



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

***“ASPECTOS DE LA NOMENCLATURA DE LAS
FORMACIONES POTRERO Y PALMAR,
ARIVECHI, SONORA, MÉXICO”***

Tesis Profesional

**Que para obtener el Título de
Geólogo**

PRESENTA:

JOSÉ MIGUEL MORALES ZÚÑIGA



Hermosillo, Sonora, Enero de 2021

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



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



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

Hermosillo, Sonora, México a 22 de septiembre de 2020

Dr. Francisco Javier Grijalva Noriega
Jefe del Departamento de Geología
Universidad de Sonora
Presente. -

Estimado Dr. Francisco Javier Grijalva Noriega, por este conducto y de la manera más atenta, me permito someter a su consideración para el registro y aprobación, el siguiente tema de tesis intitulado:

**“ASPECTOS DE LA NOMENCLATURA DE LAS FORMACIONES
POTRERO Y PALMAR, ARIVECHI, SONORA, MÉXICO”**

Lo anterior con el fin de que el alumno **José Miguel Morales Zúñiga** con Expediente No. **210208350**, pueda presentar su examen profesional para la obtención del título de Licenciatura en Geología.

Sin otro particular y agradeciendo su atención a la presente, me despido de usted.

ATENTAMENTE
“EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA”



Dr. Juan José Palafox Reyes
Director de Tesis



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Departamento de Geología División de Ciencias Exactas y Naturales

Hermosillo, Sonora, México a 30 de septiembre de 2020

DR. JUAN JOSÉ PALAFOX REYES
DIRECTOR DE TESIS
P R E S E N T E.-

Por este conducto le comunico que ha sido aprobado el tema de Tesis propuesto por usted intitulado:

“ASPECTOS DE LA NOMENCLATURA DE LAS FORMACIONES POTRERO Y PALMAR, ARIVECHI, SONORA, MÉXICO”

Lo anterior con el fin de que el alumno José Miguel Morales Zúñiga, con No. de Expediente 210208350, pueda presentar su examen profesional para la obtención de su título de Licenciatura en Geología. Así mismo le comunico que han sido asignados los siguientes sinodales:

Presidente	Dr. Rogelio Monreal Saavedra
Secretario	MC José Ismael Minjarez Sosa
Vocal	Dr. Juan José Palafox Reyes

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su atención a la presente, quedo de ustedes

A T E N T A M E N T E
“EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA”

DR. FRANCISCO JAVIER GRIJALVA NONRIEGA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

c.c.p. archivo



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

**Departamento de Geología
División de Ciencias Exactas y Naturales**

NOMBRE DE LA TESIS

**“ASPECTOS DE LA NOMENCLATURA DE LAS FORMACIONES
POTRERO Y PALMAR, ARIVECHI, SONORA, MÉXICO”**

NOMBRE DEL SUSTENTANTE

JOSÉ MIGUEL MORALES ZÚÑIGA

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

Rogelio Monreal **DR ROGELIO MONREAL SAAVEDRA**

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

Ismael Minjarez Sosa **MC JOSÉ ISMAEL MINJAREZ SOSA**

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

Juan José Palafox Reyes **DR. JUAN JOSÉ PALAFOX REYES**

ATENTAMENTE
“EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA”

DR. FRANCISCO JAVIER GRIJALVA NONRIEGA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

c.c.p. archivo

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de llegar este día y poder cumplir una meta más.

A mis padres por ser el pilar fundamental, apoyándome, alentándome a seguir adelante, por darme tanto amor y rigor durante todos estos años de mi vida, este logro también es de ustedes.

A mis hermanos, por todas las peleas, paciencias, apoyos, aprendizajes y a mis sobrinas por compartir conmigo este momento.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sonora y al Departamento de Geología por permitirme estudiar esta carrera tan maravillosa y por facilitar las instalaciones para la realización de diversos trabajos en el laboratorio y usos de cubículos.

Un agradecimiento especial a mi director de tesis Dr. Juan José Palafox Reyes por su apoyo a lo largo de esta tesis y sus orientaciones, apoyos y consejos, al igual por toda la espera y paciencia durante este proceso.

Un agradecimiento especial a la Dra. Pilar Navas-Parejo, por su paciencia, orientación y el conocimiento transmitido. ¡Muchas Gracias!

Al M.C. Ismael Minjarez Sosa y al Dr. Rogelio Monreal Saavedra por la atenta lectura, revisión, recomendaciones y ayuda del escrito.

Al Dr. Inocente Guadalupe Espinoza Maldonado por sus recomendaciones y ayuda.

Esta tesis no fuera sido posible sin el apoyo de los proyectos: ECOS-Nord MÉXICO-FRANCIA “Evolución de los Ecosistemas y la Biodiversidad del Paleozoico” clave: 229494 y “La Revolución del Cámbrico y la Gran Radiación Ordovícica en el Norte de México y Oaxaca” CONACyT No. 235970 que desarrolla el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora.

A mis compañeros de generación José Bojórquez y Diego Ruíz Cadena, que me ayudaron en la salida de campo; al igual a los compañeros Dulce Reyes, Heriberto Borjas, Amílcar Casarrubias y Ricardo Ortiz; por todos esos consejos y recomendaciones que me dieron. ¡Muchas Gracias!

A los alumnos del curso de Geología de Campo 1, generación 2015-2 y 2016-1; por su ayuda y permitirme convivir con ellos y especialmente a: Daniel Pérez, Adrián Sosa, Eduardo Noriega, Norberto Duarte, Israel Moreno, André Becuar, Paul Medina, Ramón García, Alejandro Ontiveros y Antonio Iñiguez, por esas caminadas y cargadas de muestras.

CONTENIDO

I. GENERALIDADES	6
I.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN	6
I.2 VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO	7
I.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO	7
I.4 ESTUDIOS PREVIOS	8
I.5 FISIOGRAFÍA.....	12
I.6 MÉTODO DE TRABAJO	13
II. ESTRATIGRAFÍA.....	14
II.1 PALEOZOICO	16
II.1.1 CARBONÍFERO (MISISÍPICO INFERIOR).....	16
II.1.2 PÉRMICO INFERIOR	20
II.2 MESOZOICO	25
II.2.1 JURÁSICO SUPERIOR.....	25
II.2.2 CRETÁCICO INFERIOR	30
II.2.3 CRETÁCICO SUPERIOR	37
III. DISCUSIÓN	43
IV. CONCLUSIONES.....	47
V. BIBLIOGRAFÍA	48
VI. ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.....	6
Figura 2. Provincias Fisiográficas del Estado de Sonora (modificado de INEGI).	12
Figura 3. Representación gráfica de las modificaciones de las formaciones propuestas a partir de King (1939) por Palafox y Martínez (1985).	15
Figura 4. Vista del cerro Peñasco Blanco.....	17
Figura 5. Sección Geológica de la formación Peñasco Blanco.....	18
Figura 6. Vista del Rincón de la Tescalama, viendo hacia el norte.....	18
Figura 7. Vista panorámica del cerro El Palmar, viéndolo hacia el este.....	21
Figura 8. Sección geológica de la Formación Palmar	21
Figura 9. Columna estratigráfica de la Formación Palmar	24
Figura 10. Pliegues en la formación Tarachi.....	27
Figura 11. Amonita <i>Subdichotomoceras</i> sp.	28
Figura 12. Sección geológica de la formación Tarachi.....	28
Figura 13. Columna estratigráfica de la formación Tarachi	29
Figura 14. Sección Geológica de la Unidad Inferior del grupo Arivechi	32
Figura 15. Sección geológica de la Unidad media y superior del grupo Arivechi.....	35
Figura 16. Columna estratigráfica del grupo Arivechi	36
Figura 17. Sección geológica de la Unidad inferior de Formación Potrero.....	38
Figura 18. Sección geológica de la Unidad superior de Formación Potrero	39
Figura 19. Columna Estratigráfica de la Formación Potrero	42
Figura 20. Tabla estratigráfica de la región de Arivechi, Sonora, México.....	62

RESUMEN

Se presenta una revisión de la nomenclatura estratigráfica y algunas revisiones a la cartografía geológica, presentada con anterioridad, en el Cerro de Las Conchas y en el Cerro El Palmar en la región de Arivechi, Sonora, México.

Se presenta una revisión exhaustiva de todos los nombres de unidades y formaciones litoestratigráficas mencionadas en la literatura desde el año 1866 hasta la actualidad.

Se realizó una discusión sobre la formación Peñasco Blanco, formación Palmar, formación Tarachi, grupo Arivechi, formación Potrero y se propone una nomenclatura que vaya acuerdo a su uso.

Se presenta una tabla y un mapa actualizado donde se incluye los nombres de todos los autores que han propuestos nombres de unidades y formaciones.

I. GENERALIDADES

I.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

La zona de estudio, se localiza en la carta H12-D56: Arivechi (INEGI; 2004) y está limitado por las siguientes coordenadas geográficas:

28° 51' 00" y 29° 0' 0" de latitud norte.

109° 02' 0" y 109° 9' 0" de longitud oeste.

El área de estudio, se encuentra situado en la porción centro-oriental del Estado de Sonora, aproximadamente a 7 km al oriente de Arivechi y cubre una superficie de aproximadamente de 240 km², (Figura 1).

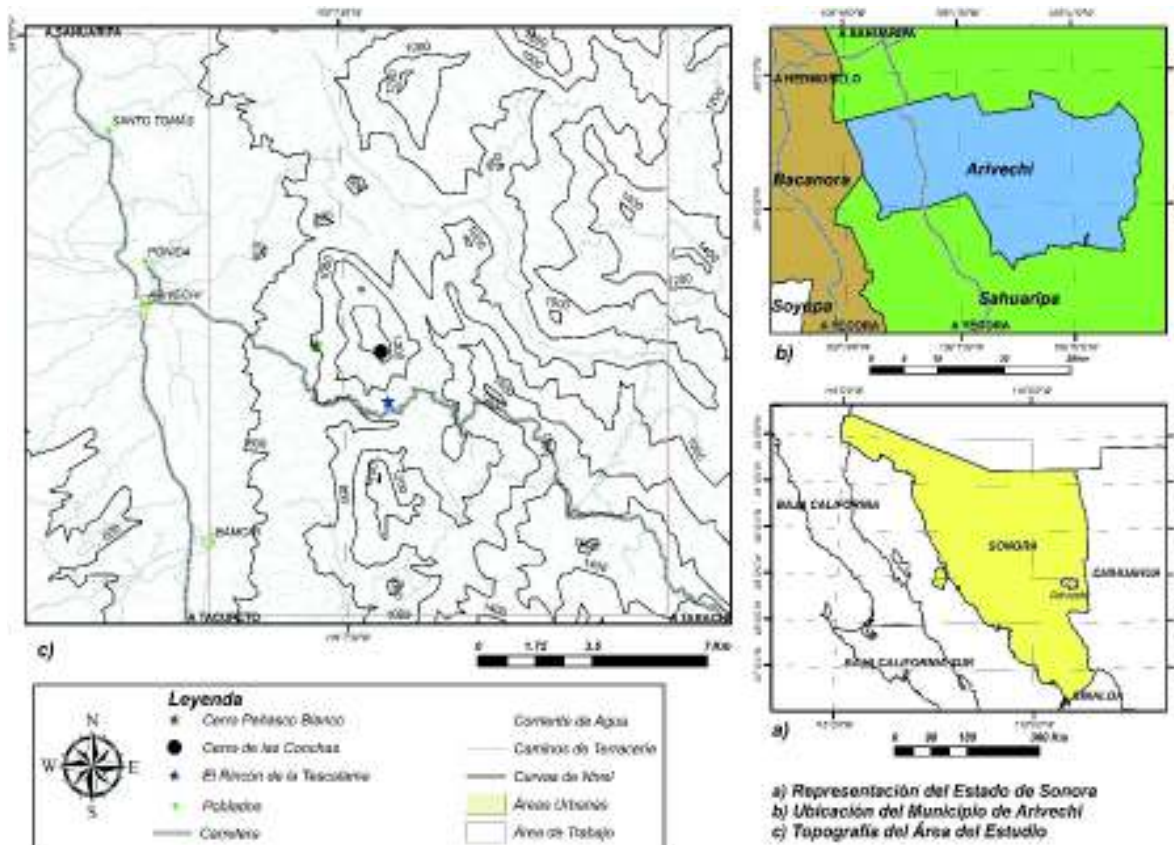


Figura 1. Localización del área de estudio.

I.2 VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO

El poblado de Arivechi, Sonora se encuentra a 231 km al oriente de Hermosillo, Sonora. Partiendo de dicha ciudad se encuentra la carretera estatal No. 104 con una distancia de 215 Km, hasta el pueblo de Sahuaripa. Se toma la carretera No. 117 a 16 km (según Google Maps) al sur hasta llegar al pueblo de Arivechi, Sonora (Ver Figura 1).

I.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO

En el presente estudio se plantea la revisión de los nombres formacionales e integrar y dar a conocer los nuevos datos geológicos y paleontológicos de algunas unidades estratigráficas de las formaciones geológicas de la región de Arivechi, Sonora.

Los principales objetivos particulares de este trabajo son:

- 1) Discutir los nombres de las formaciones que han generado controversia y mal uso, y utilizar el más adecuado, según su litología y edad.
- 2) Plantear propuestas de nombres formacionales según su utilización.

I.4 ESTUDIOS PREVIOS

El trabajo más antiguo realizado en el área de Arivechi fue llevado a cabo por Remond en 1866, quien efectuó un estudio geológico de exploración en el noroeste de México y recolectó la fauna de las rocas cretácicas del Cerro de Las Conchas. King (1939), menciona que Remond (1866) fue quien descubrió esta área y sostuvo que la secuencia fosilífera está descansando sobre una capa de arenisca, siendo suprayacida por calizas, ambas capas de una edad Cretácico Inferior.

Gabb (1869), estudió la fauna fósil recolectada por Remond (1866), y le asignó una edad Cretácico Inferior, a la vez que correlacionó la secuencia mencionada con el Cretácico Inferior de Texas.

King (1939), realizó un trabajo de reconocimiento geológico regional en Sonora central. El plantea en su trabajo, la primera división del Cretácico Inferior, proponiendo los nombres de Formación Palmar y Formación Potrero. La Formación Palmar la divide en cinco unidades litológicas distintas (King *op cit.*), sobresaliendo en su descripción una unidad de calizas masivas con un espesor de aproximadamente 700 metros. La Formación Potrero la describe como una secuencia de lutitas localmente fosilíferas, estratificaciones delgadas de calizas cafés y flujos penecontemporáneos de andesitas.

Himanga (1977), llevó a cabo un trabajo de reconocimiento geológico en la Sierra Chiltepín y describe una secuencia compuesta de rocas sedimentarias del Cretácico Inferior a la que dividió en cinco miembros, tres de los cuales, los correlaciona con tres de las unidades que King (1939) describe en la Formación El Palmar.

Flinn (1977), asegura que el Cerro El Macho, al NW del Cerro de Las Conchas, es un bloque exótico con estratos del Cretácico Inferior descansado sobre las rocas volcánicas del Cretácico Superior – Paleoceno, también afirma que los pliegues y cabalgamientos de rocas hacia el oeste son postcretácicos y que las fuerzas tensionales en el Eoceno – Oligoceno hundieron al cerro El Macho preservándolo de la erosión.

Palafox *et al.* (1984), reportan por primera vez un afloramiento de calizas de edad Misisípico medio, en la parte centro-occidental del área de estudio en el cerro Peñasco Blanco, cabalgando sobre lutitas calcáreas del Cretácico Inferior.

Almazán y Palafox (1985), describieron más especies de fósiles cretácicos del Cerro Las Conchas como: *Parasmilia texana* Roemer, *Tetragramma malbosii* Agassiz, *Engonoceras gibbosum* Hyatt, *Homomya* sp., *Unio hubbardii* Gabb, *Tylostoma elevatum* Shurmdard, *Tylostoma kentense* Stanton, *Pinna equivillana* Anderson, *Pecten (Neithea) texanus* Roemer, *Caprinuloidea lenki* Böhm, *Cassiope zebra* Gabb, y diversas especies del género *Engonoceras*. Este conjunto de fósiles indica un rango Aptiano-Albiano (Cretácico Inferior).

Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985), redefinieron la Formación Palmar de edad Cretácica y la Formación Potrero propuesta por King (1939) de edad Jurásica y nombraron el grupo Arivechi para referirse a rocas del Cretácico Inferior que afloran en el cerro Las Conchas. La Unidad Inferior está representado por un conglomerado polimítico con clastos de calizas fosilíferas, pedernal y andesitas; la Unidad Media está constituida por lutitas y areniscas calcáreas con abundantes fósiles, siendo correlacionables con la Formación Morita del Grupo Bisbee y la Unidad Superior está compuesta por calizas masivas y es correlacionable con la Caliza Mural del Grupo Bisbee. Estos autores reconocen por primera vez la presencia de *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* Roemer y *Caprinuloidea* sp., proporcionando una edad del Cretácico Temprano en base a la asociación faunística anterior.

Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985), proponen el nombre de formación Las Cúmaras para una secuencia de lutitas, limonitas y areniscas de edad Cretácico Temprano que afloran al este de Arivechi, Sonora.

Minjarez *et al.* (1985) dan una edad absoluta a la Formación Palmar por la presencia de los fusulínidos *Schubertella* sp. y *Schwagerina* sp. del Pérmico inferior.

Pubellier (1987), menciona que la Formación Palmar referida por Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985), es pre-jurásica. También menciona que los belemnites

encontrados por Almazán y Palafox (1985) están mal conservados para poder determinar la edad de estas rocas.

Fernández y Almazán (1991), publican la Carta Geológica Arivechi por parte de la Dirección General de Fomento Minero en conjunto al Instituto de Geología, donde aparecen nuevas formaciones: formación El Palmar (Precámbrico), formación Peñasco Blanco (Misisípico), formación Zoropuchi (Jurásico), formación Tarachi (Jurásico), Formación Morita (Cretácico), Caliza Mural (Cretácico) y Formación Cintura (Cretácico).

Monreal (1995), establece la presencia de la Formación Mural en el Cerro las Conchas, de lo que publicaron Fernández y Almazán en 1991.

Fernández y Almazán (1996), publican el informe de la Geología y Yacimientos Minerales de la carta Arivechi, Sonora, México; donde dan a conocer las diferentes formaciones con sus descripciones de cada una de ellas.

Monreal (1997), considera que la secuencia del Cretácico Inferior en el Cerro las Conchas en Arivechi, está invertida y la correlaciona con la formación U-Bar del suroeste de Nuevo México; al igual con la Caliza Mural del Grupo Bisbee.

Monreal y Longoria (2000), afirman que la mayoría de las rocas del Cretácico Inferior en Sonora forman parte del Grupo Bisbee que aparece en el sur de Arizona, y que fueron depositadas dentro de una cuenca considerada como una prolongación del Golfo de México hacia Texas, Nuevo México, Arizona y Sonora.

Almazán y Palafox (2000), corrigen la edad de la formación Las Cúmaras a la que se le consideraba de edad Cretácico Temprano al Jurásico Tardío (Kimmeridgiano).

Almazán (2001), propone utilizar el nombre de formación Las Conchas para designar a una secuencia samítica de 800 metros de espesor y coronada por 150 metros de una brecha sedimentaria que es equivalente a la formación Las Cúmaras de Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985).

Rivera (2007), menciona 2 nuevas unidades informales que son: la Unidad Bacahuachi y la Unidad Cerró Colorado y propone no usar el término Formación Potrero por ambiguo.

Scholz (2008), compara las descripciones estratigráficas de los trabajos de Pubellier (1987) con el de Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985) y Monreal (1997), dando a conocer nuevas formaciones informales.

Weller (2008), compara la estratigrafía propuesto por Ransome (1904) con la de King (1934); King (1939); Palafox *et al.* (1984); Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985); Pubellier (1987) y Monreal (1997), y propone nuevas formaciones informales.

García y Barragán y Jacques (2011), siguen considerando a las formaciones propuestas por King (1939).

Reyes (2015), da a conocer 58 especies de fósiles en el Cerro de Las Conchas, distribuidas en 6 filos; una especie para cada uno de los filos Protozoa, Annelida y Porifera; 4 para el filo Cnidaria; 49 especies del filo Mollusca, 2 para el filo Echinodermata. Estudio taxonómicamente un total de 448 ejemplares y organizó una colección denominada "Colección Cerro de Las Conchas (CCC)".

Rodríguez *et al.* (2015) mencionan que las rocas en Arivechi, de acuerdo con su litología y grado de deformación, se pueden dividir en dos unidades: la Unidad Cañada de Tarachi y la Unidad El Potrero Grande. Sostienen que la secuencia volcano-sedimentaria del Cretácico Superior tiene más de 6 km de espesor y consiste básicamente de una secuencia de toba riolítica, andesita, conglomerado, arenisca, limolita y lutita que fueron depositadas en la cuenca tras-arco de Arivechi.

I.5 FISIOGRAFÍA

El Estado de Sonora se encuentra comprendido dentro de cuatro provincias fisiográficas, denominadas como: Sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras Sonorenses, Sierras y Llanuras del Norte, correlacionable con la provincia “Sierras y Valles Paralelos” del sur del estado de Arizona en Estados Unidos y Llanura Costera del Pacífico.

El área de estudio se ubica dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, como se aprecia en la Figura 2.

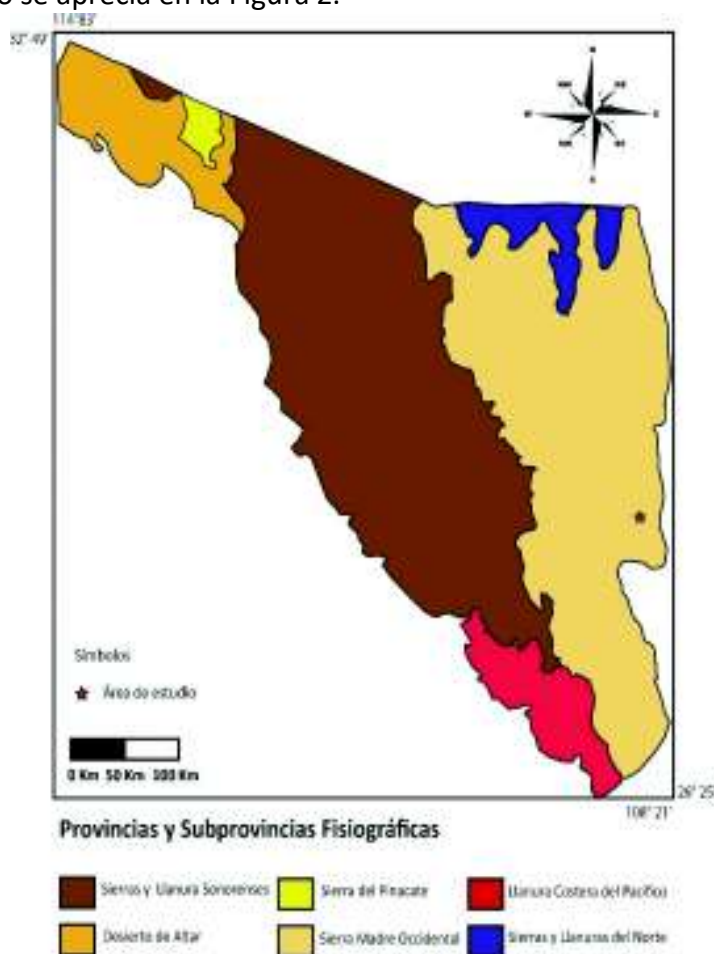


Figura 2. Provincias Fisiográficas del Estado de Sonora (modificado de INEGI).

I.6 MÉTODO DE TRABAJO

Este trabajo se llevó acabo en las siguientes fases:

1. Trabajo de Campo

En esta fase se efectuaron salidas al campo para el reconocimiento de las áreas de interés y se recolectaron 35 muestras para el reconocimiento de las formaciones que afloran en el área de estudio.

2. Trabajo de Gabinete.

Durante esta etapa, se recopilaron, se leyeron bibliografía y se estudiaron trabajos geológicos previos de la región del Cerro de Las Conchas, y en algunas otras áreas cercanas, que presentaron interés de estudios.

3. Análisis de Nombres.

Se analizaron los distintos nombres formacionales del sector de estudio.

II. ESTRATIGRAFÍA

Al este de Arivechi, Sonora, México afloran secuencias sedimentarias y volcánosedimentarias de edades paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas. El Paleozoico superior está representado por la formación Peñasco Blanco de una edad misisípica, esta edad se determinó con el coral *Amplexizaphrentis clinatus* (Greene) y el Braquiópodo *Brachytyrina* sp. (Palafox *et al.*, 1984; Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985; Minjarez *et al.*, 1985) y la formación Palmar del Pérmico Inferior. Esta formación se ha dividido en dos unidades: la Unidad Inferior, compuesta por intercalaciones de areniscas y dolomías y la Unidad Superior formada por lutitas, calizas y dolomías masivas (Martínez y Palafox, 1985 y Palafox y Martínez, 1985).

El Jurásico Superior está representado por la formación Tarachi (formación Las Cúmaras de Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985) que está constituida por lutitas, limolitas y areniscas fuertemente plegadas, en la cima de la formación cuya relación estratigráfica con las formaciones subyacentes y suprayacente no han sido precisadas. La edad de esta formación fue dada en base al conjunto faunístico de belemnites y amonitas (Almazán y Palafox, 2000 y Palafox, 2001).

Las rocas del Cretácico Inferior, denominadas informalmente como grupo Arivechi (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985), fueron divididas en tres unidades: la Unidad Inferior, constituida por un potente conglomerado que pasa transicionalmente a la Unidad Media formada principalmente por lutitas y areniscas calcáreas fosilíferas; la Unidad Superior está integrada por calizas masivas con foraminíferos, subyaciendo a calizas con orbitolinas.

El Cretácico Superior se presenta como una secuencia volcánico-sedimentaria que consiste de intercalaciones de lutitas, tobas cristalinas, areniscas y dique-estratos de andesitas; a este conjunto litológico se le ha denominado formación Potrero, en una

redefinición informal al término que propuso King (1939) quien le asignó una edad Cretácico Inferior.

Las rocas jurásicas y cretácicas presentan una fuerte deformación compresiva, por lo que se propone la aloctonía de la formación Peñasco Blanco, formación Tarachi y formación Palmar, considerándose de esta manera al grupo Arivechi como un posible autóctono.

La región se consideró afectada por un periodo de deformación distensiva, que provoca fallamiento de tipo normal, con una orientación NNW-SSE. Posterior a todos los eventos, se depositó en forma discordante la Formación Báucarit del Mioceno - Plioceno.

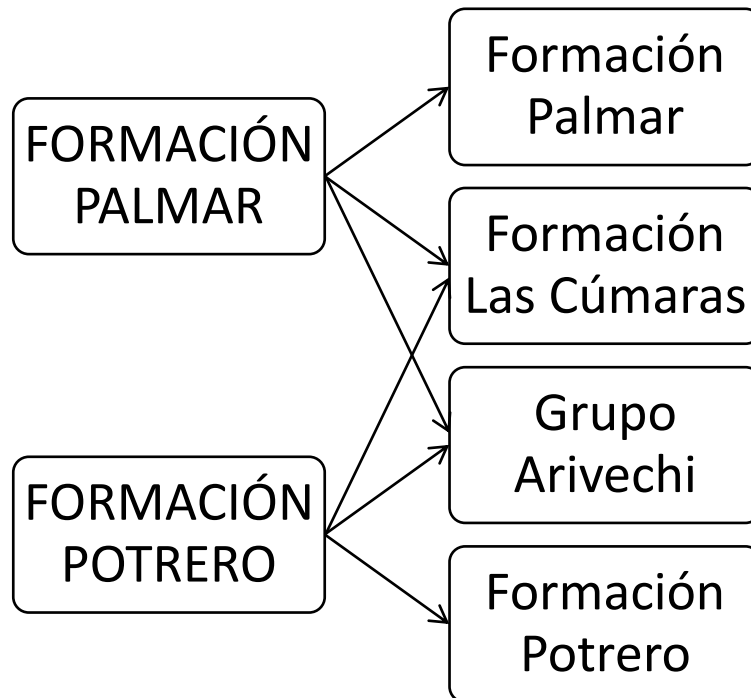


Figura 3. Representación gráfica de las modificaciones de las formaciones propuestas a partir de King (1939) por Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985).

II.1 PALEOZOICO

II.1.1 CARBONÍFERO (MISISÍPICO INFERIOR)

formación Peñasco Blanco

Sección Tipo:

La sección tipo se encuentra en las coordenadas UTM: 3200027, metros norte; 681313, metros este y 3200547, metros norte; 682381, metros este.

Descripción de La Unidad:

La litología está representada por una caliza fosilífera de color gris claro en superficie intemperizada y color negro en superficie fresca. Los estratos son gruesos, bien expuestos y forman un abrupto escarpe en el Cerro Peñasco Blanco; en ellas se observan restos de braquiópodos, tallos de crinoideos y corales (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985). Aflora en distintas partes del área del Cerro de Las Conchas como pequeños bloques aislados, así como en el Rincón de la Tescalama; donde este afloramiento presenta la misma litología del cerro Peñasco Blanco de calizas grises, masivas y bien expuestas.

Antecedentes Históricos:

Palafox *et al.* (1984) reportan por primera vez un afloramiento de calizas en el cerro Peñasco Blanco, después, Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985), propusieron la formación Peñasco Blanco para designar a una secuencia calcárea de edad Misisípico medio, cuyo afloramiento típico se encuentra en el cerro Peñasco Blanco. Fernández y Almazán (1991, 1996) asumen el nombre de esta formación propuesto por Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985) y le asignan una edad del Misisípico inferior mediante fauna de conodontos. Scholz (2008) y Weller (2008), toman el nombre de formación Peñasco Blanco y le asignan una edad de 345 a 326 millones de años (Misisípico medio). Rodríguez *et al.* (2015, 2018a y 2018b) nombra a esta formación como unidad Cañada de Tarachi informalmente y le asigna una edad Cretácico Tardío.

Palafox *et al.* (2015), reportan un nuevo afloramiento del Cretácico Inferior en el camino Arivechi-Tarachi, en el lugar denominado Rincón de la Tescalama, ubicado en las coordenadas UTM: 684176 m. Este; 3198428 m. norte, en la parte SE del Cerro de Las Conchas (cabe mencionar que este estudio se realizó en las rocas que afloran sobre el camino). El autor de esta tesis realizó un muestreo en esta área, pero más arriba del estudio que realizó Palafox *et al.* (2015) donde se encontraron conodontos con la ayuda de la Dra. Pilar Navas-Parejo, dando una edad del Misisípico Inferior.

Relaciones Estratigráfica:

El bloque más importante, por su espesor y extensión se ubica al oeste del Cerro de Las Conchas (ver figura 4). El espesor de esta secuencia es aproximadamente de 80 metros en su afloramiento más importante.

El límite inferior de la formación Peñasco Blanco es un contacto estructural con la unidad media del grupo Arivechi (Ver figura 5). El límite superior no está presente en el área.

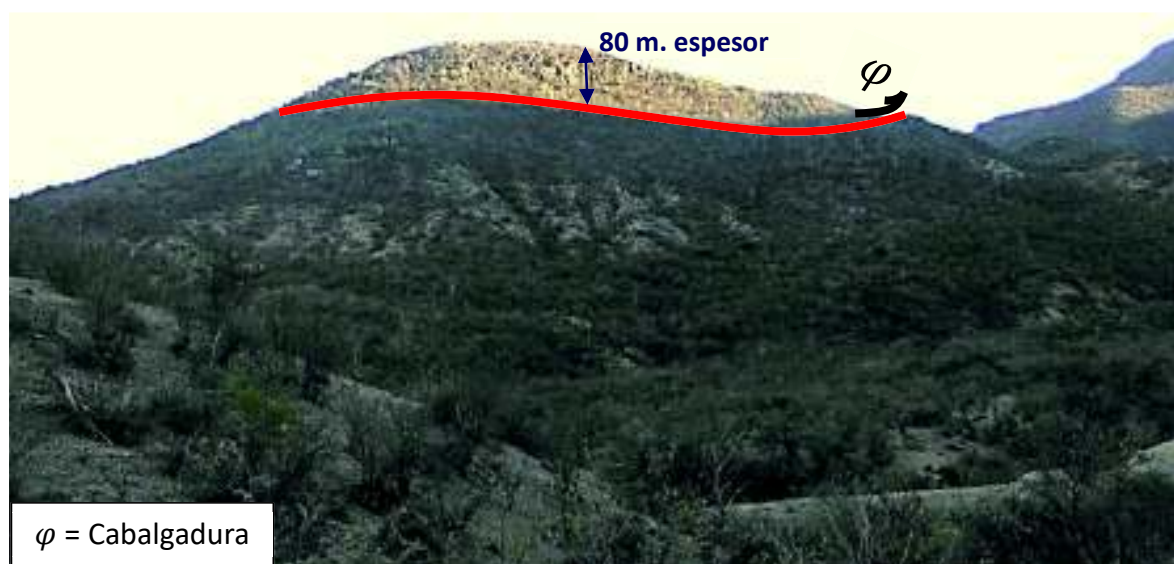


Figura 4. Vista del cerro Peñasco Blanco, viendo hacia el norte, a 7 km al este Arivechi; obsérvese la extensión y el espesor.

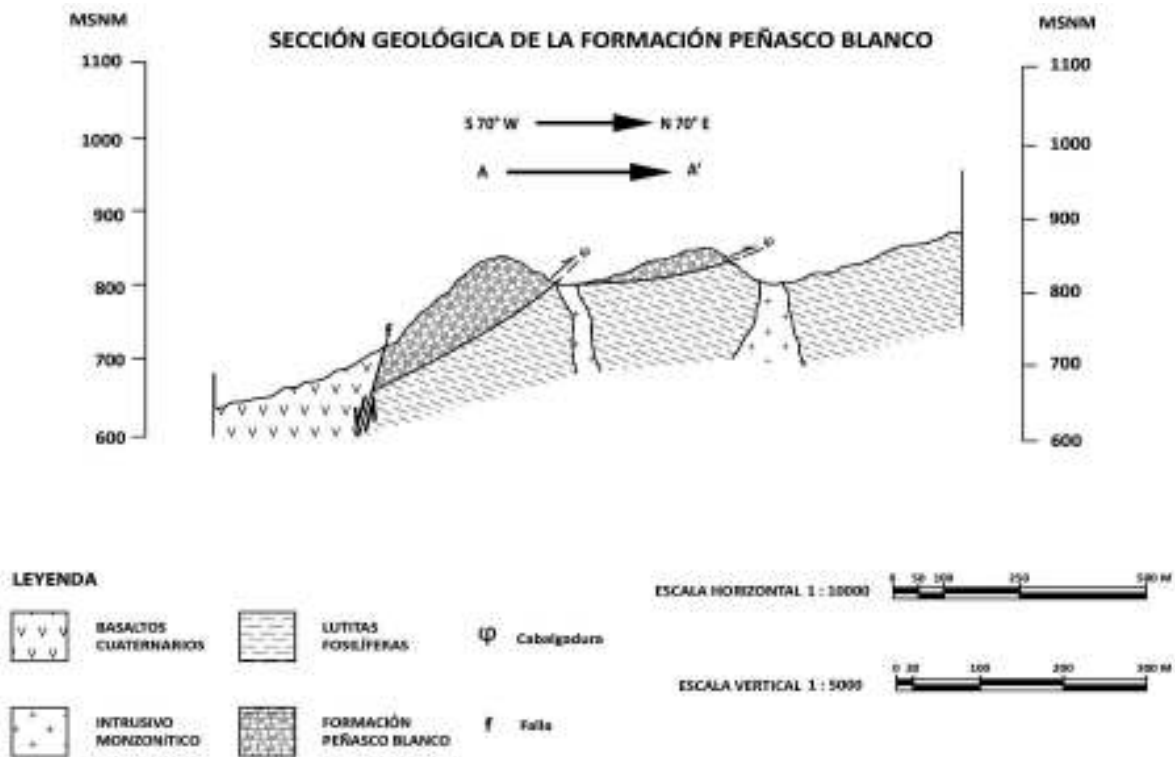


Figura 5. Sección Geológica de la formación Peñasco Blanco. Modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

Para la parte del Rincón de la Tescalama se observa una potente secuencia de 370 m aproximadamente, donde se encuentra en contacto por cabalgadura por la secuencia misisípica (formación Peñasco Blanco) ver figura 6.

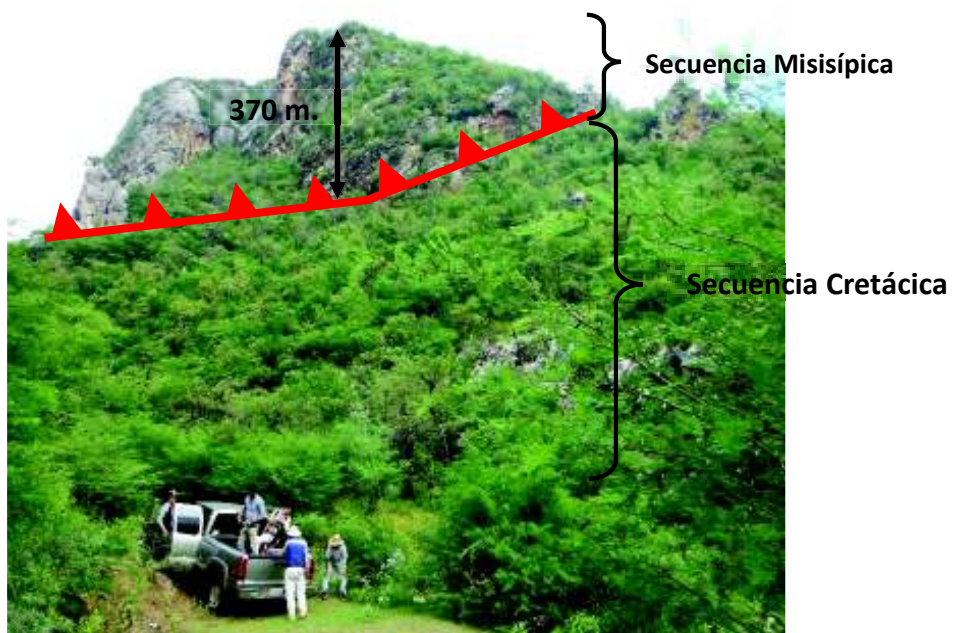


Figura 6. Vista del Rincón de la Tescalama, viendo hacia el norte.

Edad:

Palafox *et al.*, (1984); Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez, (1985) y Minjarez *et al.*, (1985) le asignan a esta formación una edad Misisípico medio y fue determinado con el coral *Amplexizaphrentis clinatus* (Greene) y el braquiópodo *Brachytyrina* sp.; Fernández y Almazán (1996) en la publicación No. 18 de la Dirección General de Fomento Minero, asignan una edad del Misisípico inferior (parte superior del Kinderhookiano y la base del Osageano) en base algunas especies de conodontos del cerro Peñasco Blanco. Mediante un estudio de conodontos que se hicieron, gracias a la ayuda de la Dra. Pilar Navas-Parejo (2017), en esta formación (en el cerro Peñasco Blanco y en el Rincón de la Tescalama), nos arrojó una edad de Misisípico inferior (mediante el conodonto *Gnathodus punctatus*), lo cual se considera en este trabajo.

Palafox *et al.* (2015) reportaron sobre el camino (Arivechi - Tarachi) en el lugar denominado Rincón de la Tescalama, la presencia de fósiles de *Coalcomana Ramosa* (Boehm) en la base del afloramiento, hacia la cima *Orbitolina texana* (Roemer) y *Dictyoconus* sp. del Cretácico Inferior (Aptiano - Albiano), este afloramiento fue considerado de una edad misisípica por Pubellier (1987) y como un alóctono. Las asociaciones faunísticas permiten asignarle una edad Aptiano - Albiano como un autóctono relativo y cabalgada por la secuencia misisípica (ver figura 6).

II.1.2 PÉRMICO INFERIOR

Formación Palmar

Sección Tipo:

La sección tipo se encuentra entre los cerros el palmar y la agujita; con las coordenadas UTM: 3196767.00 metros norte; 683859.00 metros este y 3194283.00 metros norte; 684197.00 metros este.

Descripción de La Unidad:

Esta secuencia aflora en el Cerro El Palmar y el Cerro La Agujita. Hacia el norte, se encuentra su límite inferior y está limitada por una cabalgadura con la formación Tarachi (formación Las Cúmaras; Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985); hacia el oriente y occidente se encuentra en contacto discordante con la formación Potrero y no concordante como lo dice King (1939); y discordante por tobas riolíticas del eoceno-oligoceno (según Terán y Orantes, 2004). Así mismo, estas rocas fueron afectadas por intrusivos de composición monzonítico (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985) y granítico-diorítico (según Solana, 2000); Buitrón y Gómez (2003) mencionan que esta formación consiste de calizas masivas, conglomerados y andesitas. Los estratos que se presentan, tienen una orientación NE 60° SW y un echado promedio de 25° hacia el sureste.

La formación Palmar fue dividida en dos unidades por Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985), las cuales presentan características que las distinguen en el terreno.

- **Unidad Inferior**

La litología está formada por interestratificaciones de areniscas y dolomías. Los afloramientos de dolomías son estratos delgados a gruesos, encontrándose bien expuestos. Los estratos de areniscas son delgados y están fuertemente fracturados, formando paquetes de intercalaciones con las dolomías, conformado acantilados muy evidentes en la parte norte del cerro El Palmar (ver figura 8). El espesor de la unidad inferior es de aproximadamente 570 m.



Figura 7. Vista panorámica del cerro El Palmar, viéndolo hacia el este.

- **Unidad Superior**

La litología de esta unidad consiste en un paquete de lutitas, calizas y dolomías.

Los afloramientos de lutitas están pobremente expuestos, presentándose como estratos delgados de una coloración rosada, los estratos de calizas son delgados pobremente expuestos de la misma coloración y los estratos de dolomías son gruesos, formando crestones prominentes en el cerro La Agujita. El espesor de la unidad superior es aproximadamente 300 m.



Figura 8. Sección geológica de la Formación Palmar. Modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

El límite inferior de esta unidad es concordante con la unidad inferior; el contacto superior no fue definido, pues continúa aflorando fuera del área de estudio.

Antecedentes Históricos:

King (1939), propuso este término para describir una secuencia conformada por intercalaciones de lutitas, areniscas y calizas. Le asignó una edad de Cretácico Inferior en base a la amonita *Phylloceras* sp. Esta formación toma su nombre del cerro El Palmar, localizado al este del poblado de Bamori, Sonora. Dicho autor propuso cinco unidades litológicas, numeradas del 5 al 1, de la cima a la base para la formación Palmar:

- Unidad 5: alternancia de lutitas, estratificaciones delgadas de cuarcitas y limolitas, espesor aproximado de 400 m.
- Unidad 4. caliza masiva; espesor aproximado de 730 m.
- Unidad 3. lutitas con estratificación delgada, areniscas y densas calizas conteniendo en algunas partes *Phylloceras* sp. del Albiano; espesor aproximado de 216 m.
- Unidad 2: conglomerado masivo; espesor aproximado de 330 m.
- Unidad 1: areniscas arcillosas no fosilíferas.

Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) y Minjarez *et al.* (1985), proponen algunas modificaciones a la secuencia estratigráfica propuesta por King, tomando como base una relación de observaciones hechas en el terreno, en la unidad ya descrita.

- a).- La posición estratigráfica de la Unidad 4 es incorrecta. Aflora solo una parte de ella dentro del área de estudio; los autores observaron dicha unidad hasta la cima de la secuencia del cerro el Palmar obteniendo un espesor menor al propuesto por King (1939).
- b).- La Unidad 2 de King no forma parte de la formación Palmar. En la parte oriental de la Cañada Tarachi, únicamente se observó un contacto estructural con la formación Tarachi (formación Las Cúmaras de Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985).

Edad:

King (1939) le asignó una edad Albiano en base a *Phylloceras* sp. aff *forbesianum* D'Orbigny. Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) sostienen en su tesis que esta secuencia pudiera ser de paleozoica pero no encontraron evidencias fosilíferas, por lo que decidieron asignarle la edad de cretácica que propuso King (1939). Minjarez *et al.* (1985), reportaron las especies de fusulínidos *Schubertella* sp. y *Schwagerina* sp. del Pérmico inferior, lo cual indica una edad paleozoica para esta secuencia. Pubellier (1987) menciona que la Formación Palmar es de edad Pérmico inferior (Artinskiense); Fernández y Almazán (1991, 1996) reportan en la carta geológica Arivechi de esta formación de edad Precámbrico. Scholz (2008) y Weller (2008) proponen en su trabajo de tesis, el término formación Palmar incluyendo a la secuencia de la formación las Cúmaras y asignándole una edad de jurásico - cretácico.

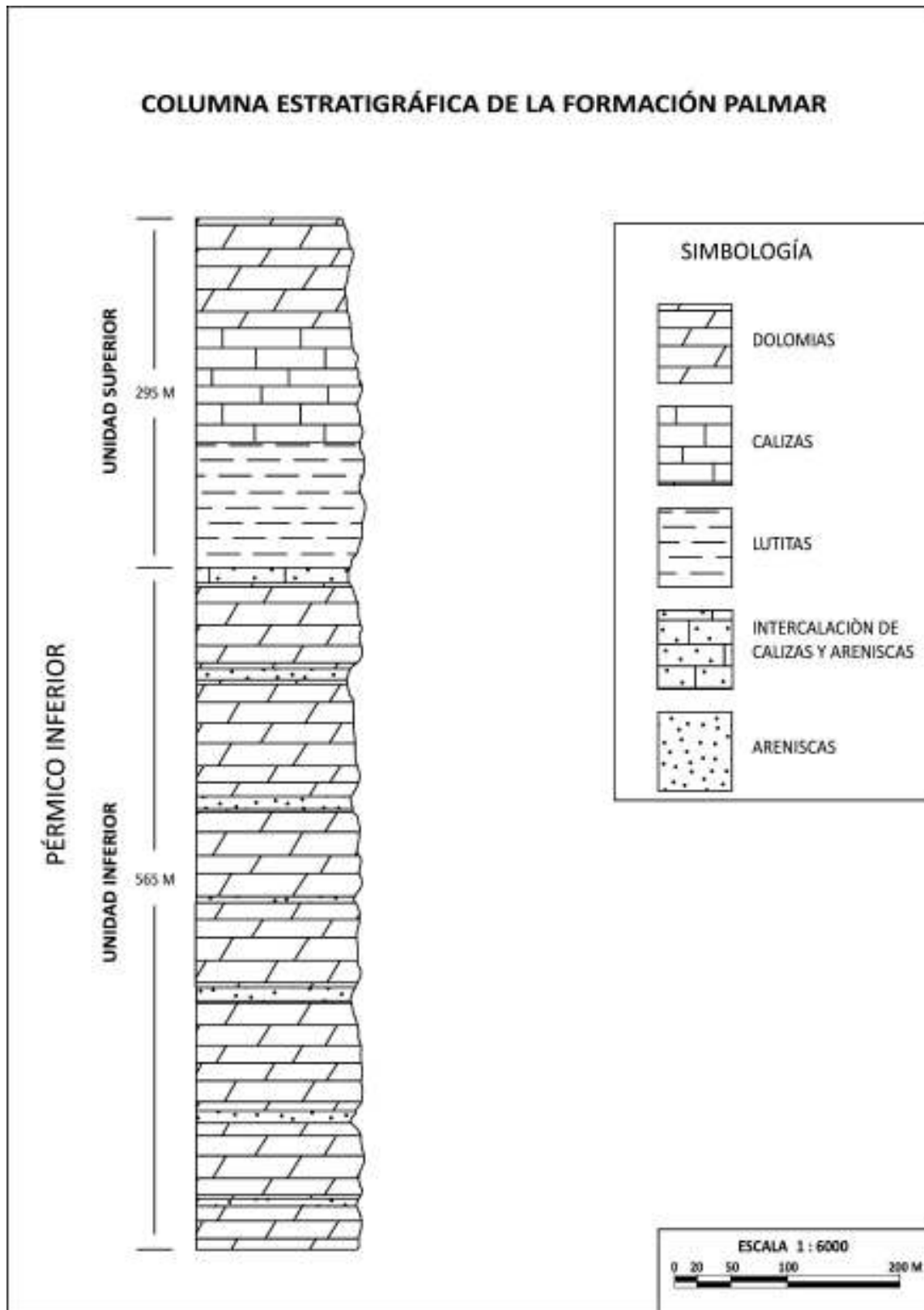


Figura 9. Columna estratigráfica de la formación Palmar. Modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

II.2 MESOZOICO

II.2.1 JURÁSICO SUPERIOR

formación Tarachi

En este trabajo de tesis se propone el termino formación Tarachi (informalmente) por Fernández y Almazán (1991, 1996); aceptando la definición por Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985) a lo que llamaron formación las Cúmaras y se desechan las unidades y formaciones propuestas por Almazán (2001); Rivera (2007); Weller (2008) y Scholz (2008) por ser erróneas en términos cronoestratigráficos de la secuencia en discusión. La sección tipo se encuentra en las coordenadas UTM: 3197380.00 metros norte; 681667.00 metros este y 3199557.00 metros norte; 683688.00 metros este.

Descripción de La Unidad:

Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) y Minjarez *et al.* (2002), describen a esta unidad como una secuencia detrítica con areniscas a la base e intercaladas con limolitas. Las areniscas son de grano fino a medio en un matriz calcárea de color café amarillento, que intemperiza a café; ocasionalmente se presentan intercaladas con lutitas laminares de aspecto físil, a las que se les observan un carácter carbonoso, localmente tiene un aspecto de pizarra en tanto que la limolita es de color gris oscuro. Esta secuencia está bien expuesta en estratos gruesos en el arroyo cañada de Tarachi.

La fauna fósil presente está constituida por belemnites *Hibolites* sp. (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985 y Pubellier, 1987) y amonitas del genero *Subdichotomoceras* sp. (Almazán, 2001 y Minjarez *et al.* 2002), muy mal preservado y recristalizadas.

El contacto inferior es tectónico, encontrándose a la formación Tarachi cabalgando sobre el grupo Arivechi (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985); observaciones recientes parecen indicar que la unidad conglomeratica, base del grupo Arivechi (cronoestratigráficamente equivale al Conglomerado Glance del Grupo Bisbee). Forma

pequeñas ventanas estructurales a lo largo de la carretera Arivechi – Tarachi y en el arroyo cañada de Tarachi.

Antecedentes Históricos:

King (1939), hace la primera división del Cretácico Inferior, en la secuencia del Cerro de Las Conchas, proponiendo dos formaciones; formación Palmar (esta formación ya se describió anteriormente en este trabajo) y formación Potrero, describiéndola como una secuencia de lutitas localmente fosilíferas, estratificaciones delgadas de calizas café y flujos penecontemporáneos de andesitas. Martínez y Palafox, (1985); Palafox y Martínez (1985) dividen a la formación Potrero propuesta por King (1939) y nombran informalmente tres unidades que son: formación Las Cúmaras, grupo Arivechi y formación Potrero (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985).

Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) propusieron el término formación Las Cúmaras y constituido por una secuencia de areniscas, lutitas y limolitas suprayacidas por una potente brecha sedimentaria (ver figura 12), pero se tomará en cuenta el nombre informal de formación Tarachi de Fernández y Almazán (1991, 1996) por haber reportado el amonita *Sudichotomoceras* sp.

Relaciones Estratigráficas:

El espesor de la unidad es de aproximadamente 550 m. (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985). El ambiente de esta unidad se relaciona con depósitos de abanicos submarinos (Minjarez *et al.*, 2002).

Esta secuencia se encuentra aflorando al este, a 11 km al oriente de Arivechi (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985), se puede observar excelentemente en la cañada de Tarachi (Fernández y Almazán, 1991, 1996; Almazán y Palafox, 2000), en el camino Arivechi – Tarachi (ver figura 10), en el rancho El Parajito, rancho Las Cúmaras (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985).



Figura 10. Pliegues en la formación Tarachi, A) sobre el camino Arivechi - Tarachi; B) sobre el Arroyo Tarachi sur.

Edad:

De acuerdo al contenido faunístico de esta unidad, Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) le asignan una edad Aptiano, en base al belemnites *Hibolites* sp. y después se le asignó una edad Kimmeridgiano por la presencia de la amonita *Subdichotomoceras* sp. (ver figura 11), en base a su posición estratigráfica (Almazán y Palafox, 2000 y Palafox, 2001). Minjarez *et al.* (2002) a su vez reporta una edad correspondiente al Jurásico – Cretácico. Es importante mencionar que el género *Subdichotomoceras* utilizado por Almazán y Palafox (2000) y Palafox (2001) como fósil índice del Kimmeridgiano, en realidad presenta un alcance estratigráficos más amplio, ya que estudios relativamente recientes (Sato y Taketani, 2008 Y Rogov y Zakharov, 2009) reportan especie de dicho género en rocas del Kimmeridgiano hasta el Berriasiano (Cretácico inferior). Debido a la asociación faunística con belemnites (Pubellier, 1987) y amonitas (Almazán y Palafox, 2000 y Palafox, 2001) se considera a esta formación de una edad Jurásico superior.



3 cm.

Figura 11. Amonita *Subdichotomoceras* sp.

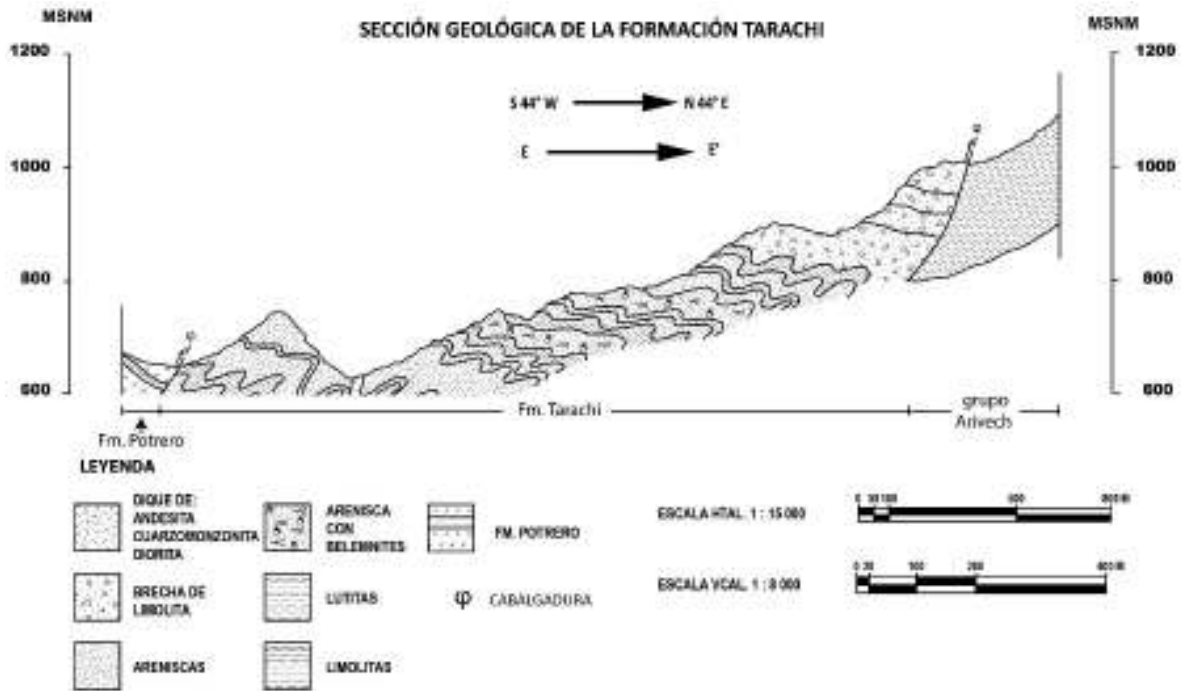


Figura 12. Sección geológica de la formación Tarachi. Modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN TARACHI

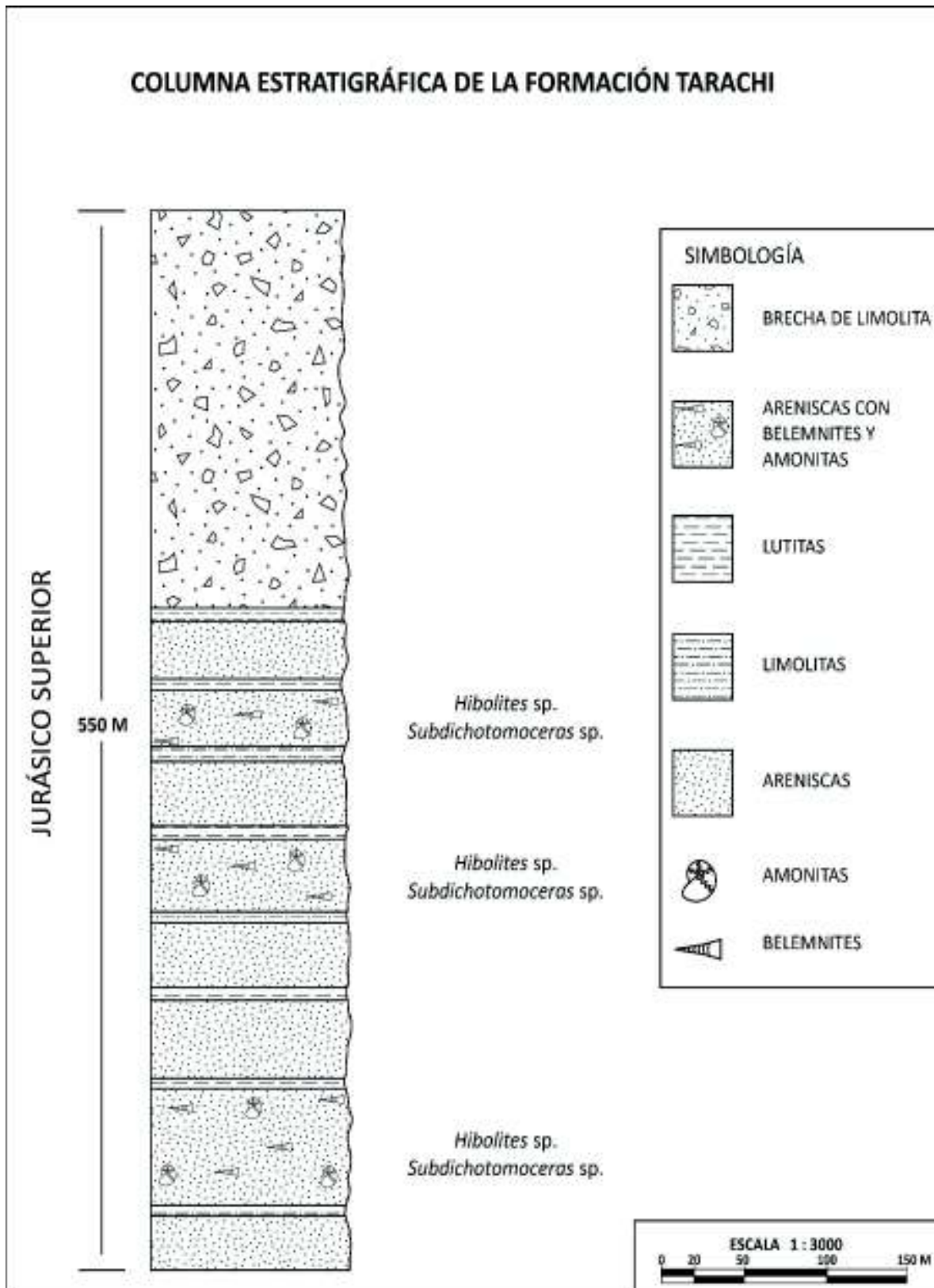


Figura 13. Columna estratigráfica de la formación Tarachi. Modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

II.2.2 CRETÁCICO INFERIOR

grupo Arivechi

La propuesta de King (1939) de la estratigrafía del Cretácico Inferior es errónea, ya que a la luz de nuevos datos se puede probar que confundió la mayor partes de las secuencias por considerarlas cretácicas. En este trabajo se decidió proponer informalmente el nombre del grupo Arivechi a la secuencia del Cretácico Inferior que aflora en el cerro de Las conchas, la sección tipo de este grupo se encuentra en las coordenadas UTM: 3203307 metros norte; 681543 metros este y 3203578 metros norte; 682828 metros este, de la unidad inferior, se considera el conglomerado que aflora en las coordenadas: 3201513 metros norte; 681963 metros este, donde se encuentra la cañada de La Bebelama y 3203321 metros norte; 682139 metros este, donde se encuentra el arroyo Zoropuchi y las coordenadas 3199329 metros norte; 681296 metros este y 3199143 metros norte; 682337 metros este, para la unidad media y superior.

Descripción de La Unidad:

- **Unidad Inferior**

La litología está constituida por un conglomerado polimíctico con clastos de calizas fosilíferas, areniscas, pedernal y andesitas. Los clastos de calizas contienen fragmentos de crinoideos, corales y braquiópodos. Esta unidad se presenta en estratos gruesos. La secuencia presenta esporádicos lentes de areniscas de grano grueso; dicho conglomerado esta intercalado con estratos gruesos de areniscas rojas de grano grueso y con una capa de calizas con abundantes restos de fósiles indiferenciados que afloran en la cañada de la Bebelama.

- **Unidad Media**

La litología está representada por una alternancia de areniscas, lutitas y calizas. En la base inicia con una secuencia de areniscas calcáreas, de color café claro al intemperismo y gris oscuro en superficie fresca. Las areniscas son de granos muy finos bien redondeados,

clasificados, en una matriz calcárea. Los afloramientos están pobremente expuestos con capas de estratificación gruesa y restos de moluscos. En la base, las areniscas están intercaladas con calizas, al parecer algáceas y lutitas laminares fosilíferas, ligeramente calcáreas. La parte media de esta unidad está constituida por lutitas calcáreas de color gris oscuro en superficie fresca, se presentan en estratos masivos sumamente fracturados con vetillas de calcita. Los afloramientos están muy bien expuestos, con pequeños horizontes de areniscas de grano fino y lentes de areniscas de grano grueso. Presenta una fauna abundante y variada, excelentemente bien preservada, en la que predominan pelecípodos, gasterópodos, cefalópodos y corales. Hacia la parte superior hay un cambio de facies bien marcado, junto a un depósito de calizas de color gris claro en intemperismo y gris oscuro en superficie fresca. Los estratos están regularmente expuestos y algunos cubiertos. Topográficamente estas capas forman escarpes pronunciados con una estratificación de gruesa a delgada, con fracturas rellenas de calcita y prolíficamente fosilíferas.

- **Unidad Superior**

La litología está representada en su base por una caliza de color gris claro en intemperismo y gris oscuro en fractura fresca, de estratificación masiva y con rudistas. En la parte superior de la unidad se encuentra una caliza masiva, con una coloración gris claro en intemperismo y gris oscuro en superficie fresca; con la presencia del fósil *Orbitolina (Mesorbitolina) texana*.

Antecedentes Históricos:

Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) proponen el termino de grupo Arivechi informalmente para denominar a una secuencia detrítico-carbonatada, compuesta en la base por un conglomerado que pasa transicionalmente a una intercalación de lutitas y areniscas calcáreas abundantemente fosilíferas, que subyacen a una caliza masiva con orbitolinas y rudistas.

Relaciones Estratigráficas:

La unidad inferior aflora en la parte central y norte del área de estudio; muy bien expuestos en el arroyo Tarachi y a lo largo del flanco oriental del cerro de Las Conchas, en donde forma escarpes y es cortada por una falla normal que la pone en contacto con la formación Potrero. Hacia el sur es cabalgada por la formación Tarachi (formación Las Cúmaras; Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985), al occidente del cerro de Las Conchas está en contacto con la formación Potrero por una falla normal (ver figura 14). Los estratos tienen una orientación general NW 30° SE y echado de 30° hacia el suroeste. El espesor de la unidad es aproximado de 450 m, aunque varía de un lugar a otro.

La base de la secuencia no aflora y el contacto superior es concordante y transicional a facies más calcáreas de la Unidad media. La Unidad inferior del grupo Arivechi es correlacionable con el Conglomerado Glance del Cretácico Inferior del Grupo Bisbee (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985) y Monreal *et al.* (2011) reporta en la sierra Basómari, una secuencia similar a la unidad inferior del grupo Arivechi.

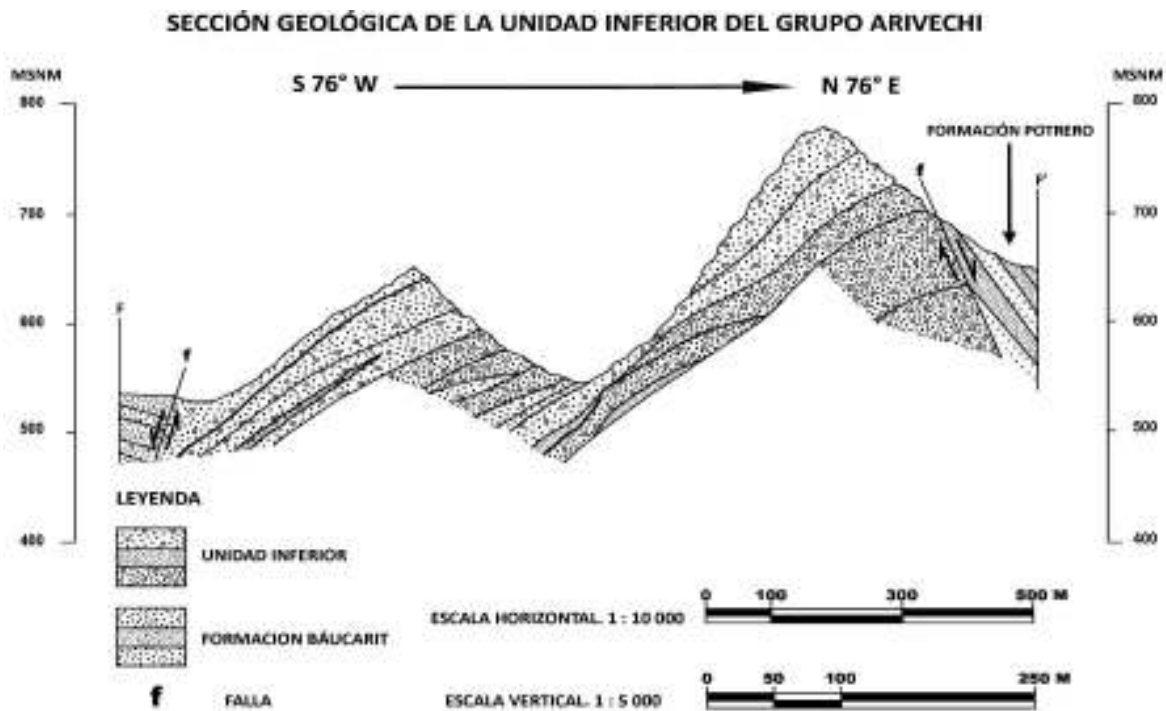


Figura 14. Sección Geológica de la Unidad Inferior del grupo Arivechi. Modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

La unidad media aflora en el flanco oeste del cerro de Las Conchas, extendiéndose en el arroyo de la Bebelama hasta 1 Km al sur del cerro Peñasco Blanco, de la cima de dicho cerro hasta los lomeríos redondeados que se encuentran cerca de su base, donde se observa en contacto tectónico con la formación Potrero. En la parte sur también se observa en contacto estructural con la formación Tarachi (formación Las Cúmaras; Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985) a lo largo del arroyo El Salto, sus estratos tienen un rumbo promedio NE 40° SW con un echado de 30° SE. Esta unidad tiene un espesor medido de 1100 metros (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985).

El contacto inferior es concordante y transicional con la unidad inferior. El límite superior es concordante con la Unidad Superior y está marcado por una topografía semiabrupta que forman unas calizas en estratos gruesos conteniendo *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) *texana* y *Caprinuloidea lenki*.

La unidad media es correlacionable con varias formaciones por su posición estratigráfica, contenido paleontológico y su conjunto litológico, las cuales son: el Grupo Bisbee de Arizona (Ransome, 1904); miembro Mina El Mezquite en la Sierra Chiltepín al oeste de Sahuaripa (Himanga, 1977); formación Temporales en la región de Arizpe (González, 1978); Formación Durán en la región de Lampazos (Herrera y Bartolini, 1983); Fernández y Almazán (1991, 1996) la consideran como la Formación Morita; Monreal (1995 y 1997) considera que estas zonas son de facies marinas de edad Aptiano – Albiano.

La unidad superior está expuesta a unos 100 metros hacia el norte del arroyo el Salto. Los estratos siguen un rumbo de NE 40° SW con un echado de 35° hacia al sureste. Los afloramientos están en contacto con la formación Tarachi, que cabalga al grupo Arivechi y su espesor de esta unidad fue estimado en 30 metros por Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

El límite inferior es concordante con las areniscas calcáreas fosilíferas que conforman la parte superior de la Unidad media. Su contacto superior se encuentra cubierto.

Palafox *et al.*, (2015), da a conocer por primera vez, estratos de calizas conteniendo *Orbitolina texana* (Roemer), cerca del camino donde se encuentra el área del Rincón de la Tescalama, limitando la edad de esta unidad al Cretácico Inferior.

Esta unidad es correlacionable cronoestratigráficamente a la parte superior de la Caliza Mural del Grupo Bisbee por su similitud litológica y fauna con orbitolinas y rudistas (Martínez y Palafox, 1985; Palafox y Martínez, 1985 y Monreal, 1995); al igual a la Formación Hay Flat (King, 1939). También es correlacionable con la Formación Sahuaro y Formación El Macho que forma parte del Grupo Ceja en el área de Arizpe (González, 1978), por la presencia de *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) *texana*. Se correlaciona también en el área Lampazos denominada Formación Espinazo del Diablo, con la porción superior de la Unidad Caloso; Unidad Tulito y Miembro Inferior de la Unidad Nogal, todo es considerado como una sola unidad (Herrera y Bartolini, 1983). También es posible la correlación con la Unidad Aliso, por la presencia del fósil *Orbitolina texana*; Salas (1968) describe en la región de Santa Ana, una secuencia equivalente litológicamente a la unidad superior del grupo Arivechi. Fernández y Almazán (1991, 1996), consideran la presencia de la Formación Mural y Formación Cintura en la zona donde se distribuye el grupo Arivechi, mientras Monreal (1995) la restringe solo a la Formación Mural, mediante microfósiles (rudistas, foraminíferos).

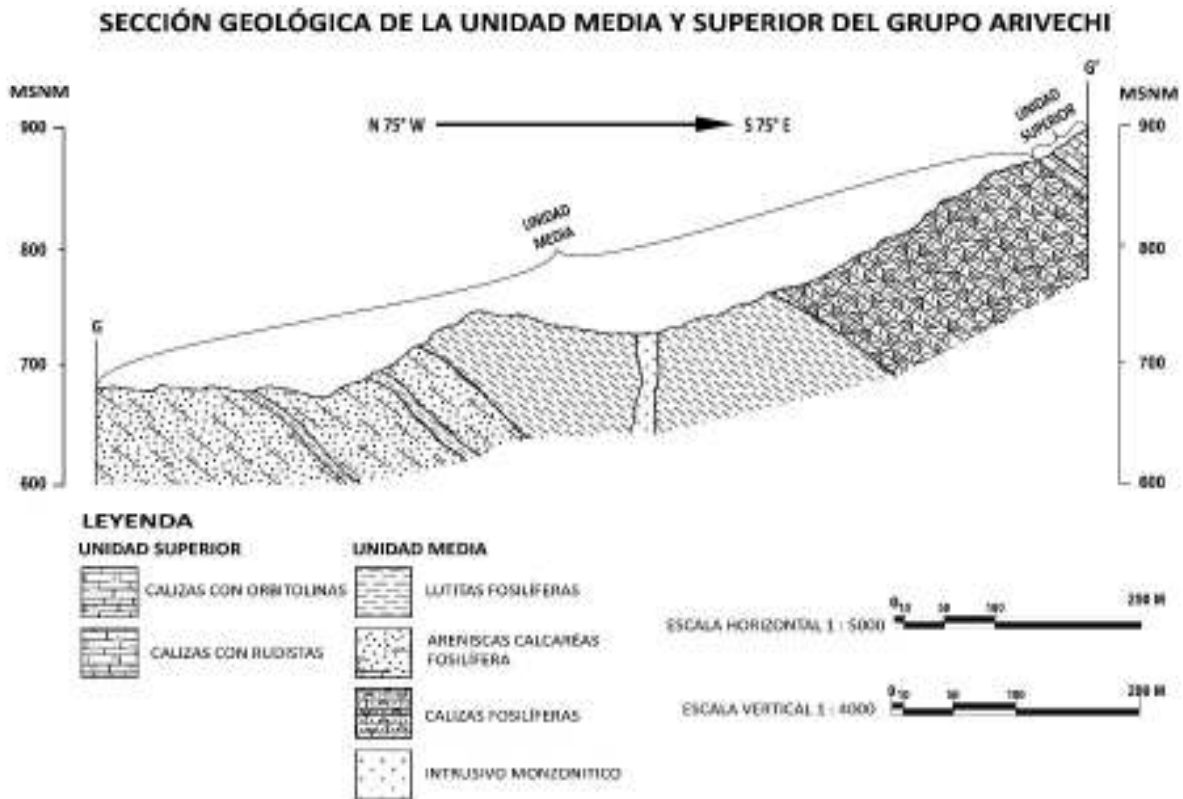


Figura 15. Sección geológica de la Unidad Media y Superior del grupo Arivechi. Modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

Edad:

Para la unidad inferior que tiene una similitud litoestratigráfica con el Conglomerado Glance descrito por Ransome (1904), en las Montañas Mule, Arizona, se le asigna una edad del Cretácico Inferior; aunque su edad puede ser Jurásico Superior, tal como lo establece Jacques (1989) en el área de Caborca. Para la unidad media, King (1939) le asignó una edad Cretácico Inferior basándose en su contenido faunístico y para la unidad superior que es pertenecientes al Cretácico Inferior, debido a la presencia de calizas conteniendo *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) *texana* (Reyes, 2015).

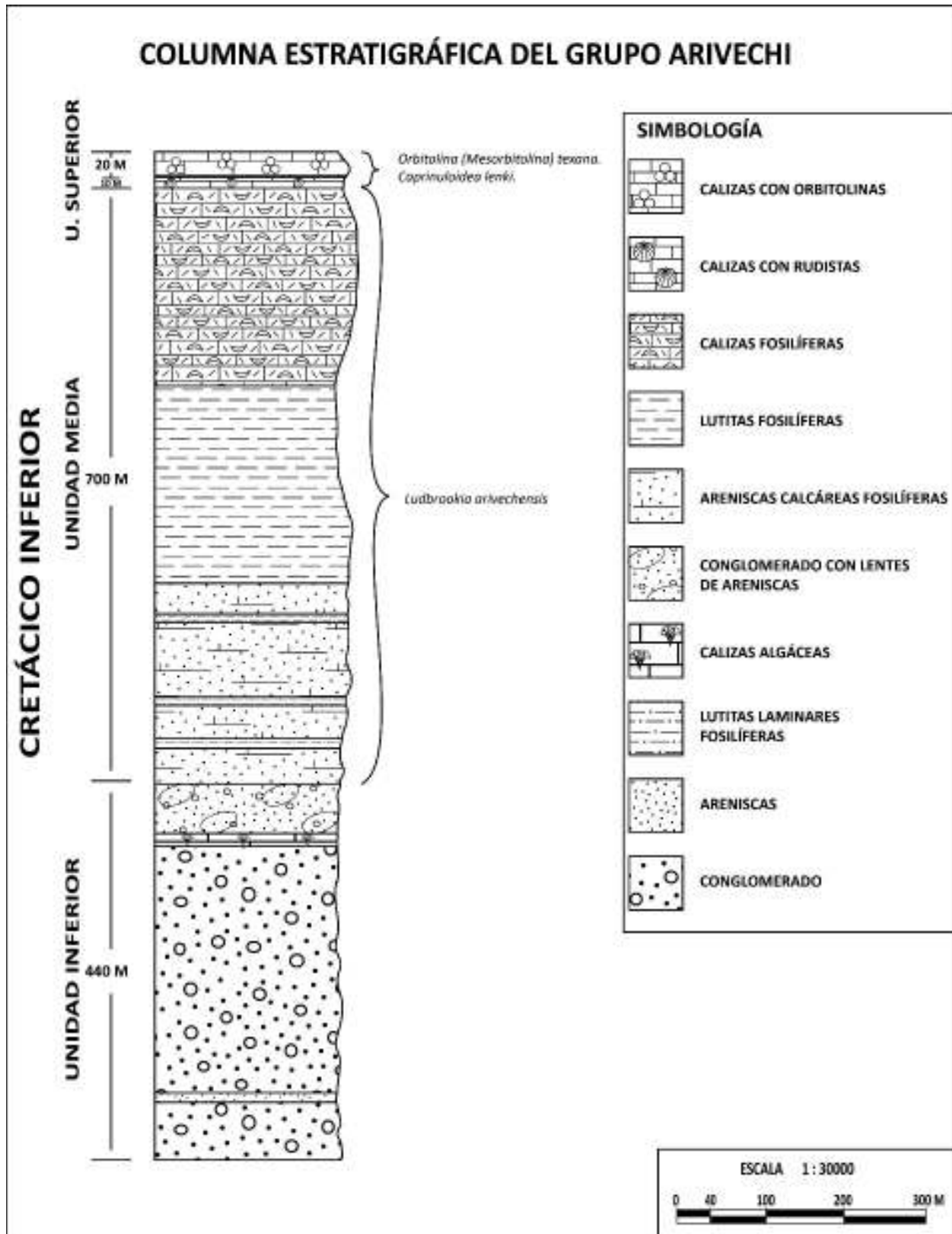


Figura 16. Columna estratigráfica del grupo Arivechi, modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

II.2.3 CRETÁCICO SUPERIOR

Formación Potrero

Descripción de La Unidad:

En la presente tesis se utiliza como base las nomenclaturas y descripciones propuestas por Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985), ya que estos autores describen detalladamente y proponen el término de formación Potrero para denominar a estas dos unidades litoestratigráficas como se aprecian en la figura 19 y que se describen a continuación.

- **Unidad Inferior**

Esta unidad está compuesta por Interestratificaciones de tobas, aglomerados, areniscas, lutitas, limolitas y diques - estratos de andesitas (ver figura 17).

La unidad está constituida en la base por un aglomerado que varía localmente a arenisca volcánica, su mejor afloramiento se tiene en el Cerro De Soto, al este del Cerro de Las Conchas. Las calizas se presentan en estratos gruesos pobremente expuestos y suprayacidos por areniscas de estratificación gruesa. Esta caliza también aflora en el rancho San Miguel, al sureste del cerro el Palmar.

Las tobas que componen esta unidad son principalmente líticas y cristalinas. Los elementos constituyentes tienen un tamaño de arena fina a media; en ocasiones los fragmentos varían hasta un tamaño de guijarros. Los componentes son fragmentos de andesitas, de forma subredondeada a subangulosa, con una clasificación de pobre a moderada. Los estratos se presentan bien expuestos, formando pronunciadas crestas; el espesor de este estrato varía en un rango de 1 a 3 m. Su estratificación varía de gruesa a masiva; las capas están bien expuestas y se encuentran intercaladas con areniscas y lutitas laminares. El tamaño de partículas de las areniscas es mediano, bien clasificado; los estratos están moderadamente expuestos y presentan una estratificación delgada cuyo espesor es

constante; se presentan en forma alternante con las tobas y las lutitas laminares. Este paquete de rocas volcánico - sedimentarias se hace más detrítico hacia la cima. El espesor de esta unidad se estima aproximadamente de 3700 m.

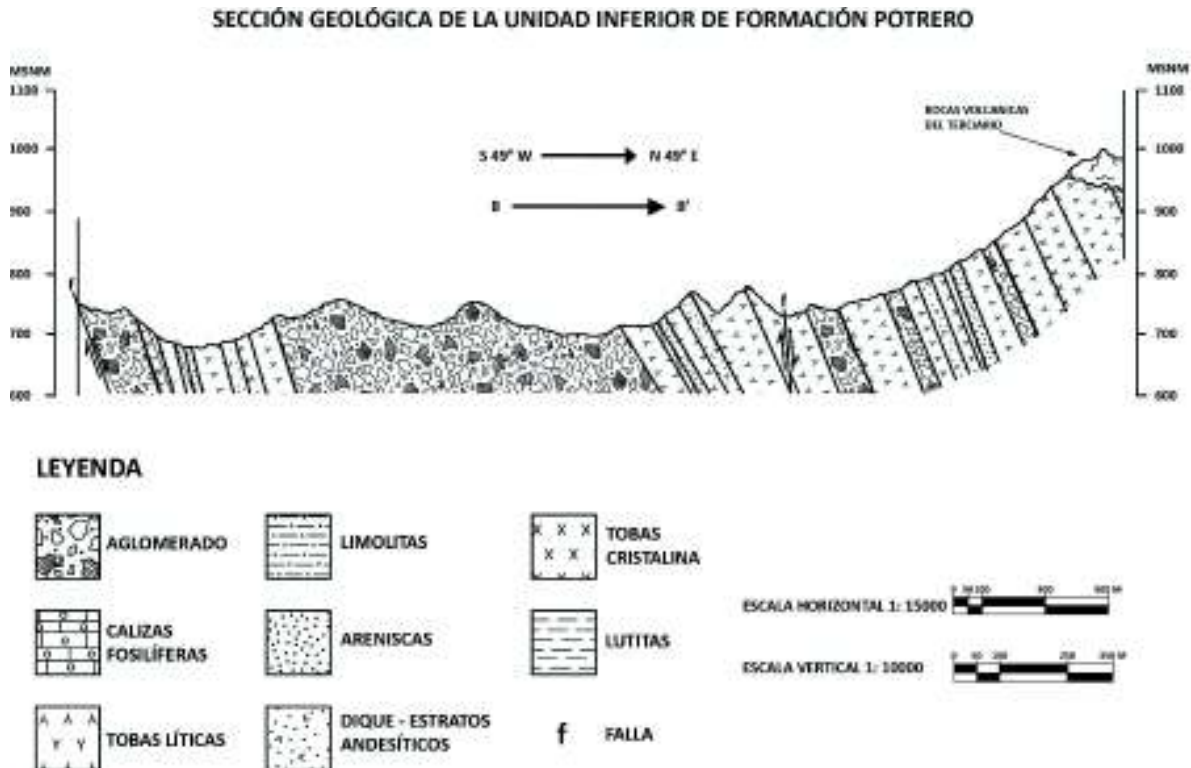


Figura 17. Sección geológica de la Unidad inferior de Formación Potrero. Modificado de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

- **Unidad Superior**

La unidad se constituye por intercalaciones de lutitas, limolitas, areniscas, tobas y diques – estratos de andesitas (Figura 18). El tamaño de partículas de las lutitas varía de limo a arcilla, predominando esta última; los estratos son gruesos y están ocasionalmente bien expuestos. Se observan restos de plantas mal preservadas, con marcas de gotas de lluvia y grietas de desecación. Están intercaladas con areniscas que presentan una coloración café amarillento en superficie alterada y café violáceo en superficie fresca. Las areniscas presentan concreciones discoideas de 60 cm de diámetro aproximadamente y muestran paralelismo con la estratificación.

Las limolitas contienen algunos detritos de tamaño de arena fina, pero en general se encuentran bien clasificadas y presentan una estructura compacta y fractura típicamente concoidea con mineralización de sulfuros y restos de plantas indiferenciados. Se encuentran intercaladas con estratos de lutitas, areniscas y ocasionalmente de algunas tobas.

Las tobas cristalinas presentes en esta unidad son de coloración verde claro. Los estratos se presentan bien expuestos, formando una topografía con una pendiente de alto grado de inclinación; el espesor de los estratos es muy variable y pueden ser desde laminares hasta masivos. Los diques estratos son de composición andesítica y esta unidad tiene un espesor aflorante de 2780 m, aproximadamente.

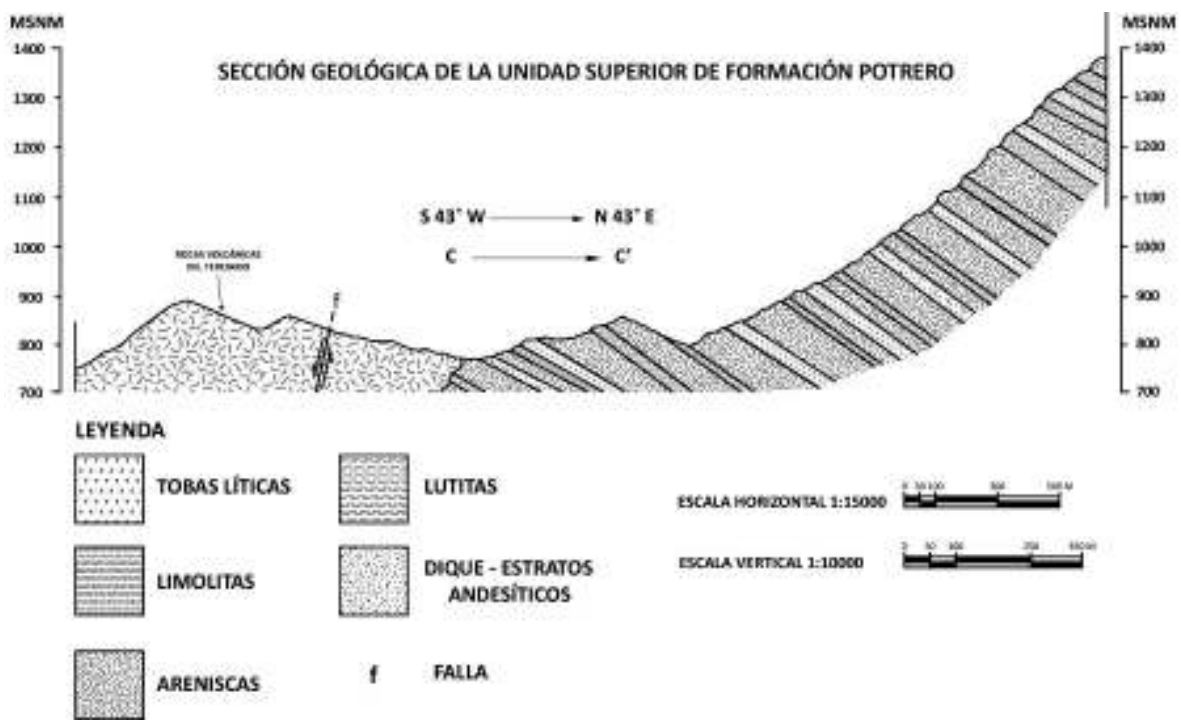


Figura 18. Sección geológica de la Unidad superior de Formación Potrero. Modificada de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

La formación Potrero puede ser equivalen cronoestratigráficamente lo que Salas (1968) reporto al noroeste de Cucurpe en el sector de Santa Ana, que es una secuencia similar a la formación Potrero. Morales (1982) describe el Miembro inferior del Grupo Fátima, que puede correlacionarse con la Unidad Inferior de la formación Potrero, en base a su posición estratigráfica y a su similitud litológica. Dumble (1901a) describió en el Cañón

Obispo, en la parte central del Estado de Sonora, la extensión de la franja volcánico – sedimentaria denominada aquí como formación Potrero.

Antecedentes históricos:

King (1939) propuso el término formación Potrero, que incluye una secuencia sedimentaria de lutitas localmente fosilíferas de edad Albiano, con estratificaciones delgadas de calizas cafés y flujos contemporáneos de andesitas y tobas del Cretácico inferior, en su sección tipo que se encuentra en el rancho El Potrero; Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) mencionan que la formación Potrero descrita por King (1939) fue mal planteada y agregan que encontraron evidencias de campo que les permite restringir el término formación Potrero a una secuencia exclusivamente volcánico-sedimentaria de edad Jurásica, a la que dividen en dos unidades litoestratigráficas: Unidad Inferior y Unidad Superior que se describieron anteriormente. Posteriormente, Almazán y Palafox (2000) y Palafox (2001) redefinen y aclaran que el trabajo de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) dividieron a la formación Potrero de King (1939) y le asignan una edad absoluta de Cretácico Tardío por Pubellier y Rangin (1987).

Relaciones Estratigráficas:

Esta formación se limita al oriente por las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental y al oeste, en su parte norte, por la Formación Báucarit; hacia el sur no se definió el contacto. La formación Potrero ha sido reconocido sobre el camino Bacanora – Sahuaripa; al oeste del cerro El Macho; al oriente de Sahuaripa y al este del Valle de Tacupeto.

El mejor afloramiento expuesto y más representativo para la unidad inferior, se encuentra localizado en el Cerro El Pedregal y sobre el camino Arivechi - Tarachi, en el trayecto Rancho El Potrero – el Volantín.

El contacto inferior de esta unidad es normal y discordante con las rocas cretácicas del área de estudio y es marcado por un aglomerado. El contacto superior es concordante

y transicional, quedando marcado por la predominancia de las rocas sedimentarias sobre las volcánicas que afloran en el Arroyo Moribabe.

La unidad superior aflora ampliamente en el cerro El Pedregazo en la parte noreste del área de estudio y está expuesta a todo lo largo del arroyo Moribabe, en las inmediaciones del Rancho El Peñasco Amarillo y en el Rancho Tecorida.

El contacto inferior es concordante y transicional con la Unidad Inferior. El contacto superior es discordante con las volcánicas de la Sierra Madre Occidental y es notorio en el Rancho El Peñasco Amarillo.

Edad:

King (1939) le asigna una edad Cretácica inferior a esta Formación. Damon *et al.* (1984) en base a estudios de geocronología (Hornblenda K-Ar y modelos de Rb-Sr) integra esta Unidad superior al arco magmático Chiapas – Arizona, al que le asigna una edad de 140 - 200 Ma. Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) le asigna una edad Jurásico Tardío. Minjarez *et al.* (1985) consideran esta formación como una edad Jurásico - Cretácico. Posteriormente, Pubellier y Rangin (1987), obtienen una edad absoluta de 77.5 ± 3.88 Ma; por el método de K/Ar, determinando una edad Cretácico Superior.

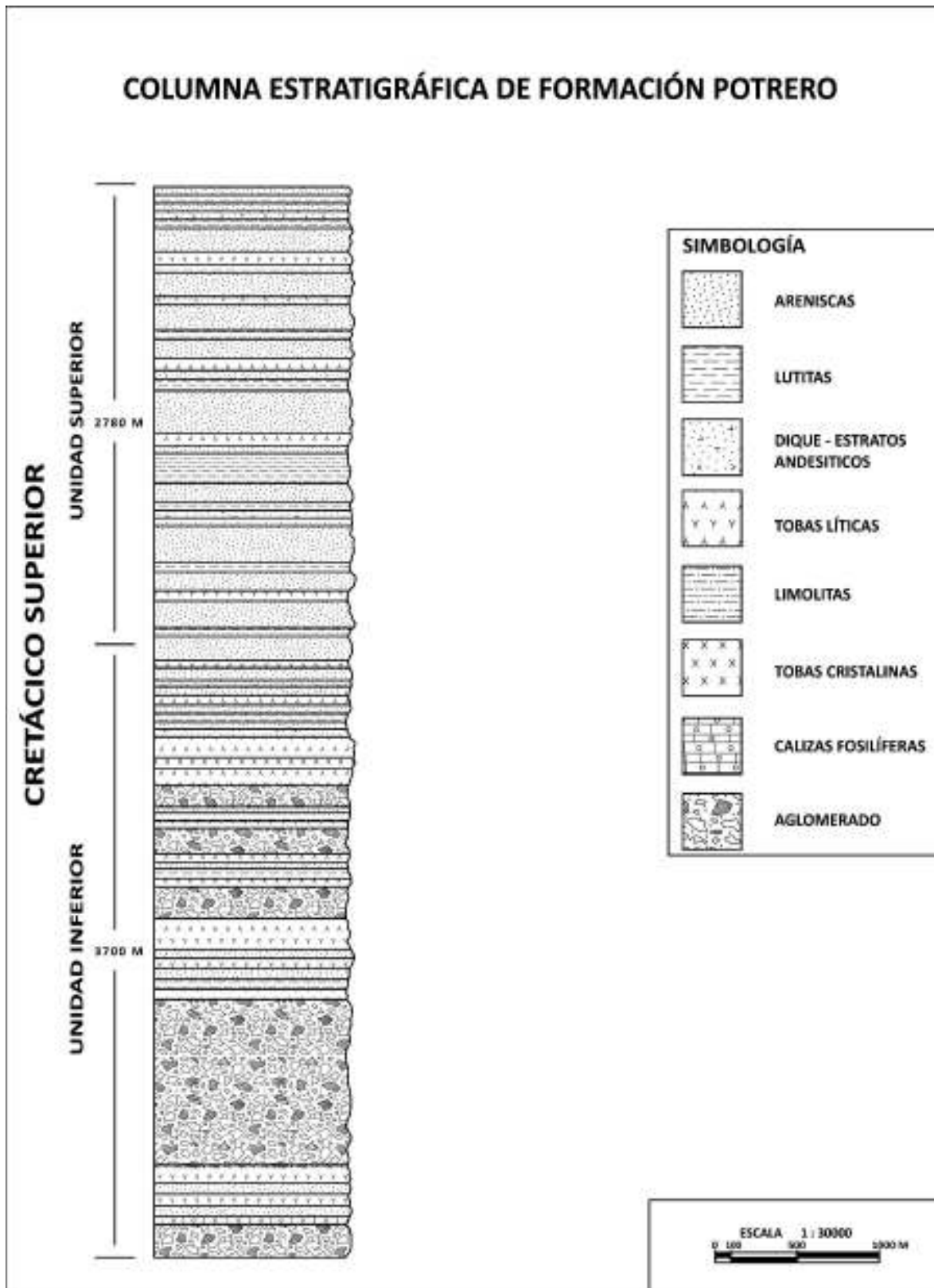


Figura 19. Columna Estratigráfica de la Formación Potrero, modificada de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

III. DISCUSIÓN

El nombre de formación Peñasco Blanco fue propuesto por Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985) para nombrar una secuencia calcárea, distribuida en pequeños afloramientos en la parte oeste y suroeste del cerro de Las Conchas al este de Arivechi y fue reportado por primera vez por Palafox *et al.* (1984). Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985) sugirieron que fuera de edad Misisípico Medio; mediante el coral *Amplexizaphrentis clinatus* (Greene) y el braquiópodo *Brachytyrina* sp. (C. Stevens, comunicación escrita); Pubellier (1987) le asigna una edad en base a la fauna fósil encontrada, indicando el límite basal de Pensilvánico – Pérmico. Fernández y Almazán (1991, 1996) mencionan esta formación tal como lo propusieron Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985) pero de edad Misisípico Inferior mediante microfósiles (conodontos). Scholz (2008) y Weller (2008) utilizan el mismo nombre y edad de esta formación propuesta por Martínez y Palafox (1985). Rodríguez *et al.* (2015); Rodríguez *et al.* (2018, A y B) consideran a esta formación como una parte de la Unidad Cañada de Tarachi, que ellos propusieron y asignándole una edad Cretácico Superior. En base a los fósiles que realizó el presente autor de esta tesis y con la ayuda de la Dra. Pilar Navas-Pajero, se dato una edad Misisípico Inferior a esta formación y edad que se considera en esta tesis.

La Formación Palmar ha sido discutida en la literatura geológica, por su litología y posición estratigráfica (King, 1939; Palafox *et al.*, 1984; Martínez y Palafox, 1985, Palafox y Martínez, 1985; Minjarez *et al.*, 1985; Pubellier, 1987; Fernández y Almazán, 1991, 1996; Scholz, 2008; Weller, 2008; García y Barragán Y Jacques, 2011 y Rodríguez *et al.*, 2015, 2018a y 2018b). King (1939) le asigna el nombre de Formación Palmar, describiéndola a una secuencia sedimentaria formada por cinco partes denominándolas del 5 al 1 (de la cima a la base): alternancia de lutitas, cuarcitas y limolitas; caliza masiva; lutita con estratificaciones delgadas, areniscas y densas calizas con *Phylloceras* sp. del Albiano; conglomerado masivo y arenisca arcillosas no fosilíferas. Palafox *et al.* (1984) proponen realizar un mapeo más detallado en Arivechi sobre las rocas mesozoicas ya que el uso del

nombre de Formación Palmar propuesta por King (1939) presenta múltiples problemas, algunas de las unidades descritas por este autor no se les observar continuidad estratigráfica y varias de las calizas que pertenecen a esta formación son Paleozoicas. Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985), proponen algunas modificaciones en las unidades ya descritas y dividen a esta formación en dos unidades denominándolas: Unidad Inferior, Unidad Superior y asumen la edad propuesta por King (1939). Minjarez *et al.* (1985) le asignan la edad del Pérmico Temprano, mediante los fósiles *Schubertella* sp. y *Schwagerina* sp, para la secuencia que Martínez y Palafox denominan unidad inferior y es la edad que se considera en esta tesis. Pubellier (1987) le asigna una edad Pérmico Temprano mediante fósiles de crinoides, braquiópodos y restos de fusulínidos que atestiguan esa edad. Fernández y Almazán (1991, 1996) le asignan una edad precámbrica a esta formación. Scholz (2008) y Weller (2008) le asignan una edad jurásica – cretácica a esta formación, en base a los belemnites, sin tomar en cuenta la edad que considera Minjarez *et al.* (1985) y Pubellier (1987) y sostienen que la Formación Palmar está en contacto estructural con la secuencia del Cretácico Inferior y erróneamente asumen que la secuencia jurásica de la formación Las Cúmaras (formación Tarachi) de Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985) forma parte de la secuencia sedimentaria que aflora en el cerro el Palmar. García y Barragán Y Jacques (2011) siguen considerando a la Formación Palmar propuesta por King (1939) de edad Cretácico Temprano y la correlacionan con la Formación Mural mediante el conjunto faunístico reportados por Almazán y Palafox (1985). Rodríguez *et al.* (2015; 2018a y 2018b) consideran las rocas del cerro el palmar como precámbrico, pero la asignan a la Unidad Cañada de Tarachi que ellos mismos proponen, asignándole una edad Cretácico Tardío.

La formación Tarachi es otra de las controversias al momento de nombrarla, ya que King (1939) solo propuso 2 formaciones que son: Formación Palmar y Formación Potrero. Martínez y Palafox (1985) y Palafox y Martínez (1985) división la Formación Potrero de King (1939) proponiendo tres unidades litológicas distintas, de la cual una de las tres, la denominan con el término formación Las Cúmaras y consideran la edad propuesta por King

(1939) del Cretácico Inferior. Pubellier (1987) sostiene que no es posible fechar esta formación por el mal estado de los fósiles de belemnites. Minjarez (1991) nombra a esta formación como Unidad Las Cúmaras y la coloca en el Cretácico Inferior. Fernández y Almazán (1991, 1996) nombran la formación Cintura del Cretácico Inferior y parte de la formación Zoropuchi del Jurásico Superior donde se encuentra la formación Las Cúmaras de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985). Almazán y Palafox (2000) y Palafox (2001) corrigen la edad de esta formación, mediante el fósil *Subdichotomoceras* sp. y la colocan de manera definitiva en el Jurásico Tardío. Almazán (2001) propone utilizar el nombre de formación Las Conchas a esta formación y le da una edad del Kimmeridgiano. Rivera (2007) considera a la formación Las Cúmaras propuesta por Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985), pero desecha el término formación Potrero por ambiguo y proponen dos unidades informales, de las cuales a una la colocan en el Jurásico Superior, llamándolo Unidad Bacahuachi y a la otra en el Cretácico Superior, llamándola Unidad Cerro Colorado. Scholz (2008) y Weller (2008) en sus trabajos le cambian el nombre de formación Las Cúmaras a formación Palmar y le asignan una edad cretácica – jurásica. Rodríguez *et al.* (2015; 2018a y 2018b) dan a conocer dos nuevas unidades informales, Unidad Cañada de Tarachi y Unidad El Potrero Grande, de edad Cretácico Tardío, estas unidades está mal ubicadas, ya que la Unidad Cañada de Tarachi abarca las formaciones Palmar, Las Cúmaras y grupo Arivechi que propusieron Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

El área donde aflora el grupo Arivechi fue reportada por Remond (1866) y lo nombra como cerro de Las Conchas, por los fósiles que recolecto. Gabb (1869) estudia dichos fósiles y respeta el nombre que le había asignado Remond (1866) dándole una edad Cretácico Temprano. King (1939) propuso el término formación Potrero. Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) dividen la formación Potrero de King (1939) y proponen tres unidades distintas, de la cual la denominan a una de ella como: grupo Arivechi y a esta la subdividen en tres unidades concordantes entres si, nombrándolas unidad inferior, unidad media y unidad superior de edad Cretácico Temprano, mediante su contenido

faunístico. Pubellier (1987) nombra varias unidades con respecto al grupo Arivechi de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985), nombrándolas Volcánico del Cerro de La Conchas (Jurásico superior), marga de Arivechi, la Bebelama y cerro De Las Conchas, estas tres últimas del Cretácico inferior. Fernández y Almazán (1991, 1996) divide al grupo Arivechi en varias formaciones que son: parte de la formación Peñasco Blanco (Misisípico), formación Zoropuchi (Jurásico superior), parte de la formación Tarachi (Jurásico superior); Formación Morita, Caliza Mural y Formación Cintura, estas tres últimas del Cretácico inferior. Monreal (1995) sostiene que la secuencia del grupo Arivechi de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) esta invertida. Scholz (2008) y Weller (2008) dividen al grupo Arivechi en varias formaciones que son: formación Arivechi (Carbonífero superior), formación la Bebelama (Cretácico Inferior), formación Las Conchas (Aptiano – Albiano) y formación Flanco la Bebelama (Albiano). Rodríguez *et al.* (2015; 2018a y 2018b) propone informalmente una nueva formación, nombrándola unidad Cañada de Tarachi (Cretácico Superior) que es perteneciente al grupo Arivechi de Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985).

La formación Potrero también ha generado controversia, complicaciones y confusiones al momento de nombrarla en todos los trabajos posteriores, tantos locales como regionales, ya que fue propuesto por King (1939) con algunas inconsistencias estratigráficas. Palafox *et al.* (1984) menciona que la sección descrita por King (1939) es litológicamente distinta, a la que aflora en la localidad tipo. Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) redescubren la definición de la formación Potrero y agregan evidencias que les permite restringir la formación Potrero para una secuencia volcano-sedimentaria de posible edad Jurásico Tardío. Fernández y Almazán (1991, 1996) le cambian el nombre de formación Potrero propuesto por Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985) a formación Tarachi pero asignándole una edad del Jurásico Tardío. Almazán y Palafox (2000) y Palafox (2001) redefinen la formación Potrero y aclaran que el trabajo de 1985, dividieron a la formación Potrero de King (1939) en tres unidades distintas que son: formación las Cúmaras, grupo Arivechi y formación Potrero; y la edad que dieron

en 1985, para asignarle definitivamente al Cretácico Tardío, mediante la edad absoluta que obtuvieron Pubellier y Rangin (1987). Rodríguez *et al.* (2015; 2018a y 2018b) le cambia el nombre de formación Potrero y proponen llamarlo informalmente, Unidad Potrero Grande.

IV. CONCLUSIONES

El nombre formación Peñasco Blanco, informal y que incluye el área del Rincón de la Tescalama como perteneciente a la formación mencionada. Se recomiendan no utilizar los nombres informales propuestos por los autores mencionados en la sección de discusiones.

Se recomienda utilizar el término Formación Palmar, al cual se considera formal por su utilización desde 1936, con la observación que los distintos autores han cambiado en parte su composición litológica y edad.

Se propone utilizar el término formación Tarachi de manera informal, basándose en la litología y posición estratigráfica denominada anteriormente como formación las Cúmaras, se recomienda no utilizar las unidades, las formaciones informales y las edades propuestas por los autores mencionados en la sección de discusiones.

Se recomienda el uso de grupo Arivechi de manera informal, para caracterizar las secuencias sedimentarias del Cretácico Inferior; se descartan los nombres de los otros autores en vista de que su descripción en la mayor parte de los casos no corresponde a lo observado en el campo.

Se propone el término formal Formación Potrero, por la antigüedad en su uso, aunque haya sido redescrita en parte, su composición litológica y posición estratigráfica; se sugiere no usar los nombres y las edades propuestas por los autores mencionados en la sección de discusión, ya que generan confusión.

V. BIBLIOGRAFÍA

ALMAZÁN, V. E. (2001). *Subdichotomoceras*, una Amonita del Kimmeridgiano, en la Región de Arivechi, Sonora, México (Resumen) *en* Reunión Anual 2001. Puerto Vallarta, Jalisco, México: México, D.F., Unión Geofísica Mexicana, A. C., GEOS, Vol. 21, No. 3, ES-02. Pág. 160.

ALMAZÁN, V. E. y PALAFOX, R. J. J. (1985). Bioestratigrafía del Cretácico Temprano del Cerro de las Conchas al Oriente de Arivechi, Sonora; Bol. Depto. Geología, Universidad de Sonora, v. 2 No. 1 y 2, Pág. 25-29.

ALMAZAN, V. E. (1989). El Cámbrico-Ordovícico de Arivechi, en la Región Centro-Oriental del Estado de Sonora. Revista, UNAM. Inst. Geología, v. 6, nº 1, Pág. 58-66.

ALMAZAN, V. E. y PALAFOX, R, J. J. (2000). Secuencia samítica del jurásico tardío con amonitas del género *Subdichotomoceras* (Kimmeridgiano) expuesta al oriente de Arivechi, Sonora *en* Calmus, T., Pérez, S. E. (eds.), Cuarta Reunión sobre la geología del noroeste de México y áreas adyacentes, 2, 1-2 Pág.

ALMAZAN, V. E. y PALAFOX R. J. J. (2002). *Subdichotomoceras*, una amonita del Kimmeridgiano, en la región de Arivechi, Sonora, México. Bol. Depto. Geología, Universidad de Sonora, v. 15, 16 y 17, Pág. 37-50.

ANDERSON, T.H., SILVER L.T. (1974). Late Cretaceous Plutonism in Sonora, and its relationship to Circum Pacific magmatism. Geol. Soc. Amer., Abstr with progr., 6, Pág. 484.

ANDERSON, T.H., SILVER L.T. (1979). The role of the Mohave, Sonora Megasear in the tectonic evolution of Northern Sonora. In Guidebook, Field Trip, 27, Geol. Soc. Amer., Geology of Northern Sonora, Pág. 59-68.

ARREOLA, R.L. (1976). Reconocimiento Geológico-Minero de las Sierras El Encinal y El Pinito, Municipios de Bacanora y Soyopa, Estado de Sonora, Tesis Profesional, 72 Pág.

ATWATER, T. (1970). Implications of plate tectonics for the Cenozoic Tectonic evolution of western North America: Geological Society of America Bulletin, V. 81, Pág. 3513–3536.

BEAUVAIS, L. Y STUMP, T. (1976). Corales, moluscos y Paleogeografía del Jurásico Tardío en estratos del Pozo Serna, Sonora, México: Palaeogeogr. Palaeocl., Palaeoecology, 19, Pág. 275–301.

BURCKHARDT, Carl (1930). Étude synthétique sur le Mesozoïque mexicain: Mémoires de la Société Paléontologique Suisse, Vols. 45–50, (Mex.)

BUITRON, S. B. E. y GÓMEZ, E. C. (2003). Cretaceous (Aptian - Cenomanian) Gastropods of Mexico and their Biogeographic Implications, en Bartolini, C., Buffler, R. T., Blickwede, J. (eds.), The Circum – Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics: American Association of Petroleum Geologists, Memoir 79, 403–418.

CABRERA, F. J. (1983). Los Recursos Minerales de Fierro en Sonora, Evaluacion Geologica Regional; Tesis Prof. Universidad de Sonora.

CONEY, P., REYNOLDS, S.J., (1977). Cordillera Benioff zones, Dept. of Geosciences, University of Arizona, Tucson, Arizona, 85721.

DAMON, P., SHAFIQULLAH M. (1984). The Cordilleran Jurassic arc from Chiapas (Southern Mexico) To Arizona. Geol. Soc. of Am. Meeting (Sous Presse).

DAMON, P., SHAFIQULLAH M., ROLDAN Q., COCHEME J.J., (1983). El Batolito Laramide de Sonora. Depto. De Geociencias, Universidad de Arizona, Instituto de Geol. De la UNAM, Estación Regional del Noroeste.

DE CSERNA, G. A. (1961). Estratigrafía del Triásico Superior de la Parte Central del Estado de Sonora: Univ. Nac. De México, Inst. Geol. Paleon. Mex., 11, P.T., 1. 18 Pág.

DUMBLE, E. T. (1900). Notes on the Geology of Sonora, Mexico: Am Inst. min. Eng. Tr., v. 29, Pág. 122-152.

DUMBLE, E. T. (1901a). Cretaceous of Obispo Canyon, Sonora, Mexico: Texas Academy of Sciences, Transactions, vol. 4, Pág. 81.

DUNBAR, C.O., (1939). Permian Fusulinids from Sonora: Geol. Soc. America Bull., v. 50, Pág. 1745-1760.

DUNHAM, R.J., (1962). Classification of carbonate rocks according to Depositional texture. In: W. E. Ham (Editor), Classification of Carbonate Rocks, a Symposium: Am. Assoc. Petroleum Geologists. Memoir No. 1, Pág. 108-121.

FERNÁNDEZ, M. A. y ALMAZÁN, V. E. (1991). Carta Geológico Arivechi (H12-D56): Escala 1:50,000; Gobierno de Sonora, UNAM y Dirección General de Fomento Minero.

FERNÁNDEZ, M. A. y ALMAZÁN, V. E. (1996). Geología y Yacimientos Minerales de La Carta Arivechi, Sonora, México, Gobierno del Estado de Sonora y Dirección General de Fomento Minero; Publicación No. 18, Pág. 51.

FLINN, D.L., (1977). The Geology of the Cerro Macho área, Sonora México: Unpublished Master Thesis, Northern Arizona University, 73 Pág.

FOLK, R. L. (1959). Practical petrographic classification of limestones. Amer. Ass. Petro. Geol. Bull., vol. 43, Pág. 1-38.

FLORES, T. (1929). Reconocimientos geológicos en la región central del estado de Sonora, Instituto Geol. Mex., Bol. No. 49.

GABB, W. M. (1869). On Cretaceous fossils from Sahuaripa Valley, State of Sonora, Mexico: Acad. Nat. Sci. Calif. Proc., No. 3, Pág. 153.

GARCÍA Y BARRAGÁN, J. C. y JACQUES, A. C. (2011). Estratigrafía del Cretácico de Sonora, México, *en* Calmus, Thierry, ed. Panorama de la Geología de Sonora, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 118, cap. 5, pág. 142 y 143.

GASTIL, G. MORGAN G. y KRUMMENACHER D. (1977). The Tectonic History Of Peninsula California and adjacent Mexico; San Diego State University, California, 92182.

GILMONT, N. L. (1978). Geology of the Puerto La Bandera area, Sonora, Mexico. Ms. Thesis, Flagstaff, Ariz.

GONZALEZ, L.C. (1978). Geología del área de Arizpe Sonora. Centro Septentrional; Tesis Profesional, Universidad de Sonora.

GYMSA (1981). Reconocimiento Geológico del Prospecto Sahuaripa Cabullona, Superintendencia General de Distrito de Exploración, Zona Noreste.

HARDY, L. R. (1973). The Geology of Santa Rosa, Northwest Sonora, Mexico: M. Thesis, California State Univ., San Diego.

HARMS, R. R. (2007). Eocene Tectonic Evolución in North-Western Mexico, Central Sonora, Diploma Thesis, Geologisches Institut Albert – Ludwigs – Universität Freiburg im Breisgau.

HAYES, P.T. (1970). Cretaceous Paleogeography of southeastern Arizona and Adjacent areas: U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 658-B, 39 Pág.

HAYES, P.T. (1970). Mesozoic stratigraphy of the Mule and Huachuca Mountains, Arizona: U.S. Geol. Survey Pro. Paper, 658-A, Pág. 29.

HERRERA U. Y BARTOLINI N. (1983). Geología del área de Lampazos, Sonora. Tesis Profesional, Universidad de Sonora.

HEWETT, R. L. (1978). Geology of the Cerro La Zacatera area, Sonora México: Unpublished Masters Thesis, Northern Arizona University, 99 Pág.

HIMANGA, J. C. (1977). Geology of the Sierra Chiltepines, Sonora México: unpublished Masters Thesis, Northern Arizona University, 99 Pág.

HUMPHREYS, E. W. (1916). Triassic plants from Sonora, México including a Neocalamites not previously reported from North America, N. Y. Bot. Garden Mem., Vol. 6 Pág. 75-78.

IMLA Y, R. W. (1939). Paleogeography studies in northeastern Sonora Geol. Soc. Am., Bull., vol. 50, Pág. 1723-1744.

JACQUES, A. C. (1989). Arroyo Sásabe Formation (Aptian-Albian), northwestern Sonora, Mexico—marginal marine sedimentation in the Sonora back-arc basin: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, v. 8, Pág. 171–178.

JAWORSKI, E. (1929). Eine Liasfauna aus Nordwest Mexico, Schweizer Paleont. Gesell Abh., vol. 48, part. 4, Pág. 1-12.

KELLER, W. T. (1928). Stratigraphische Beobachtungen in Sonora n. w. Mexico, Soc. Helvétique Sei. Nat. Actes 109 th sess. P. 170-172; Ecl. Geol. Hevetique, vol. 21, Pág. 327-335.

KING, R. E. (1934). Geological Reconnaissance of central Sonora: American Journal of Science, Vol. 28, Pág. 98.

KING, R. E. (1935). Geological reconnaissance in central Sonora, American Journal of Science, Vol. 28, Pág. 81-101.

KING, R. E. (1939). Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico: Bull, Geol. Soc. Amer., v. 50, No. 11, Pág. 1625-1722.

MARTÍNEZ, B. A. y PALAFOX, R. J. J. (1985). Geología del Área de Arivechi, Sonora. Universidad de Sonora, Tesis Profesional, pág. 91.

McDOWELL, F. W. y CLABAUGH, S. E. (1979). Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the Tectonic history of Western Mexico; special paper 180; Department of Geological Sciences, University of Texas at Austin. Austin, Texas, 78712.

MENICUCCI, S. (1975). Reconnaissance Geologique et miniere de la Region entre Hermosillo et le Rio Yaqui (Sonora Central, Mexique These Docteur de Specialite, A L' Universite Scientifique et Medicale de Grenoble).

MINJAREZ, S. I., (1991). La orogenia Mesocretácico en Sonora. Universidad de Sonora, Boletín del Departamento de Geología, Segunda Época, V.8, no. 2, Pág. 1-13.

MINJAREZ, S. I., MONTAÑO, J. T. R., OCHOA, G. J. A., GRIJALVA, N. F. J., OCHOA, L. H., HERRERA, U. S., GUZMAN, E. J. B. MANCILLAS, G. A. A. (2002). Informe de la Carta Geológico – Minero Ciudad Obregón, clave G12-3, escala 1:250,000, estado de Sonora y Chihuahua: Pachuga, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales. Informe técnico, Pág. 77.

MINJAREZ, S. I., PALAFOX, R. J. J., TORRES, Y., MARTINEZ, J. A., RODRIGUEZ, B. y VILLALOBOS, R. (1985). Consideraciones Respecto a la Estratigrafía y Estructura del Área de Sahuaripa – Arivechi, Bol. Depto. Geol. Uni-Son, Vol. 2, No. 1 y 2 Pág. 90–105.

MONREAL, R. & LONGORIA, J. F. (2000). Lower Cretaceous Rocks of Sierra Los Chinos, east-central Sonora, Mexico. – Geofísica Internacional, vol. 39, No. 1, Pág. 1-20.

MONREAL, R. (1995). Las facies marinas (Aptiano – Albiano) del Grupo Bisbee y cronocorrelativas en Sonora, México. Bol. Depto Geol. UniSon, v.11, nº 1, pág. 171–190.

Monreal, R. (1995). Stratigraphic analysis of the Lower Cretaceous Mural Limestone in the Cerro Las Conchas, Arivechi, Sonora; Abstracts with Programs, New Orleans, Annual Meeting. The geological Society of America; A-74.

MONREAL, R. (1997). Microfacies of a Lower Cretaceous marine succession in Cerro las Conchas, Sonora, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 14, nº 1, Pág. 38-49.

MONREAL, R. y LONGORIA, J. F. (1995). Transpressional deformational pattern related to basement faults in the Mesozoic of northeastern Chihuahua: *Boletín del Departamento de Geología Universidad de Sonora*, v. 12, no. 2, Pág. 17–34.

MONREAL, R. y LONGORIA, J.F. (2000). Stratigraphy and structure of the Lower Cretaceous of Lampazos, Sonora (Northwest Mexico) and its relationship to the Gulf Coast succession. *AAPG Bulletin*, v. 84, nº 11, Pág. 1811-1831.

MONREAL, R., Cano, C. I., Grijalva, N. F. J., Montijo, G. A. & Almazán, V. E. (2011). Caracterización del Grupo Bisbee (Cretácico Inferior) en el área al sur de la Sierra Basómari, Noreste de Sonora, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Vol. 63, No. 2. Pág. 15.

MORALES, M. (1982). *Geología Regional de las áreas de Santa Ana, y la Ciénega con énfasis en la Estratigrafía y la Estructura*, Tesis Prof. Universidad de Sonora, inédita, 98 Pág.

MULCHAY, R. B., Y VELASCO, J.R. (1954). Sedimentary rocks at Cananea, Sonora, Mexico with the sections at Bisbee and the Swisshelm Mountains, Arizona: *American Institute of Mining and Metallurgical Engineers Transactions*, v. 1999, Pág. 628-632.

NOLL, J. H. (1981). *Geology of the Picacho Colorado Area, Northern Sierra de Cobachi, Central Sonora, Mexico*. Thesis of Northern Arizona University.

PALAFIX, R. J. J. & MARTINEZ, J. (1985). Estratigrafía del Área de Arivechi, Sonora. – *Bol. Depto. Geol. Uni-son*, vol.2, No. 1 y 2 Pág. 30-59.

PALAFIX, R. J. J. (2001). La Formación Potrero de la Región de Arivechi, Sonora, México: Un Error Epistemológico (RESUMEN) *en* Reunión Anual 2001. Puerto Vallarta, Jalisco, México: México, D.F., Unión Geofísica Mexicana, A. C., GEOS, Vol. 21, No. 3, ES-15. Pág. 166.

PALAFIX, R. J. J., BUITRÓN S. B. E., Reyes M. D. R. y Palafox D. M. A. (2015). Nuevo Afloramiento del Cretácico Inferior (Aptiano–Albiano) del Cerro de las Conchas, Arivechi, Sonora, México. – Publicaciones Paleontológicas Geos, Vol. 35, No. 1, Noviembre, 2015, UGM. (Unión Geofísica Mexicana).

PALAFIX, R. J. J., MINJAREZ I., PUBELLIER M., RASCON B., (1984). Sobre la presencia de rocas del Paleozoico Superior en el Área de Arivechi, Sonora, México. Bol. Depto. Geol. Uni-son

PAZ, M. A., (1985). Geología de los Basaltos de Moctezuma, Sonora; Tesis Prof., Universidad de Sonora.

PEREZ, S. Y ECHAVARRI P. (1981). Carta Metalogenética del Estado de Sonora.

PETTIJOHN, F. J., (1963). Rocas sedimentarias: Ed. Universitaria, Buenos Aires, Argentina, 731 Pág.

PUBELLIER, M. (1987). Relations entre Domaines Cordillerain at Mesogéen au nord du Mexique, etude Geologique la Vallee de Sahuaripa, Sonora, Mexico – Thèse de Doctorat, Université Paris 6, Pág. 219.

PUBELLIER, M. y RANGÍN, C. (1987). Mise en évidence d'une phase céno mano – turonienne en Sonora central (Mexique). Conséquences sur les relations structurales entre domaine cordillérain et téthysien: C. R. Acad. Sci. Paris, T. 305, série II: Pág. 1093 – 1098.

PUBELLIER, M., RANGIN, C., RASCON, B, CHOROWICZ, J., BELLON, H. (1995). Cenomanian thrust tectonics in the Sahuaripa region, Sonora: Implications about Northwestern Mexico megashears. Geological Society of America, Special Paper 301, Pág. 111-120.

PYE, W. D. (1959). Marine Sedimentation in Southern Arizona: Ariz. Geol. Soc., Southern Arizona Guidebook II, Pág. 5-11.

RAISZ, E. (1959). Landforms of Mexico: Geography Branch of the Office of Naval Research, mapa escala 1:3 000 000 (aprox.).

RANGIN, C. (1977). Sobre la presencia del Jurásico Superior con amonitas en Sonora Septentrional: Bol. Inst. de Geología, UNAM, vol. 1, NO. 1, Pág. 1-4.

RANGIN, C. (1977). Tectónicas sobrepuestas en Sonora Septentrional Bol. Inst. Geología UNAM, vol. 1, No. Pág. 44-47.

RANGIN, C. (1982). Contribution a L'étude géologique du systeme cordillérain du Nord-Ouest du Mexique. These de Doct. Etat es Sciences, Univ. P. et M. Curie, 588 Pág.

RANSOME, F. L. (1904). Description of the Bisbee quadrangle, Arizona U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 21 168 Pág.

REMOND, A. (1866). Notice of Geological Explorations in Northern Mexico: Calif. Acad. Sci., pr., v. 3.

REYES, M. D. R. (2015). Colección de la Fauna Fósil del Cretácico inferior del Cerro de Las Conchas, Arivechi, Sonora, México, Tesis Profesional, Universidad de Sonora.

RIVERA, C. J. H. (2007). Estudio de la Proveniencia de las Areniscas Mesozoicas de la Región del Cerro de las Conchas, en Arivechi, Sonora, Tesis de Maestría, Universidad de Sonora, 122 Pág.

RODRÍGUEZ, C. J. L., ROLDÁN, Q. J. y ORTEGA, R. A. (2015). Mesozoic gliding and Tertiary basin and range tectonics in Eastern Sonora, Mexico, Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. Geología, GEOFÍSICA INTERNACIONAL, Vol. 54, Num. 3, Pág. 221 – 224.

ROGOV, M. y ZAKHAROV, V. (2009). Ammonite and bivalve – based biostratigraphy and Panboreal correlation of the Volgian Stage Science in China Series D: Earth Sciences, pág. 1890 – 1909.

ROLDÁN, Q. J. (1976). Geology and Mineralization of the San Felipe Mining District, Sonora, Mexico: Unpublished M.S. Thesis, the University of Iowa, 120 Pág.

ROLDÁN, Q. J. (1976). Geología y Yacimientos Minerales del Distrito d San Felipe, Sonora, Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. Geología revista, vol. 3, núm. 2 Pág. 97-115.

SALAS, G. A. (1968). Areal Geology and Petrology of the Igneous Rocks of the Santa Ana Region. Northwest Sonora, Bol. Sociedad Geológica Mexicana, v. 31, Núm. 1., Pág. 11-63.

SANDBERG, C. A., ZIEGLER. W. (1979). Taxonomy and Biofacies of Important Conodonts of Late Devonian Styriacus-Zone, United States and Germany. *Geologica Et Palaeontologica*.

SANTANA, S. A. L. (1975). Estudio Geológico Minero del Área La Batalla – San Felipe, Municipio de Sahuaripa, Sonora, Tesis Profesional.

SATO, T. y TAKETANI, Y. (2008). Late Jurassic to Early Cretaceous ammonite fauna from the Somanakamura Group in Northeast Japan *Paleontological Research*, 12 (3), Pág. 261 – 282.

SOLANA, L. J. (2000). Informe Geológico - Minero evaluativo de la mina “La Verde”, ubicada en el Municipio de Arivechi, Sonora: Pachuca, Hidalgo, Consejo de Recursos Minerales, informe técnico, Convenio COREMI – FIFOMI, 15 Pág.

SCHMIDT, G.T. (1978). Geology of the Northern Sierra El Encinal Sonora, México; Thesis of Northern Arizona University, Flagstaff, 80 Pág.

SCHOLZ, C. (2008). Geologia Evolution of the Arivechi Area, Sonora, Mexico. Diploma Thesis, Geologisches Institut Albert – Ludwigs – Universität Freiburg im Breisgau.

STEWART, J. H. y POOLE, F. G. (2002). Inventory of Neoproterozoic and Paleozoic strata in Sonora, Mexico. USGS Open-File Report T-10, Pág. 28.

TALIAFERRO, NL. (1939). An Occurrence of Upper Cretaceous sediments in Northern Sonora, Mexico: *Jour. Geol.* V. 41, Pág. 12-37.

TERÁN, M. G. E. y ORANTE, C. V. (2004). Carta Geológica – Minera Arivechi H12-D56, Escala 1:50, 000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe técnico, 79 Pág.

WELLER, D. (2008). Stratigraphy of the Arivechi Area, Sonora, Mexico. Diploma Thesis, Geologisches Institut Albert – Ludwigs – Universität Freiburg im Breisgau.

WHITE, D. E., GUIZA, R. (1949). Antimony deposits of El Antimonio district, Sonora, Mex. U.S. Geol. Survey, Bull. 962 b., p. 81-199 y Inst. Nac. Invest. Rec. Miner., Bol., No. 23, vol. 1, 48 Pág.

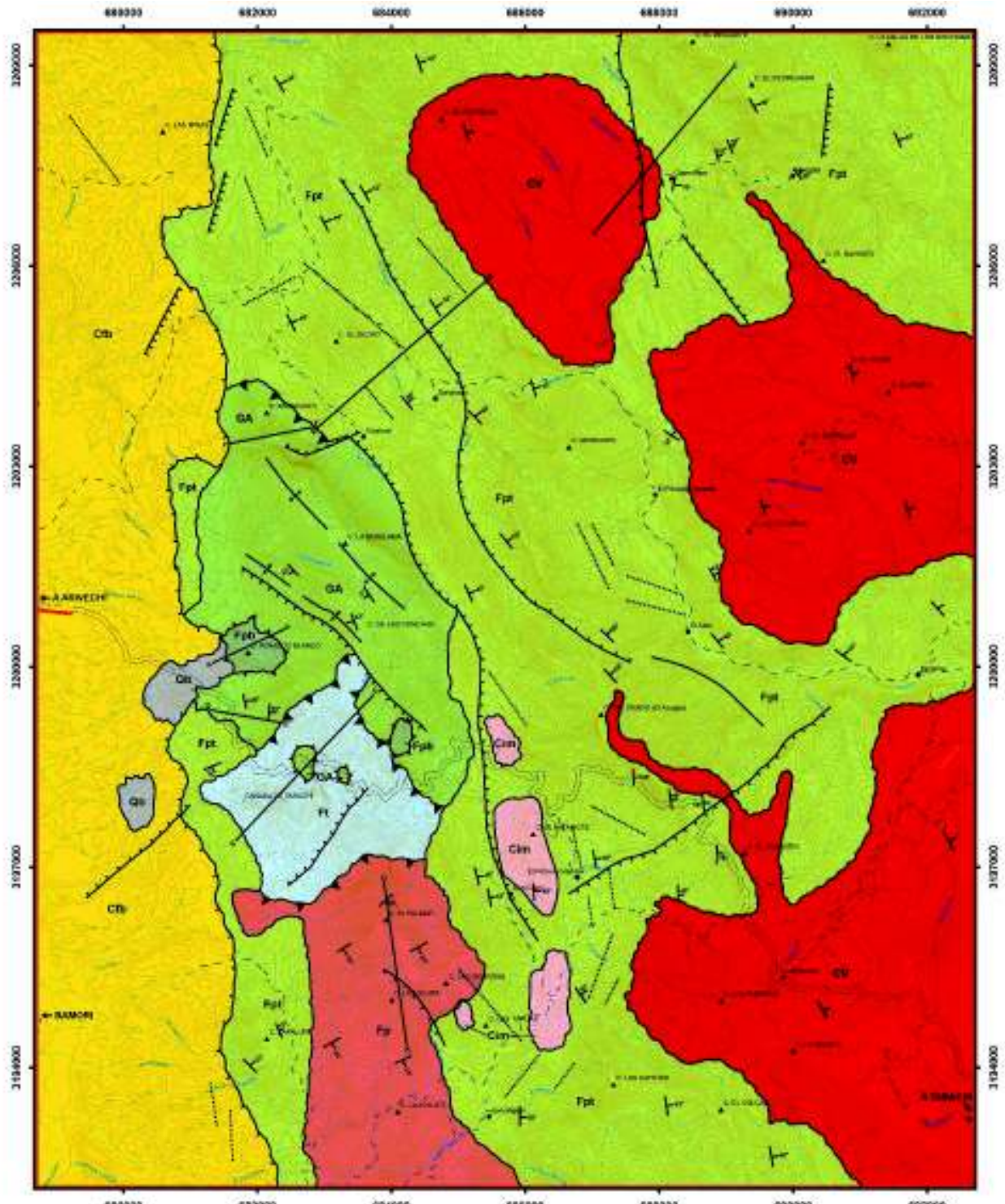
WILLIAMS H., TURNER F. J. y GILBERT C. M., (1968). Petrografía introducción al Estudio de rocas en secciones delgadas. México, CECSA 430 Pág.

VI. ANEXOS

Tabla Estratigráfica del Área del Cerro Las Conchas

Era	Periodo	Época	Formaciones																			
MESOZOICO	Cretácico	Superior	Remond (1866)	Gabb (1869)	Ransome (1904)	King (1939)	Palafox y Martínez (1985)	Minjarez et al. (1985)	Puvelier (1987)	Minjarez (1991)	Fernández y Almazán (1991)	Monreal (1995)	Rivera (2007)	Weller (2008)	Scholz (2008)	Reyes Dulce (2015)	Palafox et al. (2015)	Rodríguez et al. (2015 y 2018a, 2018b)	Este Trabajo (2018)			
		Inferior																				
		Jurásico	Superior																			
		PALEOZOICO	Pérmico	Inferior																		
			Carbonífero (Missisipico)	Medio																		
Inferior																						
PRECÁMBRICO																						

Figura 20. Tabla estratigráfica de la región de Arivechi, Sonora, México. (Modificado de Rivera, 2007; Weller, 2008; Scholz, 2008) se muestran las unidades propuestas en este estudio y de otros autores: Remond (1866); Gabb (1869); King (1939); Martínez y Palafox (1985); Palafox y Martínez (1985); Pubellier (1987); Minjarez (1991); Fernández y Almazán (1995); Monreal (1995); Rivera (2007); Weller (2008); Scholz (2008); Reyes (2015); Palafox, Buitrón, Reyes y Palafox M. (2015); Rodríguez et al. (2015, 2018a, 2018b).



Simbolos Topograficos

- Pistas Aéreas
- Carreteras
- - - Carreteras Secundarias
- Arroyos
- ▲ Centros
- Ranchos
- Curvas de Nivel

Simbolos Geologicos

- Anticlinal
- Contacto Geológico
- Faja Inversa
- Faja Normal
- FRACTURA
- Pseudosinflección

- Sísmica
- Nudo y Echarde
- Secciones
- Ventana Estructural

EXPLICACIÓN

CENOZOICO	CUATERNARIO		Qb	ANÁLITO
		NEÓGENO		Cb
	PALEÓGENO		Cm	FORMACIÓN FIDUITA
			Cm	STRUVAO MONTAÑÉS
MESOZOICO	DETALZO	SUPERIOR	Fpt	FORMACIÓN POTREDO (intercalación de aglomerado, limolita, talos cristalinos, talos blancos, diácos estratos andeolíticos, lutitas y areniscas).
		INTERIOR	GA	GRUPO ARVECH (secuencia formada por un conglomerado, areniscas, lutitas calcáreas, los filosos y calizas masivas con orbitales).
	JURÁSICO	SUPERIOR	Ft	FORMACIÓN TAMCHI (intercalación de lutitas, limolitas, areniscas con belemnitas y ammonitas y brecha limolítica en la parte superior).
PALEOZOICO	PERMIANO	INTERIOR	Fpi	FORMACIÓN PALMAN (alternancia de areniscas y calizas, lutitas, calizas y dolomitas).
		INTERIOR	Fps	FORMACIÓN PIRASO BLANCO (lutitas masivas con biotopápidos y conch).

Mapa Geológico del Área de Amozoc, Sonora, México.
 (Modificado de Palau y Martínez (1995); Mojica y Colaboradores (2016)).
 Amozoc, Sonora, México.
 DISEÑADO POR: JOSE MIGUEL MOJICA ZUÑIGA
 2018