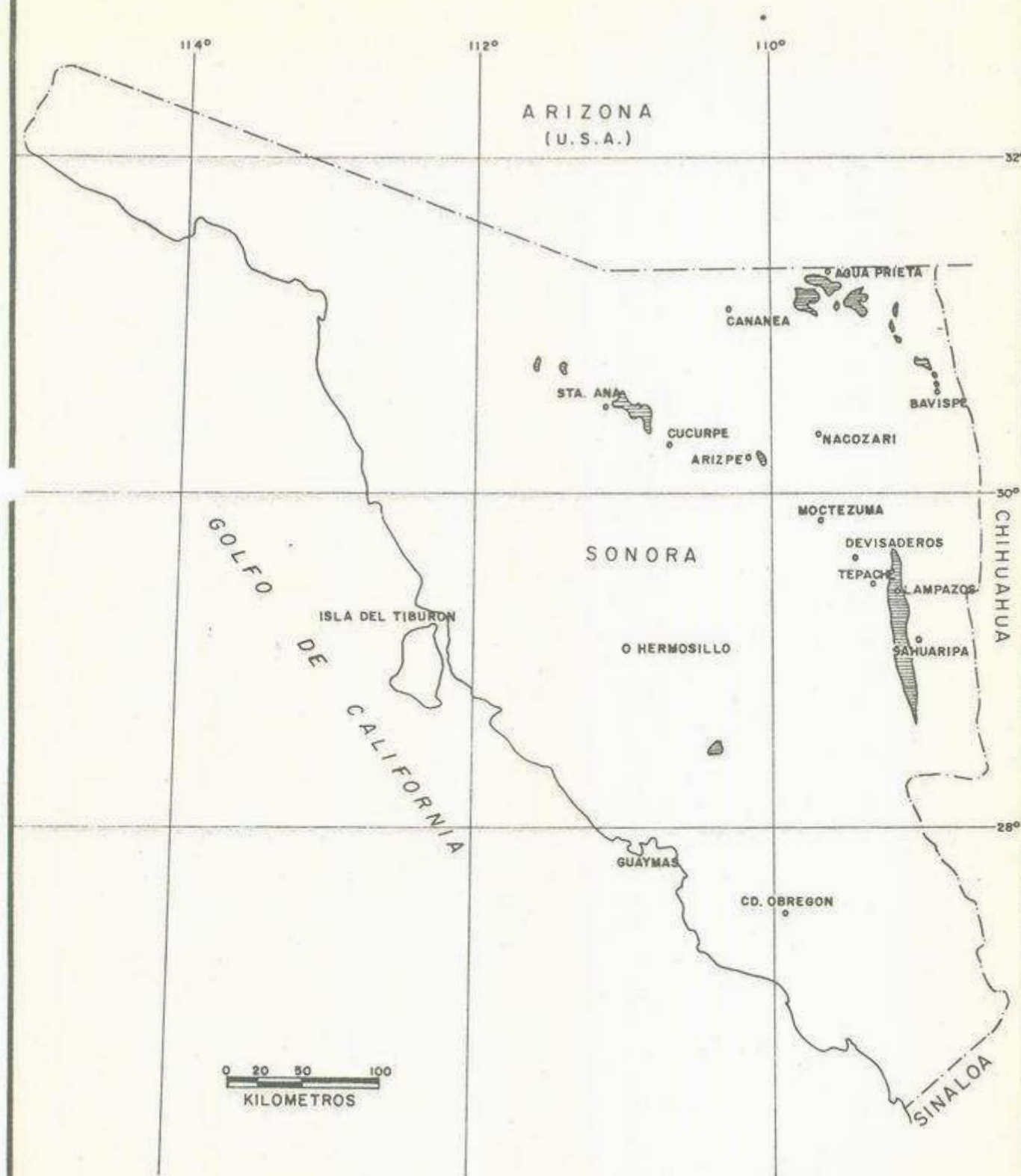


FIG:9 PRINCIPALES AFLORAMIENTOS DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DEL CRETACICO INFERIOR EN SONORA

ROCAS IGNEAS

El estudio de las rocas ígneas no se hizo a detalle y solo se llevaron a cabo caminamientos generales y muestreo para preparar láminas delgadas para su estudio petrográfico; el cual está incluido en el Apéndice III.

Rocas Intrusivas.- Ocurren en forma de cuerpos intrusivos de dimensiones pequeñas, de forma irregular, y en forma de diques y diques-estrato que afectan a la secuencia sedimentaria con un rumbo general NW-SE en la porción central del área.

Las masas intrusivas están representadas por dos plutones; -- uno de composición diorítica y el otro de composición riolítica, -- que enseguida se describirán.

Intrusivo Diorítico.- Este cuerpo intrusivo aflora únicamente en la porción central de la región, donde afecta a la secuencia sedimentaria. La forma del afloramiento es muy variable aunque -- tiene una orientación general este-oeste, desde la Mina de Lampazos hasta el Cerro El Aliso. En su porción sur está cubierto discordantemente por las ignimbritas riolíticas de la cima del Cerro de La Palmera. En toda la zona donde aflora este cuerpo se observa una coloración rojiza, debido probablemente al intemperismo; y es en este mismo lugar donde los diques riolíticos y las vetas de cuarzo cortan a la diorita. Es muy común la presencia de colgantes de sedimentos no diferenciados.

Megascópicamente la roca es de un color que varía de gris oscuro a verde claro, de textura equigranular cuyos cristales varían

de finos a gruesos, siendo principalmente feldespatos. También contiene abundantes sulfuros diseminados.

Esta diorita está intrusionando a las rocas sedimentarias -- del Cretácico Inferior, pero es anterior a las rocas volcánicas -- del Terciario Inferior a las que no afecta; además, se pudo observar como estas últimas están discordantes sobre la diorita en el Cerro de La Palmera. Por otro lado, es posible correlacionar este intrusivo con otros ya fechados en el NE y centro del estado, algunos de ellos por Anderson (1977), el cual menciona la edad de intrusivos muy conocidos como lo son El Batolito de Aconchi y el granito que forma la Sierra de La Oposura. Además, Noll (1978), menciona la dotación de un plutón granodiorítico que se localiza al Sureste de Cobachi, Sonora, y cuya edad coincide con las del autor anterior. También Damon y Shafiqullah (1982), proporcionan abundante información de estas rocas intrusivas, entre ellas el de un plutón cuarzo-monzonítico de la Bella Esperanza, Nacozari, Sonora.

Las edades de todos los intrusivos anteriormente mencionados están en la tabla 2 que se incluye en este capítulo.

En base a todos estos datos se puede establecer una edad tentativa Cretácico Superior-Paleoceno para el Intrusivo diorítico -- de Lampazos, Son.

Intrusivo Riolítico Hipabisal. -- Aflora en el extremo oriental del área en una superficie menor a 1 km^2 , y corta a los sedimentos en la Cañada El Sauz aproximadamente a 1.5 km al suroeste del Rancho El Nogal. Debido a que está ubicado en la traza de -- la Cabalgadura Encinal, es muy probable que se haya emplazado a --

Tabla 2: EDAD DE CUERPOS INTRUSIVOS EN EL NE Y SUR CENTRO DE SONORA

I.- Plutón cuarzo-monzonítico de la Bella Esperanza, Nacozari, Sonora, cuya edad es de 55.9 ± 1.2 m.a. (Damon y Shafiqullah, 1982).

II.- Intrusivo que forma la Sierra La Oposura (granito), localizado a 25 km al noreste de Moctezuma, Sonora, cuya edad es de 69 ± 3 m.a. (Anderson, 1977).

III.- Intrusivo de granodiorita. Se encuentra localizado a 12 - km al sureste de Cobachi, Sonora, y su edad es de 66.7 ± 1.4 m.a. (Noll, 1978).

IV.- Intrusivo granítico localizado a 22 km al oriente de Cananea, Sonora, con una edad de 69 ± 3 m.a. (Anderson, 1977).

V.- Batolito de Aconchi (granito). La muestra se colectó a -- 8 km al noroeste de Ures, Sonora, y da una edad de 64 ± 3 -- m.a. (Anderson, 1977).

VI.- Cuerpo intrusivo de granodiorita, ubicado a 13 km al sur - de Nacozari, Sonora, con una edad de 70 ± 3 m.a. (Anderson, 1977).

través del fracturamiento provocado por las fuerzas compresivas - que actuaron sobre las rocas sedimentarias. La relación entre es te cuerpo con los diferentes diques y el intrusivo diorítico no - se observó en el campo, aunque, haciendo una correlación basada - en textura, composición, y relaciones de campo, se puede suponer - contemporáneo a los diques riolíticos e ignimbritas a los que se - les ha asignado una edad Terciario Temprano, aunque dichas rela - ciones no se pudieron verificar en el campo.

En muestra de mano es una roca de color crema de textura -- porfídica, y presenta fenocristales anhedrales de cuarzo en una - matriz microgranular. También contiene pirita diseminada.

Al microscopio no se pudieron observar mas características - de esta roca, debido a la alteración de la muestra y a su carác - ter afanítico.

Este intrusivo se puede observar en la fotografía No. 9 y -- 14.

Diques riolíticos.- Estos diques se encuentran cortando a - la secuencia sedimentaria y al intrusivo diorítico en la porción - central del área, principalmente en los alrededores de la Mina -- Lampazos. Su espesor varía de 3 a 7 metros y su longitud llega a ser hasta de 1,700 metros, con una orientación preferencial NNW - SSE y E-W.

Dichos diques están relacionados a la mineralización del Dis - trito de Lampazos (Solano R., 1970), ya que se observaron algunas vetas de cuarzo adjuntas e incluidas a ellos.

Megascópicamente se observa que es una roca de color blanco - crema de textura porfídica con fenocristales anhedrales de cuarzo



FOTO No. 9.- INTRUSIVO RIOLITICO HIPABISAL (IR).
TAMBIEN SE PUEDE OBSERVAR EL PENASCO DE LAS GUA-
CAS AL CENTRO, Y EN UN TERCER PLANO EL CERRO EL-
CALOSO Y FALLA CALOSO.

en una matriz afanítica. Al microscopio, además de las caracterís-
ticas anteriormente mencionadas, se observan fragmentos de vidrio.
En base a todas estas características, y sobre todo a su aspecto -
megascópico, se clasifican estos diques como riolíticos.

Como ya se mencionó anteriormente, son contemporáneos al in-
trusivo riolítico hipabisal y al volcanismo ignimbrítico del Ter-
ciario Inferior. Lo anterior debe tomarse con reserva, ya que se
necesitarían estudios más detallados para poder comprobarlo.

Diques y Diques-estratos de Diabasa.- Estas estructuras se -
encuentran cortando a la secuencia sedimentaria principalmente en-
las cercanías del intrusivo diorítico. Su longitud es más corta -

que la de los diques riolíticos y su espesor más delgado. Tienen una orientación preferencial NW-SE y N-S.

Megascópicamente se observa que es una roca de color verde claro de textura porfídica, con fenocristales euhedrales de feldespatos en una matriz afanítica.

Al microscopio se observó una muestra muy alterada, no siendo posible medir con seguridad la basicidad de las plagioclasas presentes. Aún así es posible decir que; tomando como base la predominancia de plagioclasas, presencia de algunos piroxenos y posibles anfíboles, así como por su ocurrencia en el campo, es factible clasificar esta roca como una diabasa porfídica. Esta clasificación concuerda con lo ya mencionado por (Solano R. 1970).

Es posible que estos cuerpos sean el resultado del mismo evento magmático que dio origen al intrusivo diorítico, ya que en ninguna ocasión se observó que cortaran a este cuerpo, sino que se localizan principalmente en los alrededores del mismo.

Rocas Volcánicas. - Estas rocas cubren grandes extensiones en los alrededores del área de estudio y dentro de la misma, de tal manera que las rocas sedimentarias permanecen como un afloramiento aislado en la región, rodeado por las rocas anteriores. El volcanismo intenso que se llevó a cabo en el Terciario Inferior está representado en el área de Lampazos por andesitas masivas y algunos aglomerados en la parte inferior de la secuencia, e ignimbritas de composición riolítica que descansan sobre las rocas anteriores. Estas rocas forman parte de la secuencia volcánica característica de la Sierra Madre Occidental.

Andesitas.- Constituyen la mayor parte del Cerro La Haciendita, Cerros Valenzuela, Cordón La Palma y La Matancita. Esta roca es de color gris oscuro, de textura porfídica que presenta fenocristales euhedrales de plagioclasas en una matriz afanítica. Otro afloramiento de la misma se puede observar cubiendo el extremo suroeste de la Sierra El Espinazo del Diablo en la parte norte-central del área, aunque aquí la roca es de color azulado en superficie gresca. Ya en el límite central-norte se aprecia otro cuerpo andesítico que visto al microscopio reveló ser una andesita microbrechada.

Ignimbritas.- Los lugares donde se presentan estas rocas son los siguientes: en la parte superior del Cerro de La Haciendita, en el Cerro La Palmera, estando en esta último lugar discordante directamente sobre el intrusivo diorítico. También se encuentran en la parte norte del área al noroeste del Cerro El Encinal. En muestra de mano son de color blanco a crema con --- abundantes fragmentos angulosos de roca, cuarzo, feldespatos y vidrio, y con las flamas características de estas rocas.

En la fotografía No. 10 se muestra un afloramiento de las rocas volcánicas en el Cerro La Haciendita.

Dep'to.
de Geología



FOTO No. 10.- AFLORAMIENTO DE LAS ROCAS VOL-
CANICAS EN EL CERRO LA HACIENDITA (AL FONDO).
Tb= IGNIMBRITAS; An= ANDESITAS.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En el área de estudio se distinguen al menos dos eventos de deformación. Un primer evento de deformación compresiva que se encuentra afectando solamente a las rocas sedimentarias, produciendo plegamiento, fallamiento de rumbo y cabalgamiento con dirección noreste; y un segundo evento de deformación distensiva -- representada por fallamiento normal con rumbo NNW-SSE.

El primero se considera de edad Laramídica (Cretácico Tardío-Paleoceno) ya que no afecta a las rocas intrusivas ni volcánicas del área, y el segundo está relacionado a la fase de formación de Sierras y Valles Paralelos que se inicia en el Oligoceno-Mioceno.

En este capítulo se describirán las distintas estructuras -- originadas por los eventos mencionados anteriormente. A algunas de estas estructuras se les ha asignado un nombre geográfico, para una mejor explicación y para su rápida ubicación en el plano geológico del área. Este se encuentra anexado al final de este trabajo.

EVENTO DE COMPRESION

El evento de deformación compresivo se inició en el Cretácico Superior, afectando únicamente a las rocas sedimentarias, produciendo plegamiento, la Cabalgadura Encinal y la Falla de Desplazamiento Lateral Aliso. Este evento nos marca el inicio de la Orogenia Laramide.

PLIEGUES

Los pliegues presentes en el área son; el Domo Agua Salada, anticlinales y sinclinales. Estos últimos varían de recostadas a normales y de simétricos a asimétricos. A continuación se describirán los pliegues más sobresalientes.

Anticlinal Caloso.- Este pliegue se encuentra constituyendo el cerro del mismo nombre. Aflora únicamente su flanco occidental, el cual tiene un echado hacia el SW.

Su eje tiene una orientación general NNW-SSE. En su parte central está afectado por dos fallas normales, siendo una de ellas la Falla Caloso y la otra la Falla Nogal.

En la parte sur del Cerro El Caloso este anticlinal varía a un anticlinal recostado, con un eje que tiene una orientación que cambia de NW-SE a E-W. Este anticlinal es asimétrico, teniendo su flanco norte un echado hacia el SW y su flanco sur un echado hacia el N (Ver Sección D-D').

Sinclinal Nogal.- Esta estructura se encuentra en la parte oriental del área, al Sur del Cerro El Caloso y NW del Rancho El Nogal.

Este sinclinal posee un eje con una orientación general NW-SE y tiene características variables. En su extremo NW es un sinclinal recostado al NE, teniendo sus dos flancos un fuerte echado hacia el SW. Hacia su extremo SE se observa un ensanchamiento del mismo, como producto de un replegamiento en el flanco NE de dicho sinclinal, en anticlinales y sinclinales suaves, muy

locales. En este extremo es un sinclinal asimétrico que buza hacia el NW, por lo que su eje se ve interrumpido hacia esa dirección en el plano geológico.

Al sur del Cerro El Caloso este sinclinal es normal, con un eje orientado casi E-W, y buza hacia el poniente.

Entre este último y la porción recostada del Anticlinal Caloso, existe un anticlinal suave y un sinclinal recostado hacia el S, éste último con sus dos flancos echados al N. Ambos pliegues tienen sus ejes orientados E-W, y buzan al poniente.

Anticlinal y Sinclinal Lampazos.- Estas estructuras se localizan en el centro del área, principalmente en el Cerro La Fortuna y a lo largo de la Cañada Lampazos. Al sur de esta última están intrusionadas por el plutón diorítico de Lampazos.

Estos pliegues son muy cerrados y sus ejes tienen una orientación que varía de NW-SE a casi N-S. En su extremo NW están recostados hacia el SW, con un leve echado de sus flancos al NE.- Al sur del Cerro La Fortuna el sinclinal pasa a ser normal, mientras que el anticlinal pasa a ser un anticlinal recostado al NE. Más hacia el sur, ambos pliegues pasan a ser recostados hacia el SW.

En su extremo NW, el Anticlinal Lampazos se encuentra truncado por la Falla Normal La Fortuna, no comprobándose su continuidad al N de dicha falla.

Anticlinal Aliso.- Esta estructura es un anticlinal suave-que se encuentra al NE del Cerro El Aliso. Es de tipo normal y su eje tiene una orientación NW-SE. Buza tanto al NW como al SE, por lo que adquiere un carácter dómico, sobre todo en su parte--SE.

Entre este y el Sinclinal Lampazos existen dos pliegues: un anticlinal y un sinclinal, ambos con un eje orientado NW-SE. Estos pliegues en su extremo SE son recumbentes hacia el SW, mientras que hacia su extremo NW pasan a ser normales.

El Sinclinal Lampazos, Anticlinal Aliso, así como los pliegues intermedios, se encuentran truncados en su extremo NW por la Falla de Rumbo Aliso.

Domo Agua Salada.- Se encuentra en la porción occidental del área, al SE del Rancho Agua Salada.

Este pliegue está afectado por tres pequeñas fallas normales en escalón orientadas N-S, y una un poco más grande orientada E-W (Ver fotografía No. 17).

A lo largo de sus costados N y E se observó un replegamiento de este domo representado por un anticlinal y un sinclinal, los que varían de normales en su costado E a recostados hacia el SW en su costado N. Estos pliegues son locales, por lo que no se incluyen en el plano geológico (Ver fotografía No. 11).

Su costado oeste se encuentra cubierto por la Formación --- Baucarit.

Este domo se considera originado por los esfuerzos compresivos que dieron lugar a los demás pliegues del área; aunque se puede pensar de una manera vaga que puede deberse a un domo salino, ya que las aguas de manantiales cercanos al Rancho Agua Salada son muy saladas, de allí el nombre de este rancho.

Además de los pliegues anteriormente descritos, los cuales son los mas importantes del área, existen otros menores que están asociados a los primeros.



FOTO No. 11.- FORMACION AGUA SALADA Y PLEGAMIENTO EN LOS BORDES DEL DOMO DEL MISMO NOMBRE.

Se pueden mencionar como áreas de muy intenso plegamiento a escala local, la Cañada El Sauz, Cañada Rosa María y el área que está inmediatamente al sur del Rancho El Nogal.

Falla de Cabalgadura Encinal.- Se encuentra en la parte -- occidental del área, atravesándola con una orientación NW-SE. Esta falla hace cabalgar el Bloque II sobre el Bloque III (Ver fotografía No. 14).

En su parte SE se encuentra interrumpido por un intrusivo - riolítico, el cual se supone se emplazó aprovechando en parte el plano de falla.

Los criterios utilizados para suponer esta falla son los siguientes: una interrupción brusca en la continuidad del rumbo de las capas de sedimentos del Bloque II; un intenso plegamiento en



FOTO No. 12.- ANTICLINAL Y SINCLINAL SIMETRICOS
EN LA FORMACION DURAN.



FOTO No. 13.- PLEGAMIENTO DEL MIEMBRO INFERIOR
DE LA UNIDAD NOGAL.

las cercanías de la traza de la falla; así como también el carácter sinuoso de la misma traza.

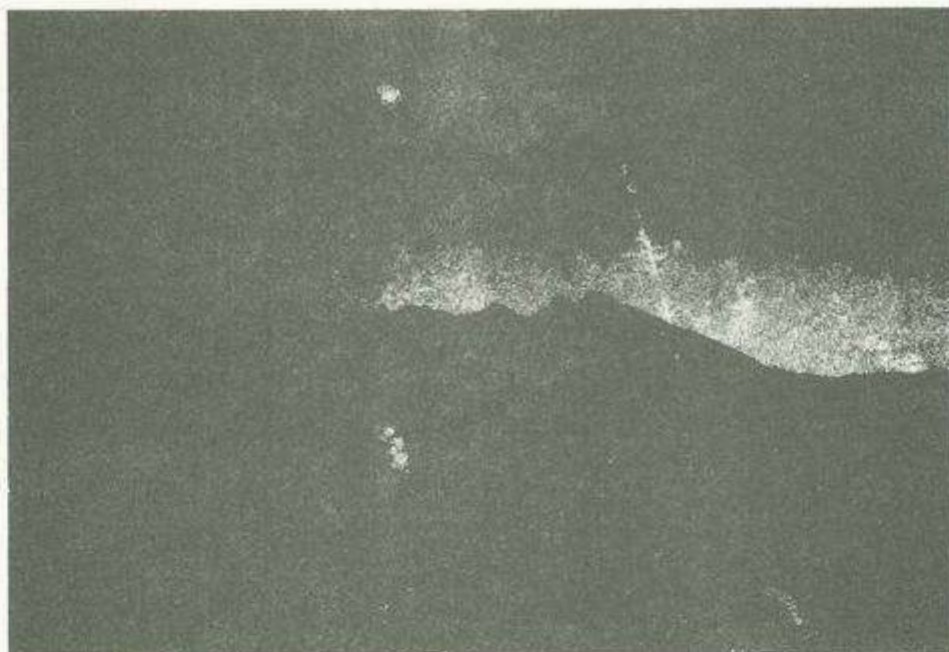


FOTO No. 14.- PARTE DE LA TRAZA DE LA CABALGADURA ENCINAL. TAMBIEN SE PUEDE OBSERVAR EL INTRUSIVO RIOLITICO (IR).

Por las características de rumbo y buzamiento de la cabalgadura, se puede inferir que fue producida por los esfuerzos compresivos que operaron en dirección SW-NE, y fueron los responsables del plegamiento.

Una fase de deformación compresiva caracterizada por anticlinales, sinclinales y cabalgaduras, con orientación NW-SE, fue --- observada por González (1978) en Arizpe, Son., y por Rangin (1977) en la Cuenca de Cabullona, Agua Prieta, Son.

Falla de Desplazamiento Lateral Aliso.- Se encuentra en la porción central del área, afectando únicamente a los sedimentos, con una orientación NE-SW. Esta falla es el límite entre el Bloque I y II, y ocasiona la interrupción con la continuidad de las unidades litoestratigráficas de ambos bloques.

Esta falla es contemporánea al plegamiento, y se supone producida por diferencia en la intensidad de plegamiento entre el Bloque I y II. Como se observa en el plano geológico, el Bloque II tiene un plegamiento mucho más intenso que el Bloque I, lo -- que indica que los esfuerzos dirigidos fueron mucho más intensos en el primero que en el segundo. Esto ocasionó primeramente una fractura con una orientación similar a la dirección de los es -- fuerzos, y posteriormente la falla de que se trata.

EVENTO DE DISTENSION

El evento de distensión se inició en el Oligoceno-Mioceno, produciendo fallamiento normal, el cual afectó a las rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivo diorítico.

Este evento corresponde al ya muy conocido evento de disten -- sión regional formador de la Subprovincia Cordilleras Altas Son -- orenses, a la que pertenece el área de estudio, así como de la -- Provincia de Sierras y Valles Paralelos (Basins and Ranges).

Las fallas normales presentes en el área tienen una orienta -- ción que varía de N-S a NW-SE, y a continuación se describen las fallas de mayor magnitud:

Falla Nogal.- Se encuentra en el extremo oriental del área, atravezándola por completo con una orientación NNW-SSE. Su plano de falla tiene un echado hacia el ENE, y a lo largo de su traza se observa un intenso brechamiento y alteración de la roca (Ver - fotografía No. 15).

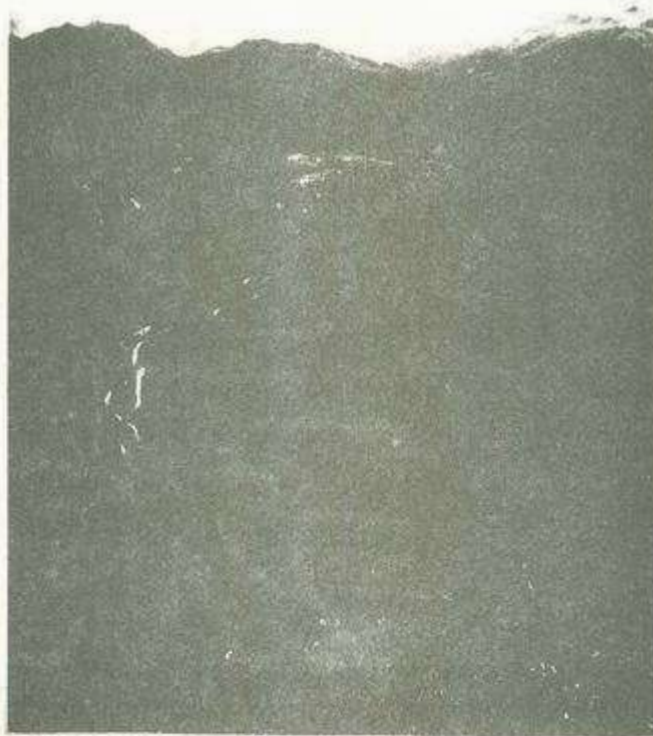


FOTO No. 15.- FALLA NÓGAL.

Esta falla pone en contacto las rocas sedimentarias del Bloque III con las rocas volcánicas del E del área, siendo el bloque levantado el primeramente mencionado y el bloque hundido el de -- las rocas volcánicas.

Fotogeológicamente se observa que esta falla continúa aún -- más hacia afuera del área de estudio, tanto para el norte como pa -- ra el sur.

Falla Caloso.- Se localiza en el Cerro El Caloso, donde está afectando al anticlinal del mismo nombre, extendiéndose con un rumbo N-S, en una longitud aproximada de 3 km. El bloque hundido es el del lado oriental de la falla, por lo que su plano de falla debe tener un echado al E (Ver fotografía No. 16 y 9).

Se observa claramente que desplaza al Miembro Inferior de la Unidad Nogal, observación que fue de gran importancia para comprobar la presencia de esta falla.

Otras fallas normales de menor magnitud son; la Falla Lampazos, Falla La Fortuna y aquellas que afectan al Domo Agua Salada.

La primera se encuentra afectando la Unidad Lampazos y el intrusivo diorítico, en las cercanías de la Mina Lampazos. Tiene una orientación NNW-SSE y una longitud un poco mayor a 1,500 m. El bloque hundido es el del lado oriental de la falla. Según Solano R. (1970), esta falla desplaza a los diques riolíticos y presenta las siguientes características: se observa en su traza una intensa silicificación de la roca, fracturamiento y brechamiento.

En algunas partes existe un marcado plano de falla de 4 a 10 m de alto. El echado de la falla varía de 65° a 85° hacia el E.

La falla La Fortuna se encuentra al norte del Cerro del mismo nombre, en la cañada que separa a ese cerro del Cerro El Encinal. Tiene una longitud aproximada de 2,000 m con una orientación NW-SE. Se encuentra afectando a la Unidad Lampazos y Unidad Rosa María, y se supone que desplaza la Falla de Rumbo Ali-

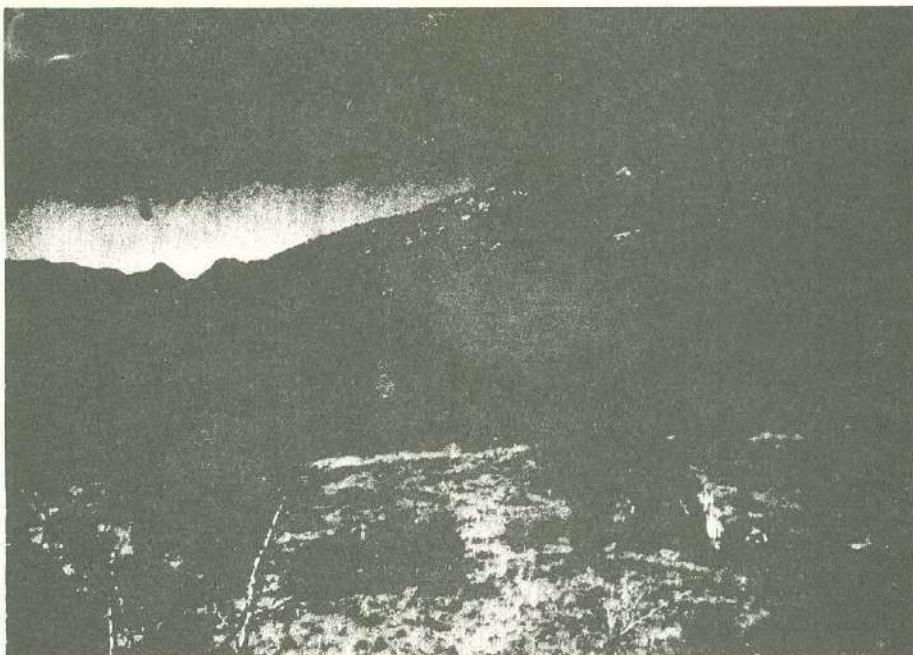


FOTO No. 16.- FALLA CALOSO Y UNO DE LOS FLANCOS
DEL ANTICLINAL CALOSO. NOTESE EL CORTE BRUSCO-
DE LAS CALIZAS.



FOTO No. 17.- FALLAMIENTO NORMAL DEL DOMO --
AGUA SALADA.

so, aunque no se comprobó su continuidad hacia el NW. El bloque hundido es el del lado NE de la falla.

El Domo Agua Salada está afectado por cuatro fallas normales: tres de ellas son pequeñas, en escalón y con una orientación casi N-S. El bloque hundido es el bloque del lado oeste de cada falla.

La cuarta falla es un tanto mayor, con una orientación E-W, siendo el bloque hundido el del lado norte de la falla (Ver fotografía No. 17).

GEOLOGIA HISTORICA

Durante el Cretácico Temprano (Aptiano-Albiano) se llevó a cabo la depositación de la secuencia sedimentaria que constituye las rocas más antiguas aflorantes del área de Lampazos, Son. Esta sedimentación se realizó en un medio ambiente de depósito marino de facies costeras y de plataforma poco profunda, en aguas tibias y oxigenadas, representadas por sedimentos clásticos y carbonatados, existiendo una abundancia de estos últimos a través de toda la secuencia; a diferencia de la Cuenca de Cabullona y Bisbee, donde la composición litológica del Grupo Bisbee (Cretácico-Inferior) consiste principalmente de Terrígenos.

En general, todos estos depósitos representan parte de una gran transgresión marina (Fig. 6) proveniente del Golfo de México que cubrió gran parte del país durante el Cretácico Temprano (Hayes, 1970). Este autor establece esta hipótesis y propone el avance del mar en el Aptiano hasta llegar a situarse en Arizona, que depositó sedimentos de planicie costera en el SE del mismo estado y en el SW de Nuevo México. En el Albiano Temprano se llevó a cabo el avance marino de mayor magnitud, cubriendo la porción SW de Arizona. Durante el Albiano Medio se nota un aparente retiro del mar del SE de Arizona y W de Sonora, para finalmente retirarse de estas regiones en el Albiano Tardío.

A principios del Cretácico Tardío, etapa Albo-Cenomaniano, se inicia un evento tectónico de gran magnitud que continúa hasta principios del Terciario y que está caracterizado por plegamiento

intenso, fallamiento, intrusiones ácidas, volcanismo andesítico y riolítico, así como diques de diferente composición relacionados a este volcanismo (Rangin, 1977). Las fuerzas compresivas actuaron en dirección NE-SW, produciendo fallas de cabalgadura y plegamiento con orientación NW-SE, lo cual está representado en el área de estudio por la serie de anticlinales y sinclinales presentes y por la Cabalgadura Encinal. También contemporánea al plegamiento ocurrió la falla de desplazamiento lateral-Aliso.

Posterior al plegamiento y fallamiento de bajo ángulo que afectó la secuencia sedimentaria del área en el Cretácico Superior, ésta se vio afectada por un evento intrusivo (Cretácico Superior-Paleoceno) representado por un plutón diorítico que aflora en la parte central del área.

El emplazamiento de diques y diquestratos de diabasa se considera contemporáneo al intrusivo diorítico o quizás un tanto anterior.

En el Terciario Inferior (Eoceno-Oligoceno) se llevó a cabo un evento de volcanismo muy intenso que produjo potentes espesores de rocas volcánicas (andesitas e ignimbritas). Este mismo evento fue el formador de las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental.

Contemporáneamente a este volcanismo se supone que se llevó a cabo el emplazamiento de diques riolíticos y la intrusión del plutón riolítico hipabisal del área.

La mineralización en el Distrito de Lampazos se considera íntimamente relacionado al emplazamiento de los diques riolíti-

cos (Solano R., 1970), por lo que debió llevarse a cabo en el -- Eoceno-Oligoceno.

Los eventos anteriormente mencionados; plegamiento, falla - miento, intrusiones y volcanismo, se atribuyen a la Orogenia La - ramide cuyos efectos son ampliamente conocidos en el Estado de - Sonora. En este estado, el evento intrusivo de esta orogenia es es td representado principalmente por grandes plutones graníticos.

En el Oligoceno-Mioceno la región se vió sujeta a esfuerzos tensionales, que produjeron fallas normales con una orientación - general NNW-SSE. Este evento se considera formador de la Subpro - vincia de Sierras y Valles Paralelos, dentro de la cual se en - - cuentra el área de estudio.

Posteriormente al fallamiento normal, las sierras estuvie - ron sujetas a una intensa erosión, lo que proporcionó gran canti - dad de clastos, que al depositarse en los valles intermontanos - dieron lugar a los conglomerados de la Formación Báucarit. Su de - positación se considera que se inició en el Mioceno Temprano, y aparentemente continuó hasta el Pleistoceno.

El último evento geológico en la región ocurrió en el Cua - ternario, y consistió en un volcanismo de tipo basáltico que cu - brió discordantemente a la Formación Báucarit.

La cronología de los eventos tectónicos está esquematizada - en la Figura No. 10.

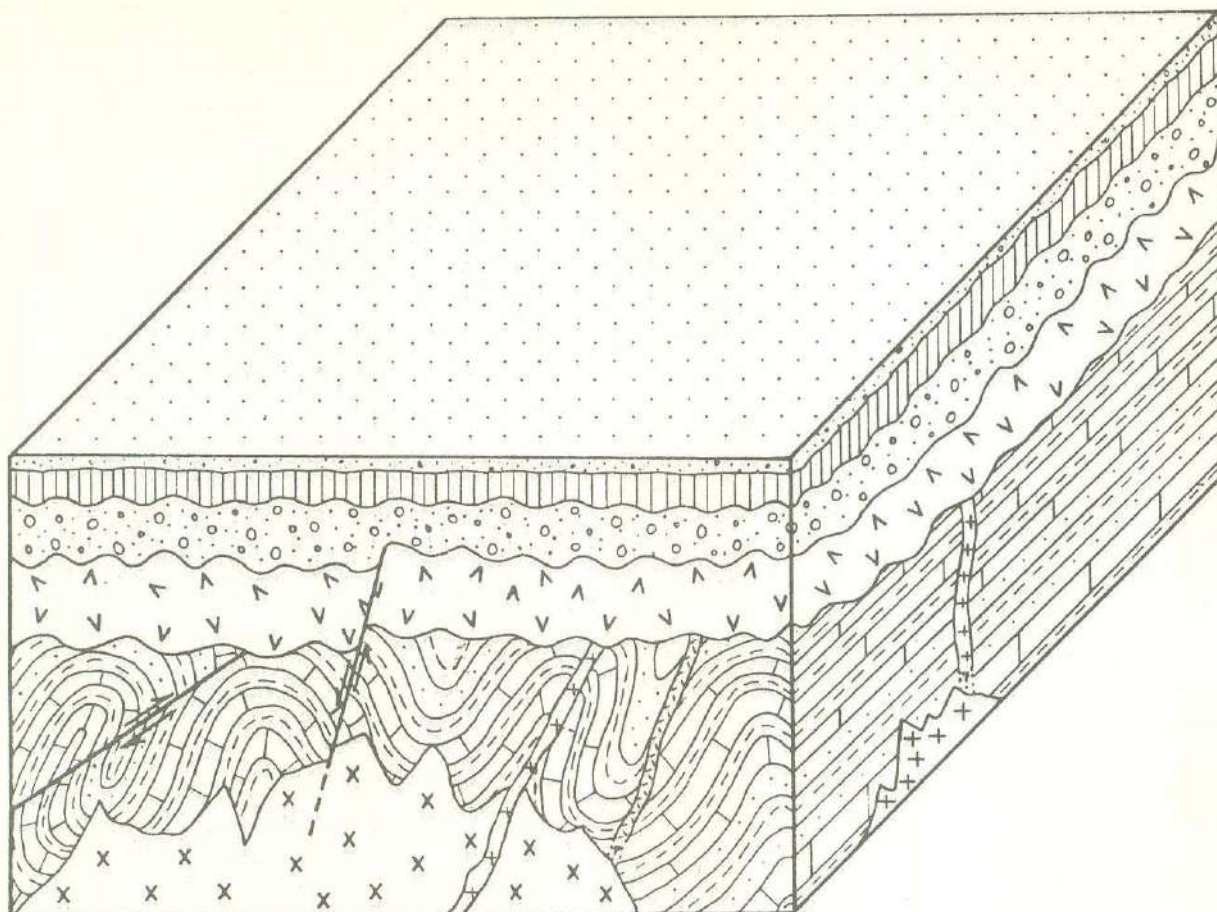


Fig. Nº 10 BLOQUE DIAGRAMATICO MOSTRANDO LA CRONOLOGIA DE LOS EVENTOS GEOLOGICOS EN EL AREA DE ESTUDIO.

E X P L I C A C I O N

	SECUENCIA SEDIMENTARIA DEL CRETACICO INFERIOR		ROCAS VOLCANICAS DEL TERNARIO INFERIOR
	INTRUSIVO DE DIORITA		FORMACION BAUCARIT
	DIQUE DE DIABASA		BASALTOS CUATERNARIOS
	PLUTON Y DIQUE RIOLITICO		ALUVION

GEOLOGIA ECONOMICA

Este tema solo se tratará ligeramente, ya que el énfasis de este trabajo radica en el estudio estratigráfico y estructural de las rocas sedimentarias.

El área de estudio es de importancia económica, ya que dentro de ella se localiza el Distrito Minero de Lampazos.

Probablemente los trabajos de explotación de las minas del área de Lampazos empezaron a efectuarse desde antes del siglo pasado. Posteriormente, a fines del siglo pasado y principios del actual, algunas compañías trabajaron este mineral en la medida -- que lo permitieron los adelantos tecnológicos de aquel entonces. Actualmente, la Cía. Minera Frisco, Unidad Lampazos, explota en gran escala esta mina, de la cual obtiene principalmente plata.

La mineralización en el Distrito Minero de Lampazos se presenta en forma de vetas de cuarzo con sulfuros. Las principales vetas del distrito son las siguientes: veta La Grande, veta Los Tajos y veta San Antonio.

La veta La Grande aflora en una extensión mayor a 2,500 mts, con un espesor variable no mayor a 2 mts, y aunque no se presenta en una forma continua, se pueden encontrar afloramientos aislados que permiten su localización y mapeo. Se puede considerar como la mas importante del distrito, debido a su extensión y el número de obras mineras existentes en ella.

La veta Los Tajos tiene una extensión de 500 mts, y después de la veta La Grande ésta fue la siguiente en importancia en todo

el distrito, ya que fue intensamente explotada en la Mina de Los Tajos.

La veta San Antonio presenta una extensión aproximada de -- 1,400 m y un espesor sumamente variable. Wendler (1912) marca - en 900 gr/ton. de Ag su ley promedio.

La mineralización en el Distrito de Lampazos es sumamente - errática, ya que las vetas no presentan una homogeneidad estructural, tanto a profundidad como a rumbo.

El principal mineral de mena que se encuentra y que trae -- consigo la plata es la argentita (Ag_2S), el cual contiene un --- 87.1% de plata dentro de su constitución. Este mineral está íntimamente asociado a un cuarzo lechoso gris-crema y se llega a - presentar en finas diseminaciones dentro de él, rellenando pequeñas fracturas, en forma de hojas u ocasionalmente bien cristalizado.

Además de la argentita se presentan otros sulfuros de poca importancia económica. Estos son los sulfuros de fierro, plomo, cobre y zinc (pirita, galena, calcopirita y esfalerita). Otro metal que se presenta, aunque solo se distingue en el ensaye, es el oro, generalmente en cantidades menores a 1 gr/ton.

La ganga está constituida principalmente por cuarzo, observándose ocasionalmente la presencia de calcita.

Las consideraciones anteriores sobre el Distrito Minero de Lampazos fueron obtenidas de la tesis profesional de Solano R. - (1970).

Pasando a otro tema, es posible que el área de estudio sea - atractiva en lo referente a exploración por hidrocarburos, ya --

que existen espesores considerables de lutitas (posibles rocas - generadoras) y una variedad amplia de posibles trampas estructurales y estratigráficas. De manera vaga podemos decir que el Domo Agua Salada es especialmente interesante en este sentido, ya que se observó cerca del Rancho del mismo nombre un manantial -- con un aspecto ligeramente aceitoso.

Las calizas arrecifales del área de estudio posiblemente -- sean atractivas para su industrialización en la producción de cemento y/o cal, sobre todo las calizas del Espinazo del Diablo y Cerro El Caloso.

Biblioteca Depto.
de Geología

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1.- La edad de la secuencia sedimentaria del área de Lampazos, Sonora es Aptiano-Albiano (Cretácico Inferior).

2.- Los sedimentos son correlacionables en edad con el Grupo Bisbee, más no litológicamente.

3.- El medio ambiente de depósito de la secuencia sedimentaria es marino, y en general de facies de plataforma poco profunda, variando en ocasiones a facies costeras.

4.- Se considera que el plegamiento de las rocas sedimentarias en el área estudiada es más intenso que en otros sedimentos del Cretácico Inferior en Sonora y SE de Arizona.

5.- Se nombraron formalmente las formaciones siguientes: Agua Salada, Durán, Espinazo del Diablo y Carricito. De manera informal se nombraron las unidades litoestratigráficas Aliso, Lampazos, Rosa María, Picachos, Caloso, Tulito y Nogal.

RECOMENDACIONES:

1.- Hacer un estudio geológico de la Sierra de Las Azules y áreas adyacentes, con la finalidad de establecer las relaciones estratigráficas entre los sedimentos de esa área y el área estudiada.

2.- Llevar a cabo mediciones con cinta y brújula de los espe

sores de las unidades litoestratigráficas de los Bloques II y -- III.

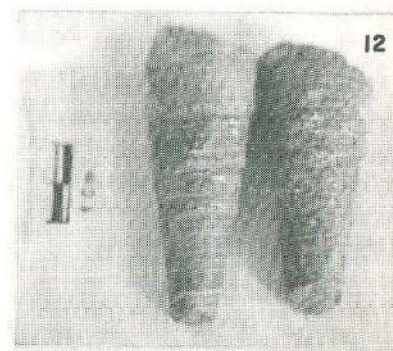
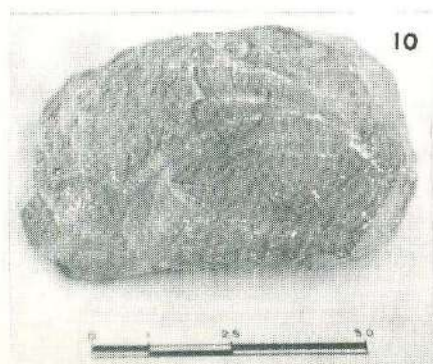
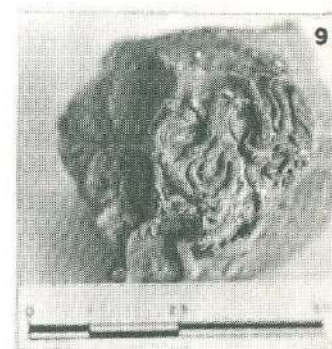
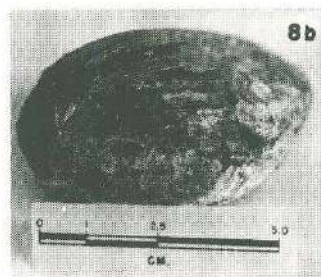
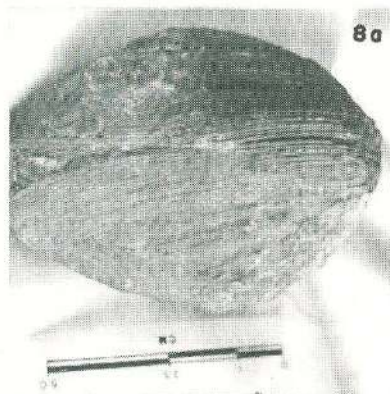
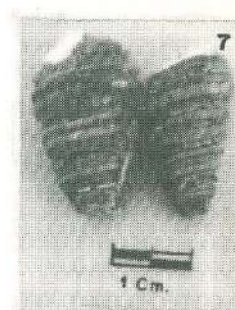
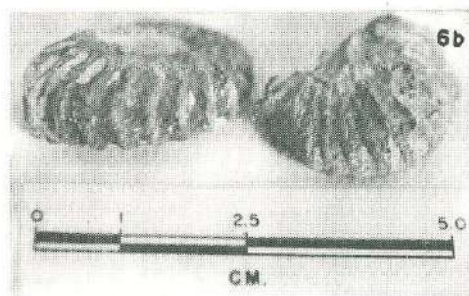
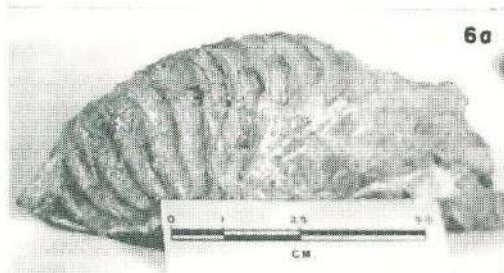
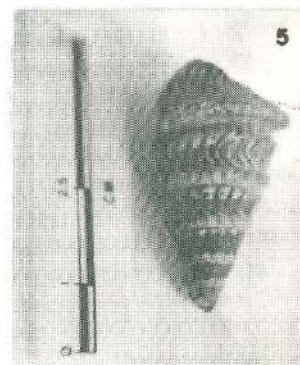
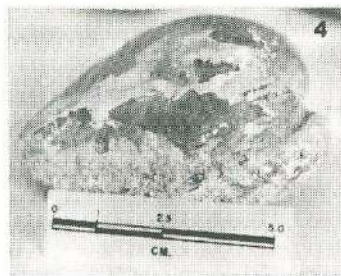
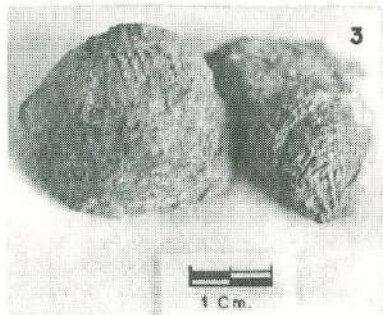
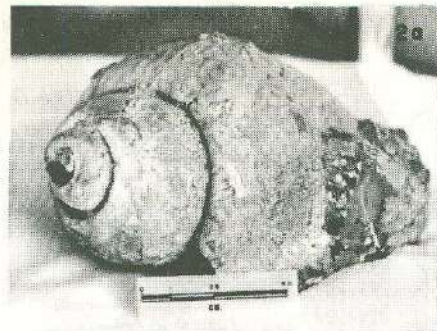
3.- Complementar el estudio iniciado en el presente trabajo y nombrar formalmente las unidades litoestratigráficas informales que se describieron en el mismo.

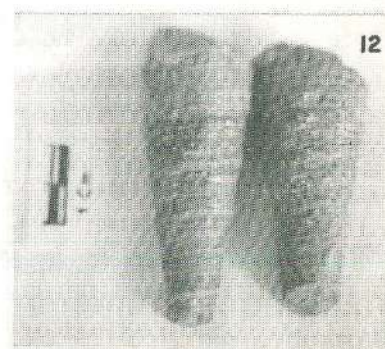
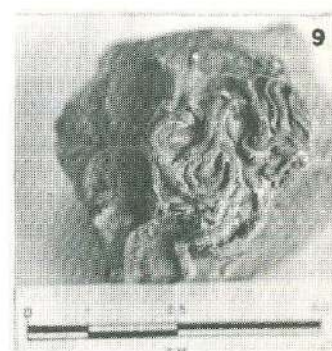
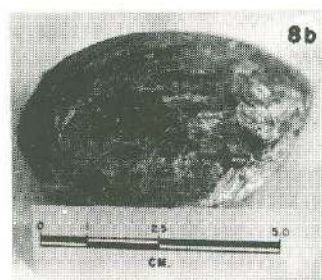
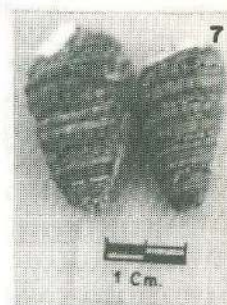
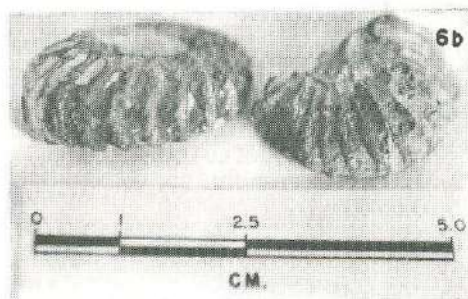
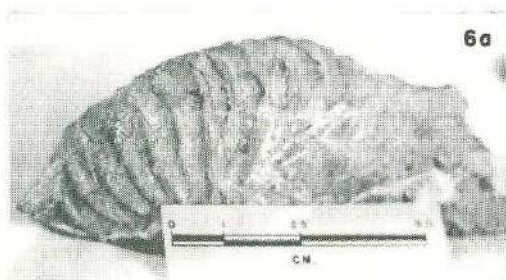
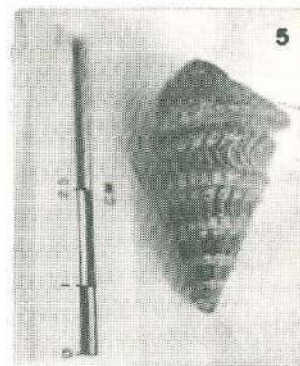
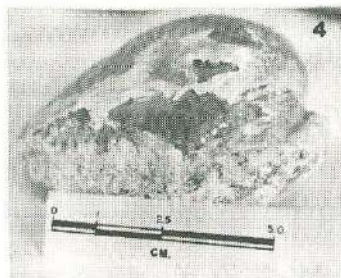
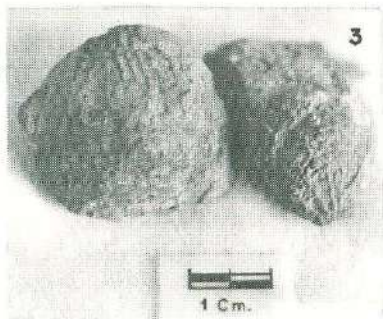
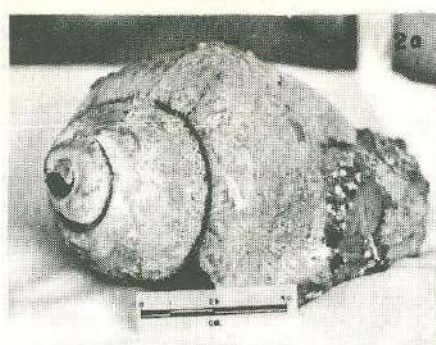
4.- Realizar un estudio más detallado de las rocas volcánicas e intrusivas de la región.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

A P E N D I C E I

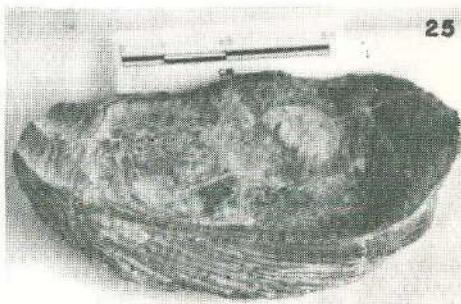
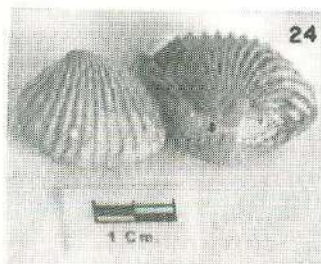
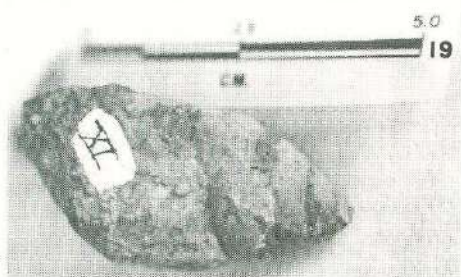
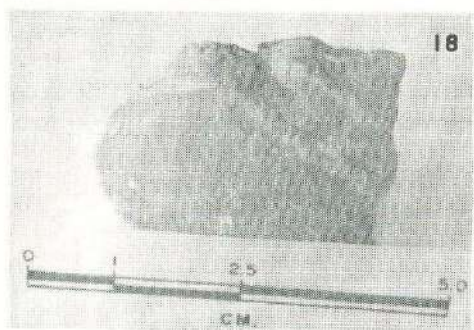
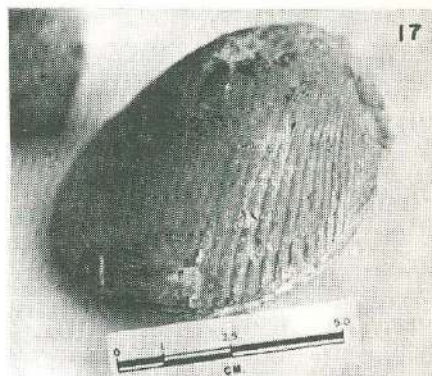
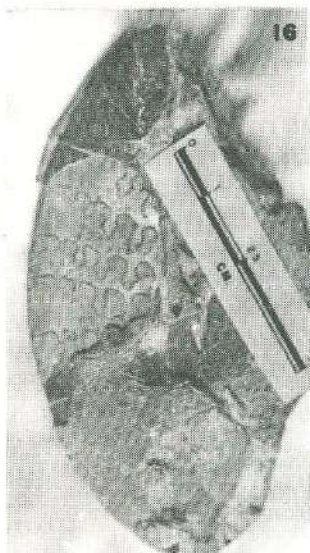
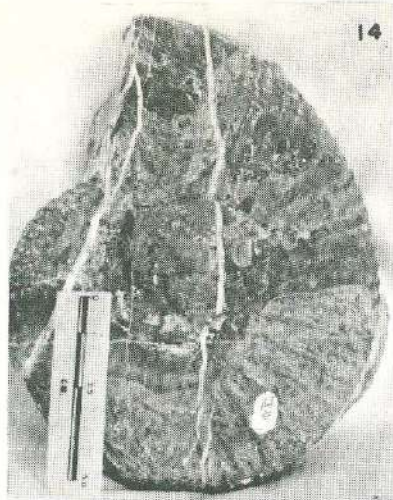
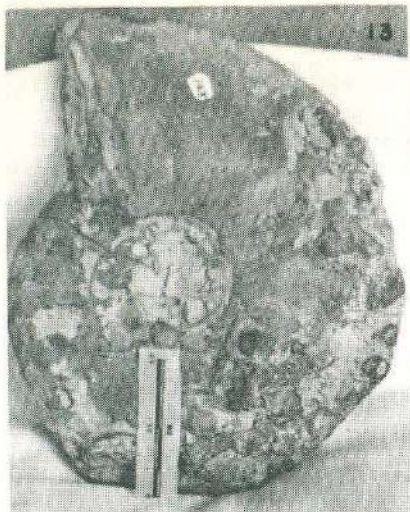
(Fotografías de los Fósiles del Area de Lampazos, Sonora).





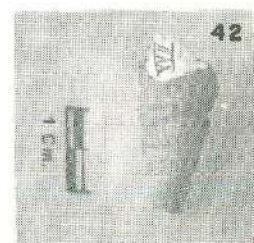
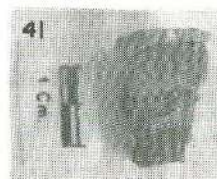
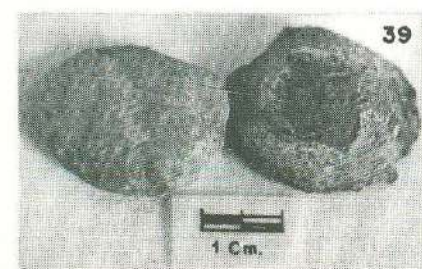
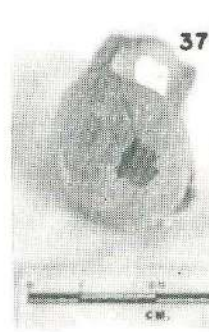
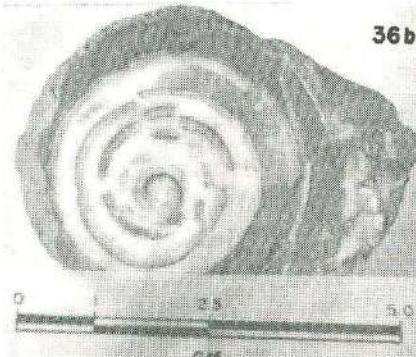
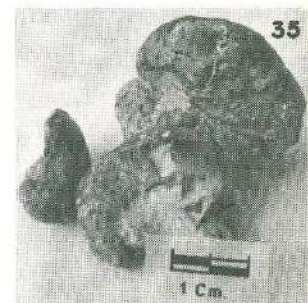
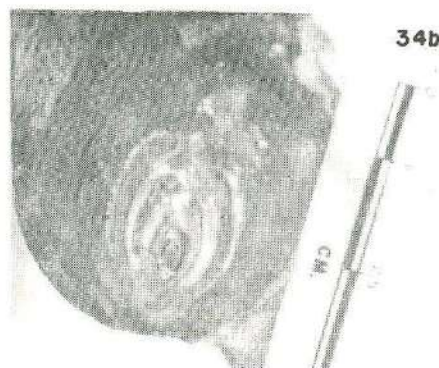
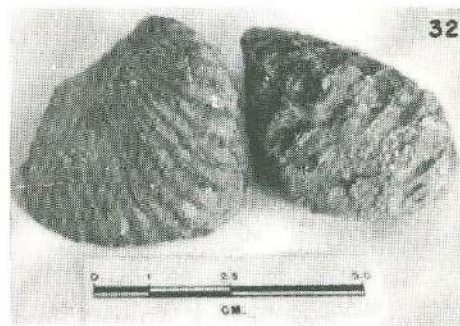
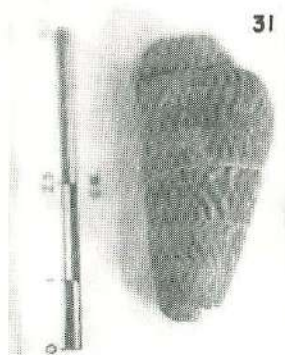
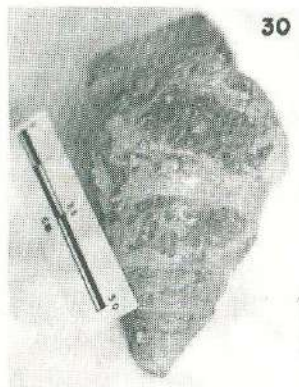
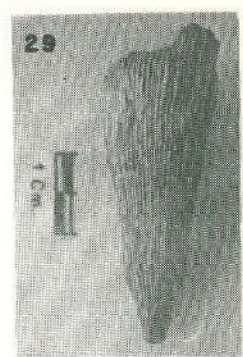
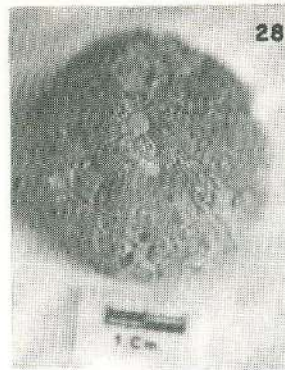
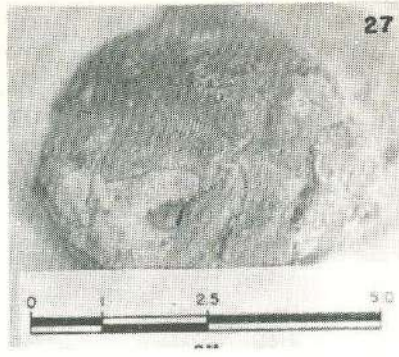
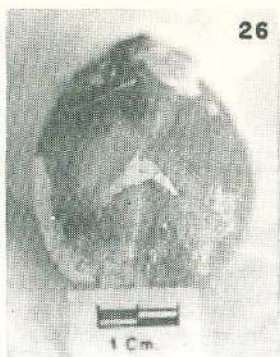
L A M I N A I

- 1.- Cyprimeria washitensis (Adkins).
- 2a.- Natica sp.
- 2b.- Fotografía del fósil anterior indicando el ápice
- 3.- Isocardia nasuta (Coquand)
- 4.- Protocardia texana (Adkins)
- 5.- Cassiope paluxiensis (Stanton)
- 6a.- Parahoplites sp.
- 6b.- Muestras completas y pequeñas del fósil anterior
- 7.- Cassiope burnsi (Stanton)
- 8a.- Fotografía de una de las valvas mostrando las costillas.
- 8b.- Trigonarca sp. otra vista del fósil anterior.
- 9.- Serpula sp.
- 10.- Exogira texana (Roemer)
- 11.- Lunatia pedernalis (Stanton)
- 12.- Turritella marnochi (White).



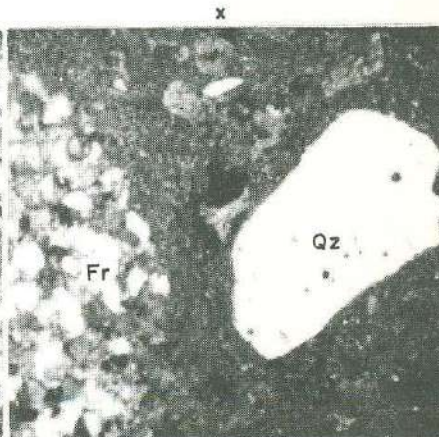
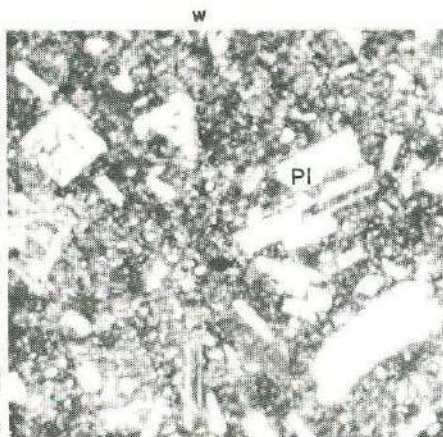
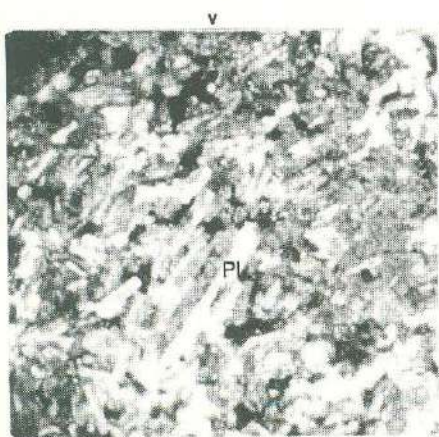
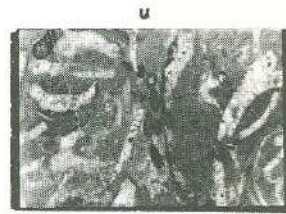
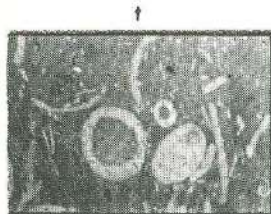
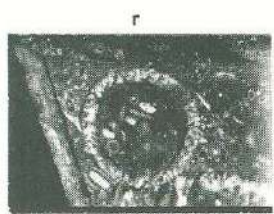
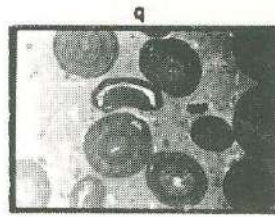
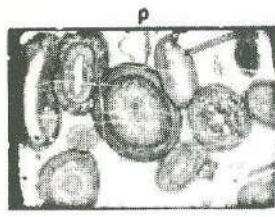
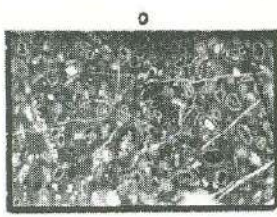
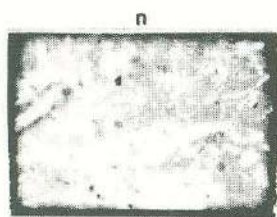
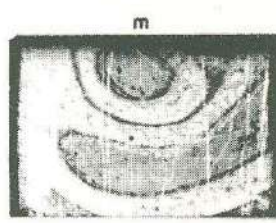
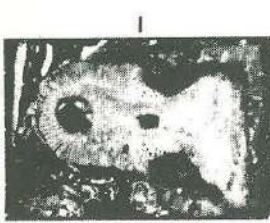
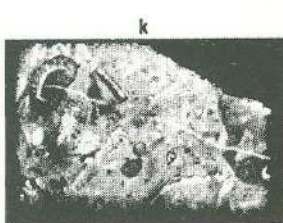
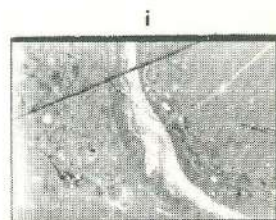
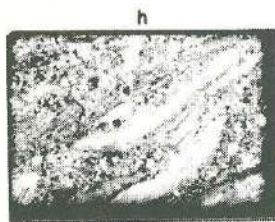
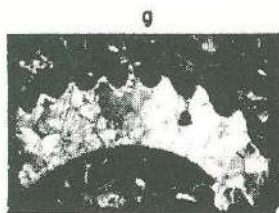
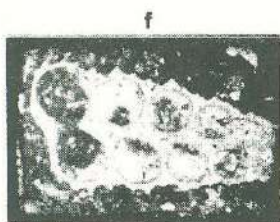
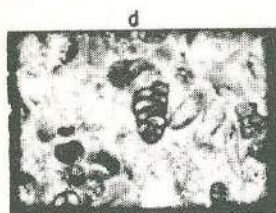
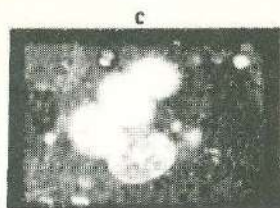
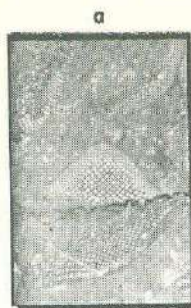
L A M I N A II

- 13.- Beudanticeras sp.
- 14.- Hoplites sp.
- 15a.- Madera fósil parcialmente silicificada. Familia Podocarpaceae o Cupressaceae (Coníferas).
- 15b.- Madera fósil silicificada. Familia Podocarpaceae o Cupressaceae (Coníferas).
- 16.- Engonoceras uddeni (Cragin)
- 17.- Cardium granuliferum (Gabb)
- 18.- Pleurotomaria sp. cf. p. macilenta (Cragin).
- 19.- Tylostoma kentense (Stanton).
- 20.- Muestra con abundante Orbitolina texana (Roemer).
- 21.- Tylostoma aguilerae (Alencaster).
- 22.- Cerithium heerii.
- 23.- Natica sp.
- 24.- Venericardia sp.
- 25.- Ostrea franklini (Coquand)



L A M I N A I I I

- 26.- Heteraster sp.
- 27.- Hemiaster sp.
- 28.- Tetragrama malbosi (Agassiz).
- 29.- Epistreptophyllum sp.
- 30.- Tylostoma kentense (Stanton)
- 31.- Cassiope zebra (Gabb).
- 32.- Magatrigonia sp.
- 33.- Cassiope branneri (Hill).
- 34a.- Pernviella doluim.
- 34b.- Corte longitudinal de Pernviella doluim.
- 35.- Ostrea franklini (Coquand)
- 36a.- Euspira sp.
- 36b.- Corte transversal de Euspira sp.
- 37.- Gyrodes sp. cf. G. bidngulata (Shumard).
- 38.- Delphinula stantoni (Cragin)
- 39.- Codakia (Epilucina) potosina metrica (Cragin)
- 40.- Acila (Truncacila) demessa (Finlay).
- 41.- Chenopus servensis
- 42.- Cerithium kansasense (Stanton).

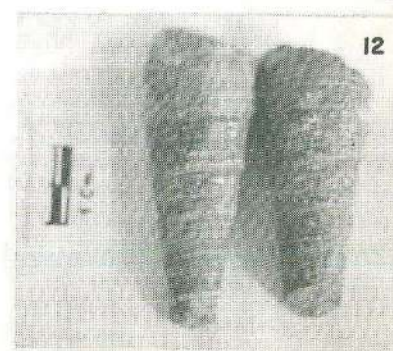
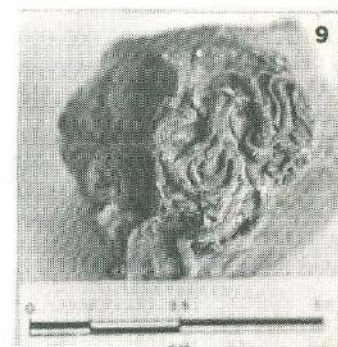
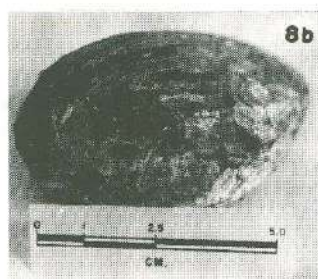
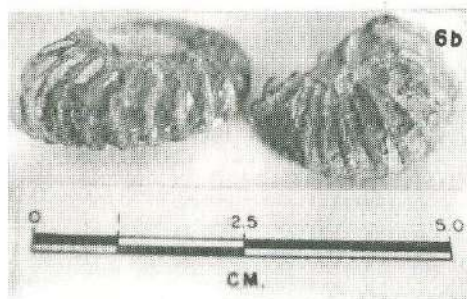
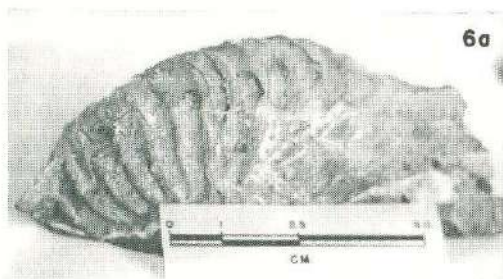
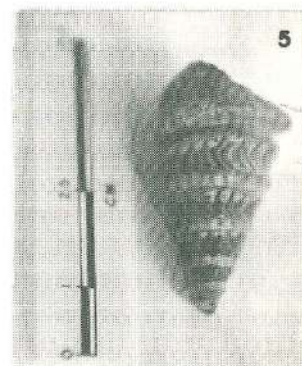
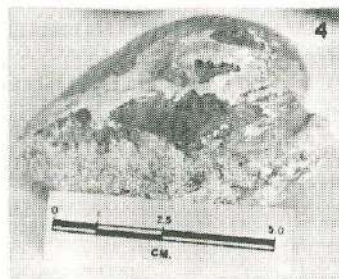
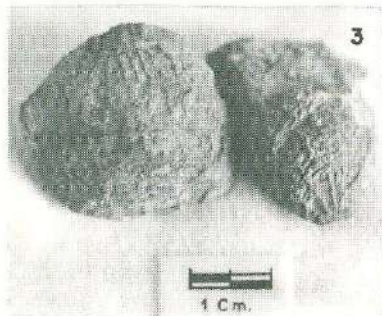
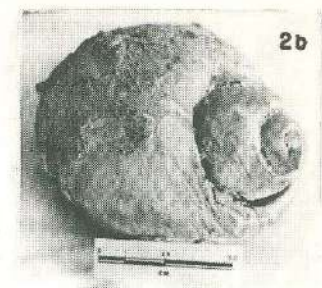
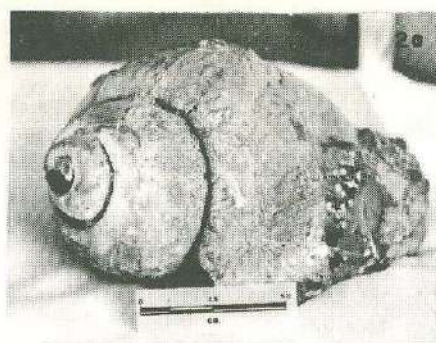


Pl

Pl

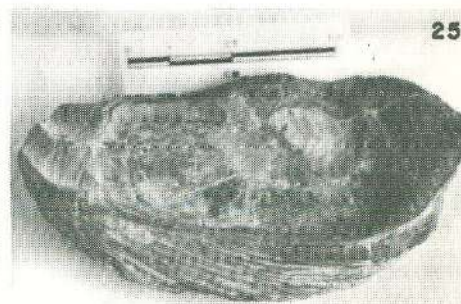
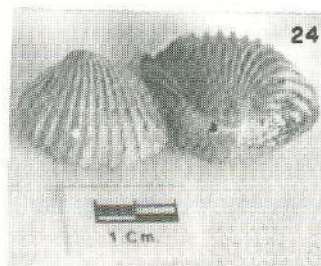
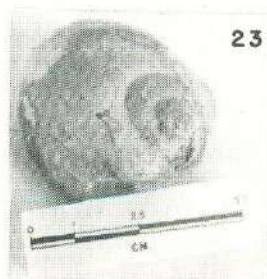
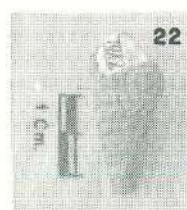
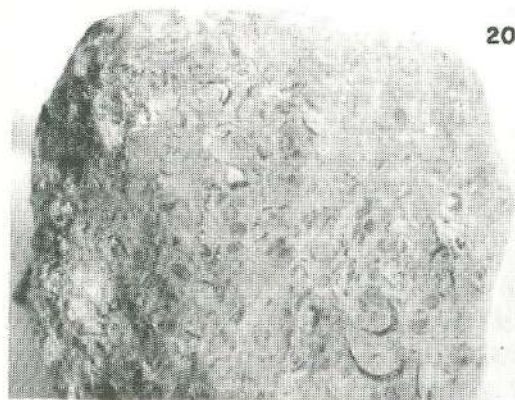
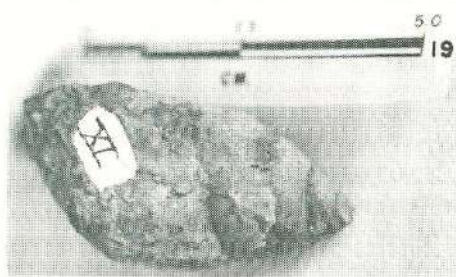
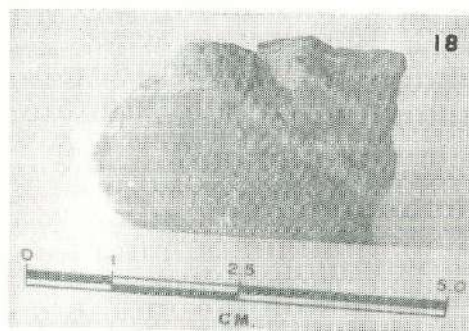
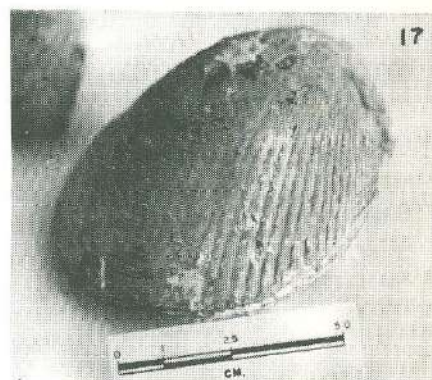
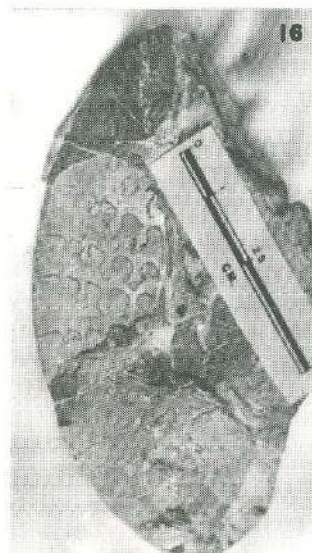
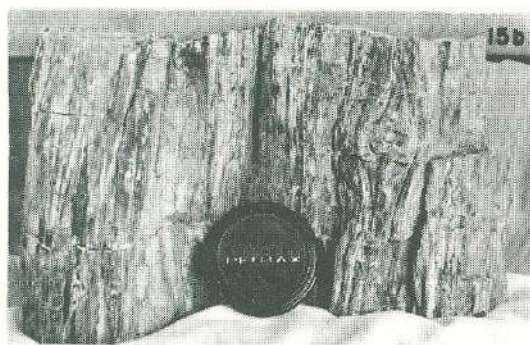
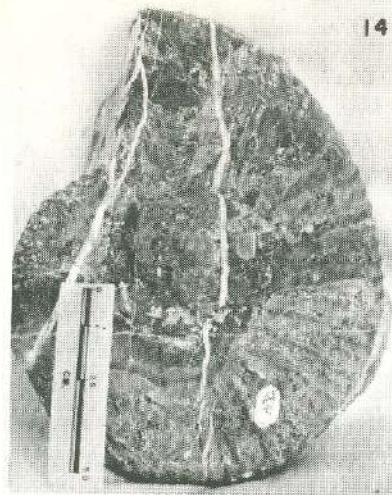
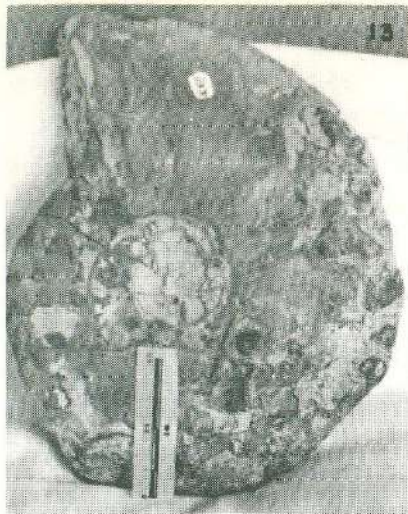
Fr

Qz



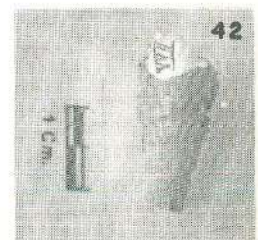
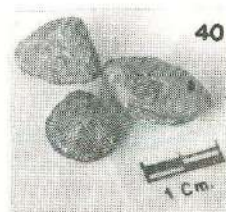
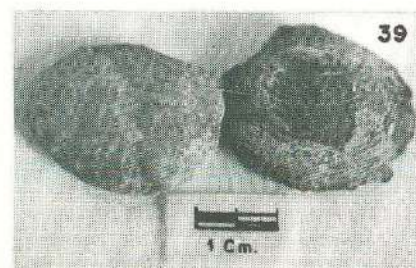
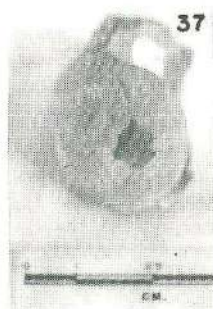
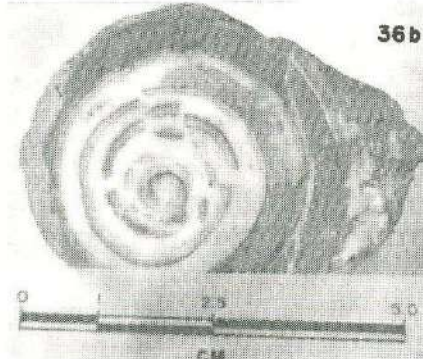
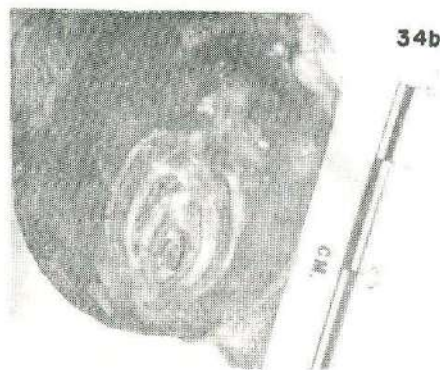
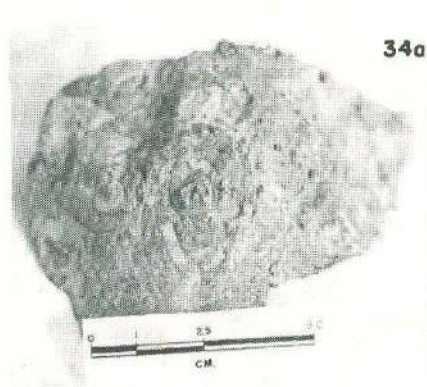
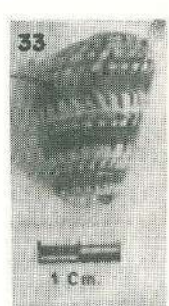
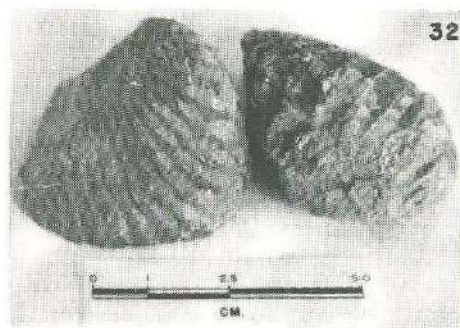
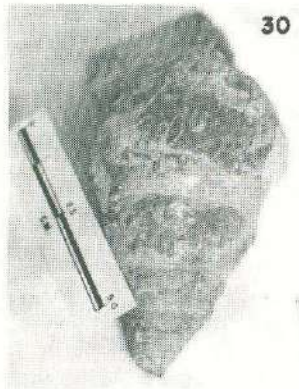
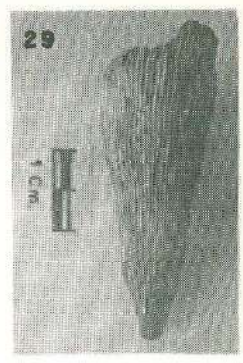
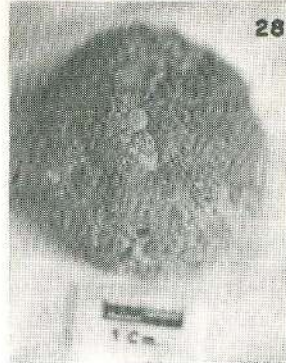
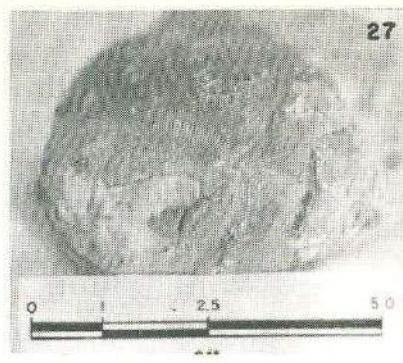
L A M I N A I

- 1.- Cyprimeria washitensis (Adkins).
- 2a.- Natica sp.
- 2b.- Fotografía del fósil anterior indicando el ápice
- 3.- Isocardia nasuta (Coquand)
- 4.- Protocardia texana (Adkins).
- 5.- Cassiope paluxiensis (Stanton)
- 6a.- Parahoplites sp.
- 6b.- Muestras completas y pequeñas del fósil anterior
- 7.- Cassiope burnsi (Stanton)
- 8a.- Fotografía de una de las valvas mostrando las costillas.
- 8b.- Trigonarca sp. otra vista del fósil anterior.
- 9.- Serpula sp.
- 10.- Exogira texana (Roemer)
- 11.- Lunatia pedernalis (Stanton)
- 12.- Turritella marnochi (White).



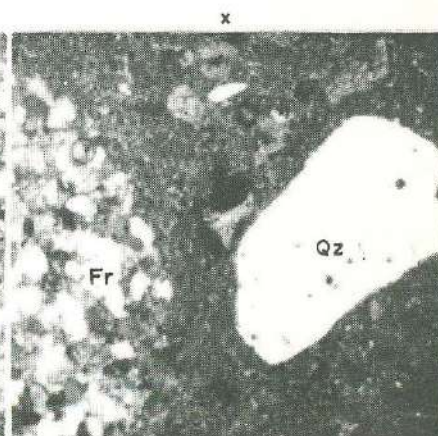
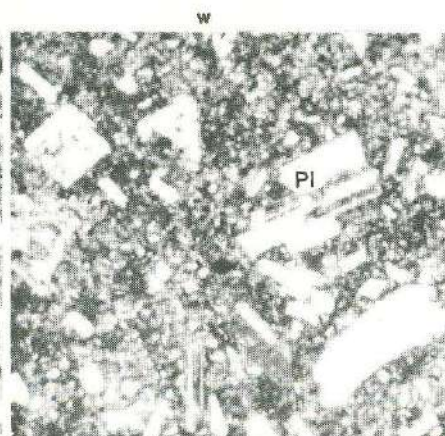
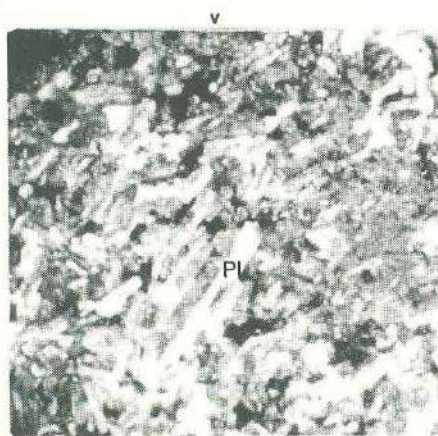
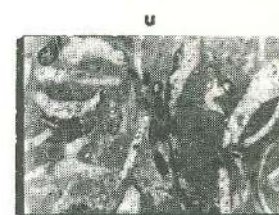
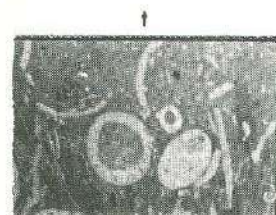
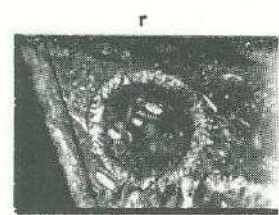
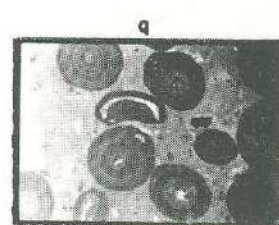
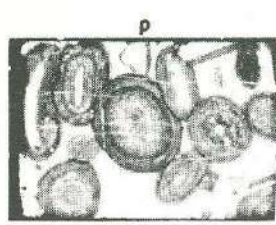
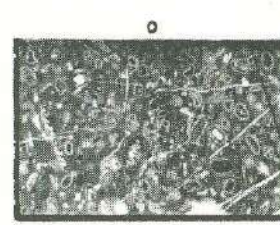
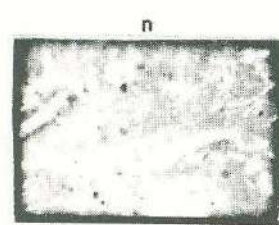
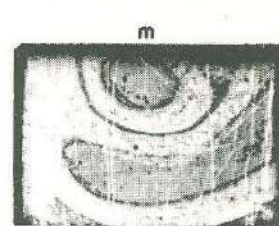
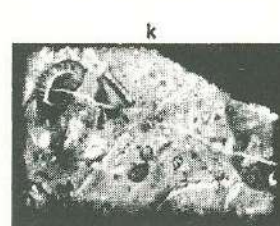
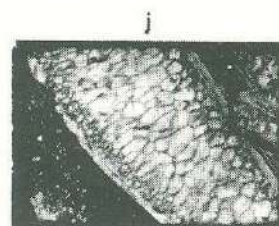
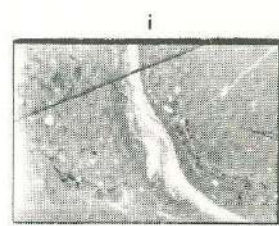
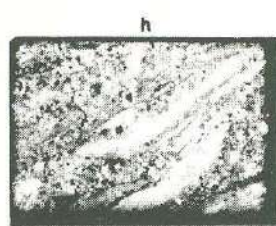
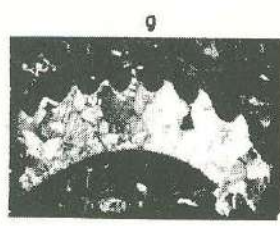
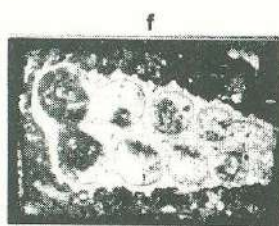
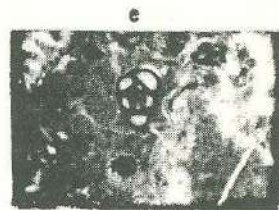
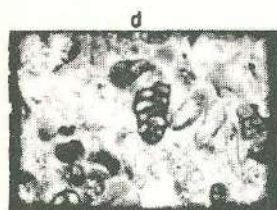
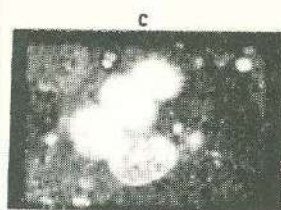
L A M I N A II

- 13.- Beudanticeras sp.
- 14.- Hoplites sp.
- 15a.- Madera fósil parcialmente silicificada. Familia Podocarpaceae o Cupressaceae (Coníferas).
- 15b.- Madera fósil silicificada. Familia Podocarpaceae o Cupressaceae (Coníferas).
- 16.- Engonoceras uddeni (Cragin)
- 17.- Cardium granuliferum (Gabb)
- 18.- Pleurotomaria sp. cf. p. macilenta (Cragin).
- 19.- Tylostoma kentense (Stanton).
- 20.- Muestra con abundante Orbitolina texana (Roemer).
- 21.- Tylostoma aguilerae (Alencaster).
- 22.- Cerithium heerii.
- 23.- Natica sp.
- 24.- Venericardia sp.
- 25.- Ostrea franklini (Coquand)



L A M I N A I V

- a).- Orbitolina texana (2.5 x)
- b).- Foraminíferos planctónicos (2.5 x)
- c).- Foraminífero planctónico (10 x)
- d).- Foraminífero bentónico textularideo (10 x).
- e).- Foraminífero bentónico miliolideo (10 x)
- f).- Corte longitudinal de un gasterópodo (2.5 x)
- g).- Fragmento de concha de pelecípodo (2.5 x)
- h).- Fragmentos de conchas de pelecípodos (ostreas) (2.5 x)
- i).- Corte de pelecípodo (ostrea) (2.5 x)
- j).- Corte de pelecípodo (ostrea ?) (2.5 x)
- k).- Alga Rodófitas (?) (2.5 x)
- l).- Briozoario (?) (2.5 x)
- m).- Anélidos. Serpula sp. (2.5 x)
- n).- Espina de equinodermo (2.5 x)
- o).- Caliza fosilífera (2.5 x)
- p).- Ooesparita (2.5 x)
- q).- Oomicrita (2.5 x)
- r).- Algas (?) (2.5 x)
- s).- Fragmentos de Pelecípodos y otros (2.5 x)
- t).- Fragmentos de pelecípodos y otros (2.5 x)
- u).- Fragmentos de valvas (2.5 x)
- v).- Intrusivo Diorítico (Pl= plagioclasas) (2.5 x)
- w).- Andesita Porfídica (Pl= plagioclasas) (2.5 x)
- x).- Ignimbrita (Fr= fragmento de roca, Qz= Cuarzo) (2.5 x).



L A M I N A IV

- a).- Orbitolina texana (2.5 x)
- b).- Foraminíferos planctónicos (2.5 x)
- c).- Foraminífero planctónico (10 x)
- d).- Foraminífero bentónico textularideo (10 x).
- e).- Foraminífero bentónico miliolideo (10 x)
- f).- Corte longitudinal de un gasterópodo (2.5 x)
- g).- Fragmento de concha de pelecípodo (2.5 x)
- h).- Fragmentos de conchas de pelecípodos (ostreas) (2.5 x)
- i).- Corte de pelecípodo (ostrea) (2.5 x)
- j).- Corte de pelecípodo (ostrea ?) (2.5 x)
- k).- Alga Rodofícea (?) (2.5 x)
- l).- Briozoario (?) (2.5 x)
- m).- Anélidos. Serpula sp. (2.5 x)
- n).- Espina de equinodermo (2.5 x)
- o).- Caliza fosilífera (2.5 x)
- p).- Ooesparita (2.5 x)
- q).- Oomicrita (2.5 x)
- r).- Algas (?) (2.5 x)
- s).- Fragmentos de Pelecípodos y otros (2.5 x)
- t).- Fragmentos de pelecípodos y otros (2.5 x)
- u).- Fragmentos de vivalbos (2.5 x)
- v).- Intrusivo Diorítico (Pl= plagioclasas) (2.5 x)
- w).- Andesita Porfídica (Pl= plagioclasas) (2.5 x)
- x).- Ignimbrita (Fr= fragmento de roca, Qz= Cuarzo) (2.5 x).

Biblioteca Depto.
de Geología

A P E N D I C E II

(Análisis Microscópico de las Rocas Sedimentarias)

DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

FORMACION AGUA SALADA

RS-12.- Biomicrita de pelecípodos y foraminíferos planctónicos - Wackestone.

Observaciones:- Se encuentra parcialmente esparitizada, y contiene algunos terrígenos subangulosos del tamaño de la arena.

BASE F. AGUA SALADA

RS-86.- Bioesparita de algas - Packstone.

Observaciones: Contiene escasas espinas de equinodermo y algo de micrita.

RS-87.- Bioesparita de fragmentos de ostreas - Grainstone.

FORMACION DURAN

MIEMBRO INFERIOR

RS-85.- Lutita carbonosa

Observaciones:- Contiene abundantes foraminíferos planctónicos.

RS-11.- Biomicrita de foraminíferos planctónicos-Wackestone

FORMACION ESPINAZO DEL DIABLO

RS-1.- Micrita - Mudstone.

Observaciones: Se observan escasos foraminíferos plánc-
tónicos y fragmentos de pelecípodos.

RS-4.- Biomicrita de pelecípodos - Wackestone

Observaciones: La micrita se encuentra parcialmente mi-
croesparitizada.

RS-6.- Biomicrita - Packstone.

Observaciones: Los fósiles predominantes no fueron iden
tificados, los cuales son de una forma redondeada y alan
gada. Contiene algunos fragmentos de pelecípodos y ooli
tas. También se observan terrígenos angulosos del tama-
ño de la arena fina.

RS-3.- Arcosa.

Observaciones: Arenisca de grano fino constituida total
mente por granos de feldespatho alterados a calcita. Es-
tos son angulosos a subangulosos y de baja esfericidad.
Contiene abundantes óxidos de hierro.

RS-50.- Biomicrita de orbitolinas y foraminíferas planctónicas-
Wackestone.

Observaciones: Contiene algunas espinas de equinodermo-
y fragmentos de ostreas.

FORMACION CARRICITO

RS-20.- Micrita - Mudstone.

Observaciones: Se observan escasos fragmentos de pelecípodos y de algas.

RS-21.- Bioesparita de ostrácodos y algas - Grainstone.

Observaciones: Contiene fragmentos de ostreas y terrígenos subangulosos del tamaño de la arena.

RS-22.- Micrita arenosa.

Observaciones: Se observan escasos gasterópodos rellenos por calcita y abundantes terrígenos angulosos de -- cuarzo del tamaño de la arena, cercanos al tamaño del limo.

RS-25.- Biomicrita de fragmentos de pelecípodos - Wackestone.

Observaciones: Contiene algunos gasterópodos y algas. También se observan terrígenos subangulosos de cuarzo y feldespato del tamaño de la arena.

UNIDAD LAMPAZOS

RS-71.- Bioesparita de restos de oestreas - Packstone.

Observaciones: Se observan bastantes terrígenos angulosos a subangulosos del tamaño de la arena. Contiene micrita.

UNIDAD ROSA MARIA

RS-19.- Micrita - Mudstone.

Observaciones: Presenta muy escasos foraminíferos planctónicos. También se observan cristales de pirita.

RS-83.- Bioomicrita de foraminíferos - Packstone.

Observaciones: Se observa que cantidad de fósiles (foraminíferos planctónicos y bentónicos, fragmentos y espinas de equinodermos y otros). También contiene oolitas.

RS-41.- Biomicrita de foraminíferos planctónicos - Wackestone.

Observaciones: Contiene fragmentos de fósiles no identificados (algas?).

RS-43.- Biomicrudita de restos de pelecípodos - Wackestone.

Observaciones: Los pelecípodos se presentan en fragmentos. Se observan algunos fósiles redondeados con una pared de esparita, no identificados. Contiene terrígenos subangulosos del tamaño de arena muy fina o limo.

RS-98.- Ooesparita.

Observaciones: La micrita que antiguamente ocupaba el espacio entre las oolitas se encuentra casi totalmente microesparitizada. Contiene algunos gasterópodos y espinas de equinodermo. Las oolitas están recristalizadas, deformadas y fracturadas.

RS-97.- Bioesparita de foraminíferos planctónicos y miliólidos -- Grainstone.

Observaciones: Se presentan algunos ostrácodos y espinas-

de equinodermo. Contiene escasos terrígenos angulosos -- del tamaño de la arena.

RS-84.- Arcosa.

Observaciones: Arenisca de grano grueso bien clasificada, constituida por granos de cuarzo y deldespatos, con clara predominancia de estos últimos. Los granos son angulosos a subangulosos y de baja esfericidad, cementados por cal-cita.

Contiene abundantes óxidos de fierro.

UNIDAD PICACHOS

RS-39.- Biomicrita de pelecípodos y gasterópodos - Packstone.

Observaciones: La micrita se encuentra parcialmente microesparitizada.

RS-80.- Bioesparita de textuláridos y miliólidos.

Observaciones: La micrita original fue totalmente esparitizada. Se observan muy raros foraminíferos planctónicos y escasos terrígenos angulosos del tamaño de la arena.

UNIDAD CALOSO

RS-96.- Micrita - Mudstone.

Observaciones: Contiene muy escasos foraminíferos planctónicos y orbitolinas.

RS-68.- Ooesparita - Grainstone.

Observaciones: En ocasiones el núcleo de las oolitas lo constituyen fósiles. Hay raros fragmentos de pelecípodos.

RS-8.- Micrita - Mudstone.

UNIDAD TULITO

RS-54.- Arcosa.

Observaciones: Arenisca de grano fino, bien clasificada, constituida casi totalmente por granos de feldespato alterados a calcita. Estos son subangulosos, de baja esfericidad, cementados por calcita. Contiene abundantes óxidos de hierro.

RS-31.- Oomicrita - Wackestone.

Observaciones: La micrita se encuentra parcialmente microesparitizada. Contiene escasos foraminíferos planctónicos y miliólidos. Los núcleos de las oolitas son en su mayoría fragmentos de conchas, y algunas de ellas se encuentran parcialmente microesparitizadas.

UNIDAD NOGAL

MIEMBRO INFERIOR.

RS-55.- Micrita - Mudstone.

RS-65.- Biomicrita - Packstone.

Observaciones: Contiene foraminíferos planctónicos, miliólidos, fragmentos de pelecípodos, espinas de equino -

dermo, y otros no identificados. Se observan algunas --- oolitas y pisolitas.

MIEMBRO SUPERIOR.

RS-38.- *Micrita arenosa*.

Observaciones: Contiene abundantes terrígenos angulosos- de tamaño muy pequeño, cercano al del limo.

RS-48.- *Biopelmicrita* de fragmentos de pelecípodos - Wackestone.

Observaciones: Se presentan escasos foraminíferos planctónicos y espinas de equinodermo, así como muy raros miliólidos. También contiene pelets.

RS-56.- *Calcirudita arcillosa* de pelecípodos.

Observaciones: Contiene algunos gasterópodos y muy raras espinas de equinodermo. También se observan terrígenos - angulosos del tamaño de la arena.

SH-4.- *Bioesparita* de anélidos - Grainstone.

Observaciones: Se observa en partes una textura incluida con micrita parcialmente esparitizada.

RS-47.- *Ooesparita* - Grainstone.

Observaciones: Las oolitas se encuentran deformadas, presentando más o menos la misma orientación. Sus núcleos - están constituidos por fósiles y fragmentos de éstos.

A P E N D I C E III

(Descripción Petrográfica de las Rocas Igneas)

DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS ROCAS IGNEAS

RI-3

Minerales Primarios: Plagioclasas (oligoclasa) muy alteradas a -
calcita y sericita.

Minerales Secundarios: Calcita

Sericita

Clorita

Minerales opacos

Otros: Fragmentos de lava porfídica

Fragmentos de cristales

Fragmentos de lava vesicular (vesículas rellenas por clorita).

Textura: Porfídica.

Clasificación: Andesita microbrechada.

An-1

Minerales Primarios: Plagioclasas (andesina) alteradas a calcita
Anfiboles alterados a clorita y calcita.

Minerales Secundarios: Calcita

Clorita

Minerales opacos

Matriz: Constituida principalmente por andesina y calcita secundaria.

Textura: Porfídica. Se presentan fenocristales euhedrales de --
plagioclasas.

Clasificación: Andesita porfídica.

RV-1

Minerales Primarios: Plagioclasas alteradas a calcita y sericita
Cristales anhedrales de cuarzo.

Minerales Secundarios: Calcita
Sericita

Otros: Fragmentos de roca
Fragmentos de vidrio
Se observan algunas flamas.

Textura: Piroclástica soldada.

Clasificación: Ignimbrita.

RI-1

Minerales Primarios: Plagioclasas casi totalmente alteradas a -
calcita y sericita.

Hornblenda.

Minerales Secundarios: Clorita debido a la alteración de biotita
Calcita
Sericita
Minerales opacos

Textura: Hipídiomórfica granular.

Clasificación: Diorita de hornblenda o de biotita.

RV-2

Minerales Primarios: Anfíboles reemplazados por minerales opacos
Plagioclasas alteradas a calcita.

Minerales Secundarios: Calcita

Minerales opacos

Matriz: Muy fina y alterada también a calcita.

Textura: Porfídica.

Clasificación: Andesita porfídica.

D - 5

Minerales Primarios: Plagioclasas casi totalmente alteradas a -
calcita.

Piroxenos

Posibles anfíboles alterados a clorita

Raros cristales de cuarzo.

Minerales Secundarios: Clorita

Calcita

Minerales opacos

Matriz: Microgranular, compuesta por feldespatos, calcita y clorita.

Textura: Porfídica.

Clasificación: Diabasa Porfídica.

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

- ALVAREZ Jr., 1962; *Geología, Paleogeografía y Tectónica de México*; apuntes de la UNAM, 162 p.
- CORDOBA, D.A. y RANGIN C., 1977; *Extensión de la Cuenca Chihuahuense en Sonora septentrional y sus deformaciones*; *Resúmen III Cong. Latinoamericano de Geología, Acapulco*, p. 114. Ver referencia en el *Boletín del Inst. de Geología UNAM*.
- CEVALLOS, F.S., 1983; *Reporte sobre la madera fósil del área de Lampazos, Sonora*; informe no publicado, 2 p.
- DAMON AND SHAFIQUILLAH, 1982; *Geochronology of the Porphyry Copper Deposits -- and Related Mineralization of México*; *The Canadian Journal of Earth Science*.
- DREWES, HARALD, 1978; *The Cordilleran Orogenic Belt between Nevada and Chihuahua*; *Geological Society of America Bulletin*, V. 89, P.641-657.
- DUMBLE, E.T., 1900; *Notes on the geology of Sonora, México*; *AIME Trans.*, v. 29, p. 122-152.
- GONZALEZ, L. C.M., 1978; *Geología del Área de Arizpe, Sonora Centro-Septentrional*; Tesis Profesional, Univ. de Sonora.
- HAYES, P.T., 1970, *Mesozoic Stratigraphy of the Mule and Huachuca Mountains, Southeastern, Arizona*. *Geological Survey*, prof. paper 658-A.
- HAYES, P.T., 1970; *Cretaceous paleogeography of southeastern Arizona and adjacent areas*. U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 658, 42 p.
- HIMANGA, J.C., 1977, *Geology of the Sierra Chiltepíns, Sonora, México*: unpublished M.S. thesis, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona.
- IMLAY, R.W., 1939, *Paleographic studies in northeastern Sonora*: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 50, p. 1723-1744.
- KING, R.E., 1939, *Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of México*: *Bull. Geol. Soc. Amer.*, v. 50, n° 11, p. 1625-1722.
- LOPEZ, RAMOS, E. (ed.), 1968, *Mapa Geológico de Sonora*; Instituto de Geología, UNAM, scale 1:500,000.
- LOPEZ, RAMOS, E., 1980, (2a. edición). *Geología de México*.
- PAZ, M.A., 1983; *Geología de los Basaltos de Moctezuma, Sonora*; Tesis Profesional en elaboración; UNISON.

- ROLDAN, Q.J., 1976; *Geology and mineralization of the San Felipe Mining District, Sonora, México*; unpublished M.S. Thesis, The University of Iowa, 120 p.
- RAISZ, E., 1964; *Landforms of México*; Editada por Geography Branch of the Office of Naval Research, mapa escala 1:3,000,000 (aprox.)
- RANGIN, C., 1977, *Tectónicas sobrepuestas en Sonora septentrional*: Bol. Inst. Geología UNAM, vol. 1, no. 1, p. 44 - 47.
- RANGIN, C., 1977, *Sobre la presencia de Jurásico Superior con amonitas en Sonora septentrional*: Bol. Inst. Geología, UNAM, vol. 1, no. 1, p. 1 - 4.
- RANSOME, F.L., 1904, *Description of the Bisbee quadrangle, Arizona*: U.S. Geol. Survey. Prof. paper 21-168 p.
- SOLANO RICO, 1970, *Geología y yacimientos minerales del Distrito de Lampazos, Sonora*: Tesis Profesional; Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- TALIAFERRO, N.L., 1933, *An occurrence of Upper Cretaceous sediments in northern Sonora, México*: Jour. Geol. v. 41, p. 12 - 37.