



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

“Alcance Estratigráfico de los Cephalopodos de la Formación Tamaulipas Inferior, en la Localidad de Mazatepec, Puebla”

TRABAJO RECEPCIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓLOGO

PRESENTA

RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ MARICELA

San Luis Potosí, S. L. P., Junio 2010



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
Objetivo.	4
Antecedentes.	5
Metodología.	6
1.-GENERALIDADES DEL ÁREA DE MAZATEPEC, PUEBLA.	12
1.1.-Localización del área de estudio y generalidades	12
1.2.-Vías de comunicación	14
1.3.-Fisiografía del área de Mazatepec, Puebla.	16
1.4.-Geomorfología del área de estudio	17
1.5.-Clima y Vegetación	18
2.-MARCO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.	19
2.1.- Geología Regional del área de Mazatepec, Puebla.	19
2.2.- Geología Histórica.	21
2.3.- Estratigrafía Regional.	22
2.4.- Estratigrafía Local.	23
2.4.1.-Formación Pimienta.	23
2.4.2.-Formación Tamaulipas Inferior.	27
3.-CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DE CEPHALOPODOS DE LA FORMACIÓN TAMAULIPAS INFERIOR DE MAZATEPEC, PUEBLA.	33
3.1.- Generalidades de la Clase Cefalópoda.	33
3.2.- Sistemática paleontológica.	36
4.- ALCANCE ESTRATIGRÁFICO DE LA FAUNA FÓSIL	84
4.1.- Rango Estratigráfico de las especies Identificadas.	85
4.2.- Distribución Estratigráfica en la Formación Tamaulipas Inferior.	87
4.3.- Zonación de la Fauna de Cephalopodos.	87
CONCLUSIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS	95
Anexo 1.- Columna Bioestratigráfica.	

ÍNDICE

FOTOGRAFÍAS, FIGURAS Y TABLAS

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.- Límite estratigráfico entre las Formaciones Pimienta Jurásico Tardío (Thitoniano) y la Formación Tamaulipas Inferior (Berriasiano-Albiano).	6
Fotografía 2.- Levantamiento Estratigráfico y Paleontológico.	7
Fotografía 3.- Limpieza, preparación, reconocimiento y descripción del material paleontológico.	7
Fotografía 4.- Pliegue Chevron	17
Fotografía 5.- Zona de talud turbulenta evidenciado por el mal acomodo de los ammonites.	21
Fotografía 6.- Límite estratigráfico entre las formaciones Pimienta y Tamaulipas Inferior en la localidad de Mazatepec Puebla.	85

FIGURAS

Figura 1.- Forma de la vuelta de los ammonites. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).	8
Figura 2.- Forma de la parte dorsal de los ammonites. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).	9
Figura 3.- Forma de enrollamiento de la concha de los ammonites, punto flotabilidad, punto de gravedad. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).	9
Figura 4.- Forma del enrollamiento de la concha. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).	10
Figura 5.- Forma de la sutura. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).	10
Figura 6.- Principal tipo de ornamentación a describir de los ejemplares, tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).	11
Figura 7.- Localización del área de estudio. Tomado y modificada de López-Caballero. et al. 2007	12
Figura 8.- Vías de Comunicación; Modificado de Google Maps y www.puebla.ws/mapas.htm	15
Figura 9.- Mapa Fisiográfico de la República Mexicana.	16
Figura 10.- Geomorfología (Google Maps).	17
Figura 11.- Columna estratigráfica.	22
Figura 12.- Sutura, tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996)	34
Figura 13.- Ornamentación, tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).	34
Figura 14.- Columna bioestratigráfica y de zonación de cefalopodos	88

TABLAS

Tabla 1.- Relación de especies recolectadas en el área de estudio y su alcance estratigráfico.	86
---	----

INTRODUCCIÓN

Objetivo.- Considerando que son pocos los trabajos de “alcance estratigráfico realizado en base al registro de ammonites” del Cretácico Temprano para una localidad, se aplicó esta metodología para realizar como **objetivo principal** de este trabajo lo siguiente:

“Determinar el Alcance Estratigráfico de los Cephalopodos de la Formación Tamaulipas Inferior, en la Localidad de Mazatepec, Puebla”.

Esto se realizará llevando a cabo primeramente la identificación de las especies recolectadas en la localidad del Río Apulco, en las cercanías de la planta Hidroeléctrica de Mazatepec, Municipio de Tlataquitepec, Puebla. Para ello se aplicará una metodología tomada del Tratado de Paleontología de Cretaceous Ammonoidea, Wright C. et al. 1996; para determinar el alcance estratigráfico del ensamble de ammonites recolectados y ubicados en la columna estratigráfica del área de estudio.

Antecedentes

Entre los trabajos estudiados son los de Cantú – Chapa. 1967 y 1968 sobre el límite Jurásico - Cretácico de Mazatepec Puebla. Uno de los antecedentes que sirvieron como referencia fue el artículo de Parent Horacio. 1988, realiza un estudio para una localidad de una región de Argentina titulado “Upper Callovian to upper Oxfordian Ammonite Biostratigraphy of the transect Chacay Melehue-Sierra de Reyes, Argentina, Bioestratigrafía de Ammonites del Calloviense Tardío al Oxfordiense Tardío en la Sierra de Chacay transversal”. Un segundo trabajo del mismo autor del mismo año 1988 es el titulado “Upper Bathonian and Lower Callovian ammonites from Chacay Melehue”. Barragán - Manzo. 2004 realizan un trabajo sobre Análisis de microfacies y datos micropaleontológicos de la transición Barremiano – Aptiano en la Sierra del Rosario, Durango, México. Ricardo Barragán et. al. 2005 publica un trabajo denominado “Towards a standard ammonite zonation for the Aptian (Lower Cretaceous) of northern Mexico” sobre un estudio de veintisiete especies de ammonites de tres secciones diferentes del norte de México, permiten redefinir los esquemas biozonales del Aptiano; más tarde el mismo Ricardo Barragán et. al. 2008, realizo un trabajo de nombre “Lower Aptian (Lower Cretaceous) ammonites from the basal strata of the la Peña Formation of Nuevo Leon State, northeast Mexico: biochronostratigraphic implications”; en la cual establece que en los estudios paleontológicos de los estratos basales de la Formación La Peña, en el estado de Nuevo León, revelaron una asociación de ammonites representativa de la biozona local indicativa del nivel más superior del Aptiano Temprano. Adatte T. et. al. 2007., publica un trabajo sobre correlación multiestratigráfica del límite estratigráfico Jurásico - Cretácico del noroeste de México, estableciendo las correlaciones micropaleontológicas y macropaleontológicas de varios perfiles reconstruyendo así la paleografía y el ambiente sedimentario. Sin lugar a duda los referentes principales, son los trabajos realizados en el área de Mazatepec los que presenta López – Caballero et. al. 2007., sobre una asociación de ammonites del Jurásico Superior. Un trabajo polémico fue el publicado por Cantú – Chapa en 2008 fue el titulado Controversias Científicas, el Límite Jurásico-Cretácico en Mazatepec, Puebla, este de México. Esto como una disputa internacional por establecer la localidad tipo para este cambio estratigráfico a nivel internacional.

Metodología.

La Metodología de trabajo propuesta comprende diversas etapas:

Trabajo de Campo.

El trabajo de campo se realizó mediante el levantamiento de la columna estratigráfica en el área de estudio: Primero se ubico el límite estratigráfico entre la Formación Pimienta y la Formación Tamaulipas Inferior; Segundo se procedió a medir la columna estratigráfica desde un poco antes del límite entre ambas formaciones así mismo se muestreo capa tanto litológica y paleontológicamente, (Fotografías 1 y 2).



Fotografía 1.- Límite estratigráfico entre las Formaciones Pimienta Jurásico Tardío (Thitoniano) y la Formación Tamaulipas Inferior (Berriasiano-Albiano).



Fotografía 2.- Levantamiento Estratigráfico y Paleontológico

Trabajo de gabinete.

Limpieza, preparación y descripción del material paleontológico. Fotografía 3. El material consta de 282 ejemplares recolectados en el área de estudio; Río Apulco, Mazatepec, Puebla. La nomenclatura usada para marcar los ammonites fue MRMR que significa Maricela Rodríguez Martín Rocha.



Fotografía 3.-Limpieza, preparación, reconocimiento y descripción del material paleontológico.

La metodología para la identificación y descripción de los ammonites es la siguiente, se procedió a identificar la morfología de la concha de las ammonites siendo las siguientes:

1.- Forma de la vuelta de los ammonites, (Figura 1). Esto es de acuerdo a la forma en que la parte dorsal da la vuelta siguiente sobre las anteriores.

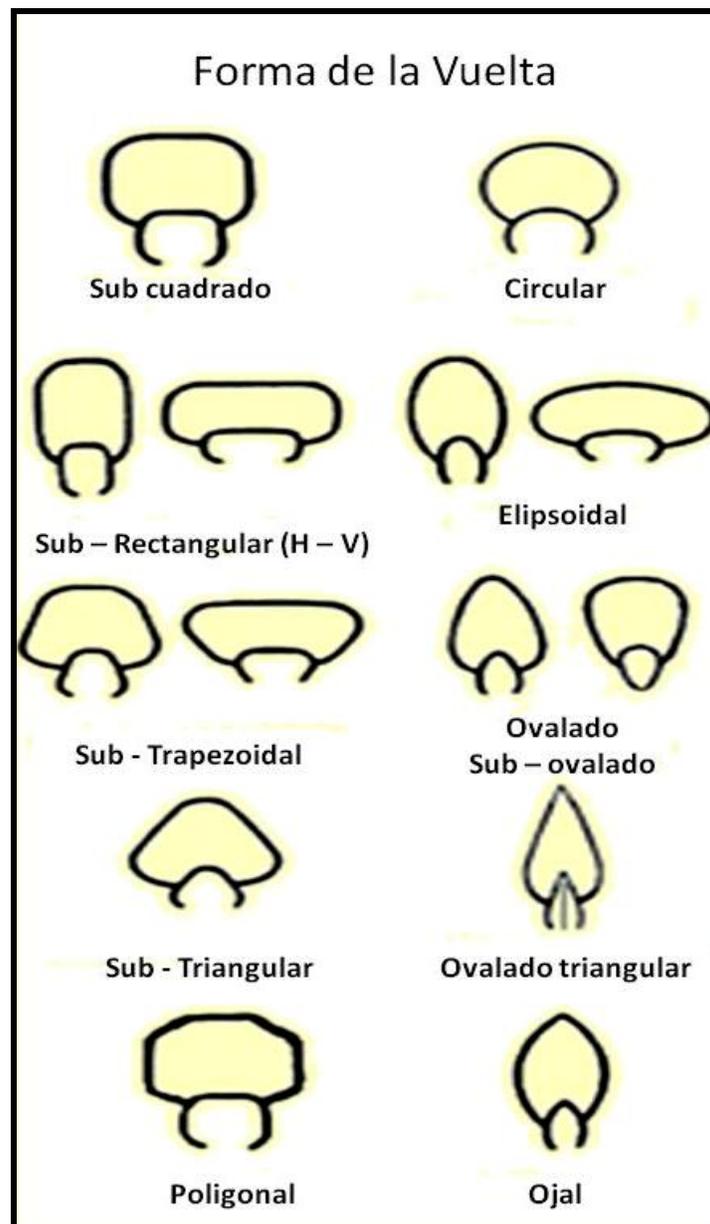


Figura 1.- Forma de la vuelta de los ammonites. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).

2.- La siguiente morfología a identificar, es el perfil de la parte dorsal de la concha, (Figura 2), la cual se puede nombrar de la siguiente manera:



Figura 2.- Forma de la parte dorsal de los ammonites. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).

3.- La siguiente forma por identificar es el tipo de enrollamiento de la concha así como el punto de gravedad y flotación de las conchas esto último es útil para identificar los hábitos de vida de los ammonites, (Figura 3).

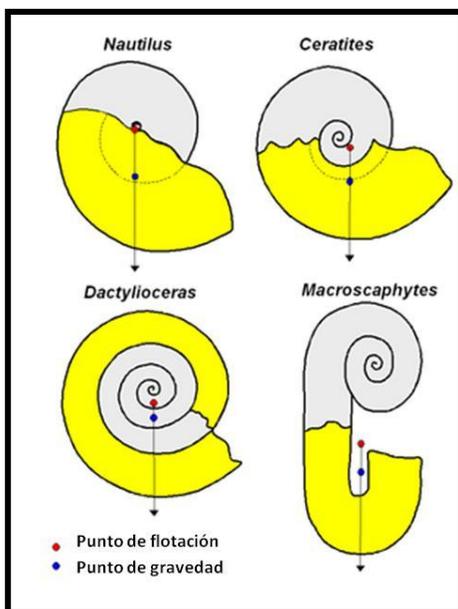


Figura 3.- Tipo de enrollamiento de la concha de los ammonites, punto flotabilidad, punto de gravedad. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).

4.- Forma del enrollamiento de la concha:

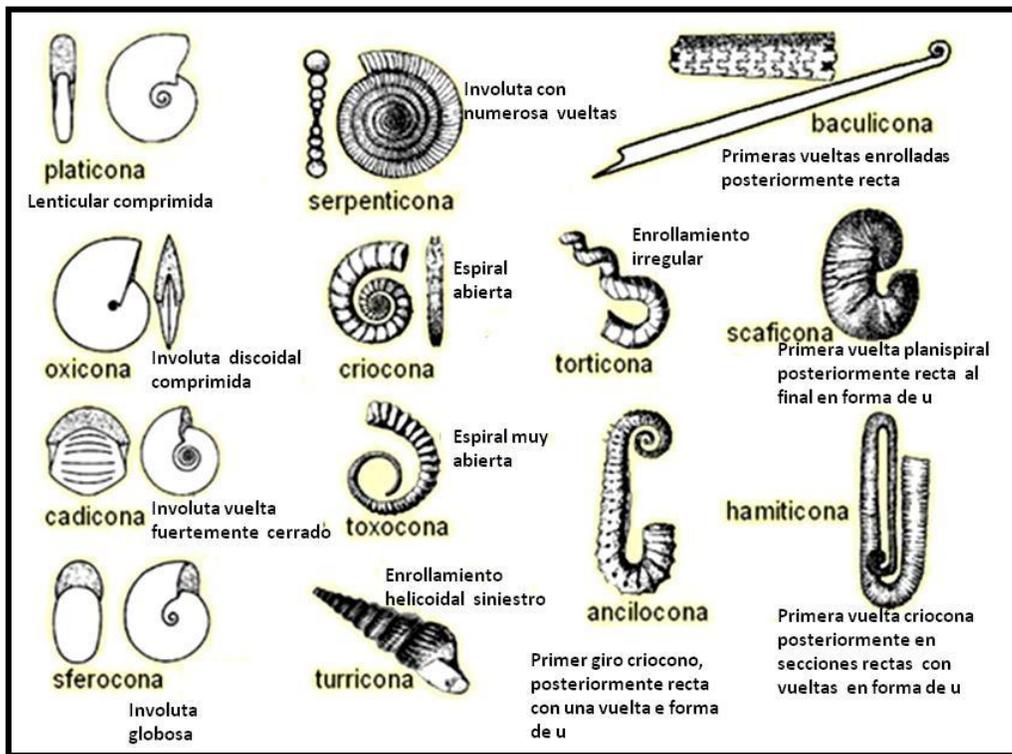


Figura 4.- Forma del enrollamiento de la concha. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).

5.- Tipo de sutura si esta es visible en las muestras:

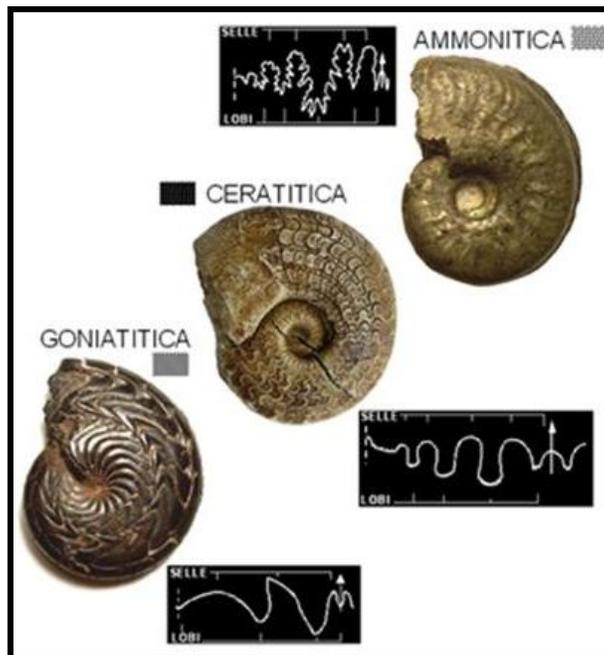


Figura 5.- Forma de la sutura. Tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).

6.- Identificación de la ornamentación de los ammonites.

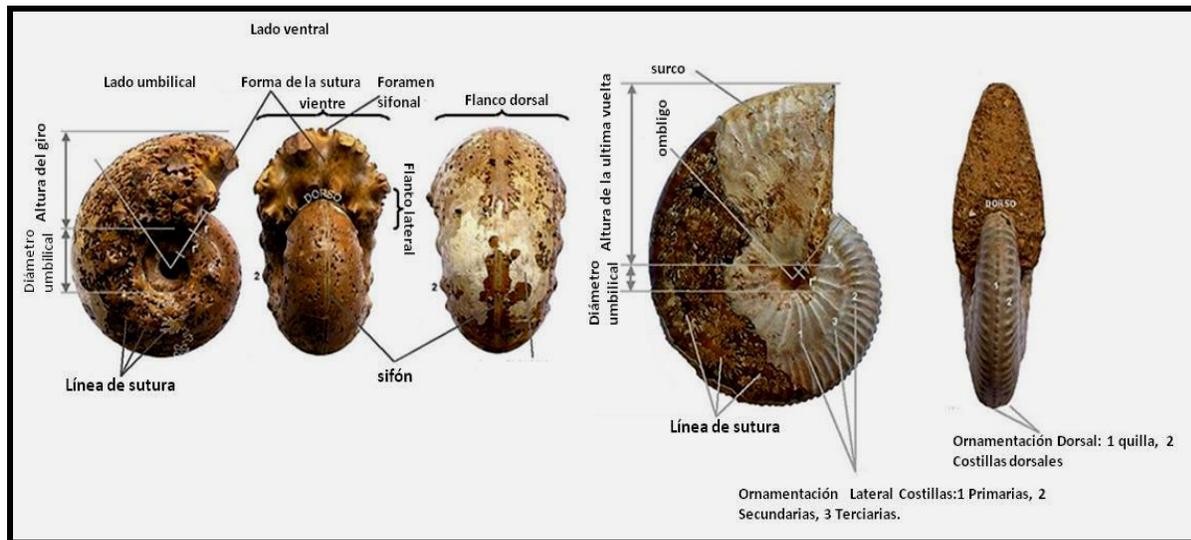


Figura 6.- Principal tipo de ornamentación a describir de los ejemplares, tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).

1.- GENERALIDADES DEL ÁREA DE MAZATEPEC, PUEBLA.

1.1.-Localización del área de estudio y generalidades

Mazatepec está situado en el Municipio de Tlatlauquitepec, este se localiza en la parte noreste del Estado de Puebla, (Figura 7), sus coordenadas son los paralelos $19^{\circ} 36' 24''$ y $20^{\circ} 03' 18''$ de latitud norte y los meridianos $97^{\circ} 14' 42''$ y $97^{\circ} 28' 06''$ de longitud occidental. Parte Sur de la carta F1412 Poza Rica de Hidalgo (INEGI).

Colinda al Norte con Cuetzálán del Progreso, al Este con Chignautla, Atempan y Yaonáhuac, al Sur: con Cuyoaco y al Oeste con Zautla, Zaragoza y Zacapoaxtla. El área de estudio se localiza aproximadamente a 10 minutos de la localidad de Mazatepec, sobre el Río Apulco.

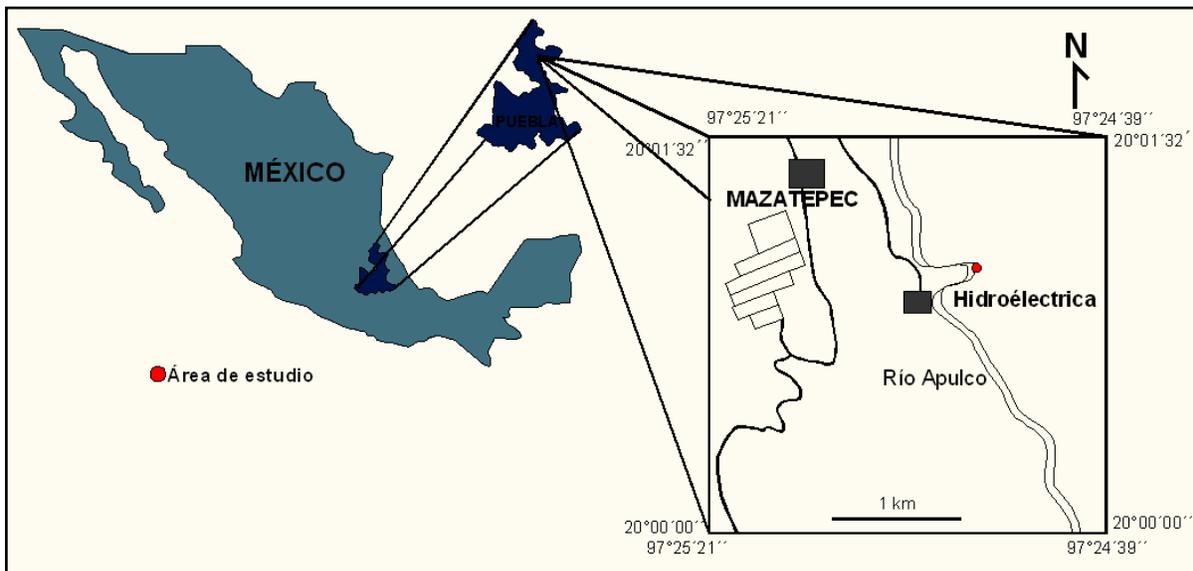


Figura 7.- Localización del área de estudio. Tomada y modificada López-Caballero. et al. 2007

Orografía

En el municipio confluyen tres regiones morfológicas: el extremo noreste se ubica en la porción sur oriental del declive del golfo; la parte central de la Sierra Norte y el Declive Austral de la Sierra de Puebla.

La Sierra Norte o Sierra de Puebla está formada por sierras más o menos individuales, paralelas, comprimidas las unas contra las otras, formando pequeñas intermontañas que aparecen frecuentemente escalonadas hacia la costa; el declive del Golfo es septentrional de la Sierra Norte hacia la llanura costera del golfo de México y se caracteriza por sus chimeneas volcánicas y lomas aisladas; el Declive Austral de la Sierra Norte es en descenso hacia los llanos de San Juan.

Los picos más importantes de esta sierra son: Las Animas, El Cabezón, Acamalotla, Coatetzin, Punta la Bandera, la Cumbre del Mirador y el Cerro Tepequez. Destacan también, los cerros Hueytepec y el Jilotépetl.

De la sierra hacia el norte, el relieve desciende, aunque presenta algunos cerros aislados como El Campanario.

El relieve del municipio es accidentado como característica topográfica principal, presenta un suave y después pronunciado, irregular y larguísimo declive de más de 25 kilómetros de largo que se inicia al sur en la zona montañosa de los oyameles, presenta una altitud de más de 3000 metros sobre el nivel del mar, y culmina en la rivera del Río Apulco, a menos de 800 metros.

Hidrografía

El municipio presenta gran cantidad de ríos que se originan al sur, lo recorren de sur a norte, se van concentrando y desembocan finalmente en el Apulco, que es una caudalosa corriente que tiene un largo recorrido por la sierra norte, donde es represado formando la presa hidroeléctrica de la Soledad (Presa de Mazatepec), al cambiar de dirección hacia el norte, sirve de límite con Ayotoxco. Así mismo, cuenta con algunos arroyos que desembocan en el Apulco, destacan el Chalchihuapan, Coxolesco, Mina de Guadalupe, Xocololoyaco y Agua Santa. Un buen número de manantiales y un

complejo sistema de acueductos van de Zaragoza a Tlatlauquitepec, de Gómez Poniente a Tzinacatepec, de Tepeteno a Yaonáhuac, a la Presa a Mazatepec. Los ríos que se originan en la parte sur del municipio, lo recorren de sur a norte hasta topar con la sierra que se levanta en la parte central entre San Agustín Chagchaltzin y el Progreso; se desvían hacia el oriente y se concentran en el Xucayucan, ya fuera del municipio, los ríos que forman el Xucayucan son: el Atemeza, Xochihuatzaloyan, Atemochicha, Jardín, Acongo, Balastrera, Tochimpa, Ajocotzingo, Comalco y Santiago.

1.2.-Vías de comunicación

Al pueblo de Mazatepec, Puebla se puede llegar por la carretera México-Veracruz, vía Teziutlán, Puebla a 2.3 km. Del poblado de Tlatlauquitepec, existe la desviación que conduce a la Presa de Mazatepec; de donde continúa hasta el pueblo del mismo nombre: a partir del kilómetro 36.9 de la carretera Tlatlauqui-Mazatepetec. (Figura 8).

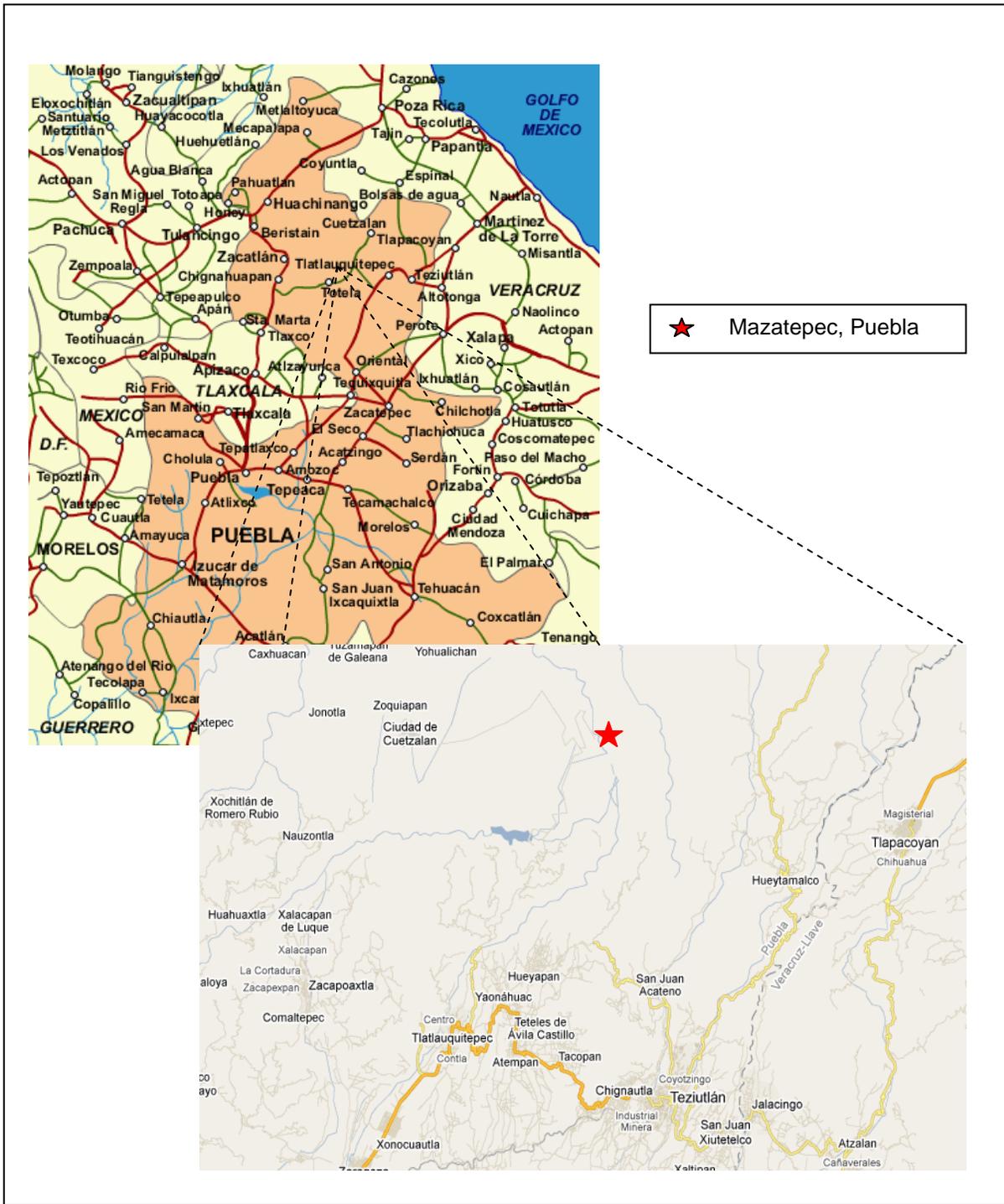


Figura 8.- Vías de Comunicación; Tomado y modificado de Google Maps y www.puebla.ws/mapas.htm

1.3.-Fisiografía

La zona de estudio se encuentra en los límites de tres Provincias Fisiográficas; al sur de la Provincia Fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental, y colindando con la Llanura Costera del Golfo Norte y el Eje Neovolcánico. (Figura 9).

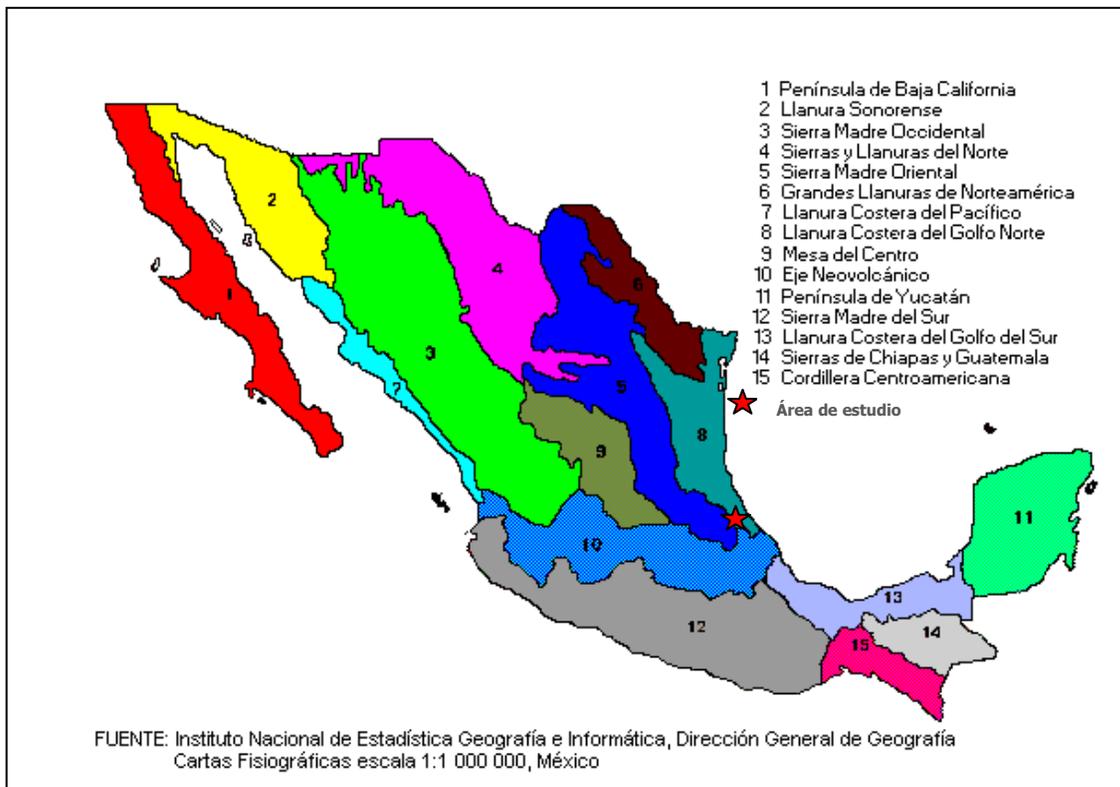


Figura 9.- Mapa Fisiográfico de la República Mexicana.

1.4.-Geomorfología

En el área de estudio, la geomorfología se caracteriza por su etapa juvenil, con topografía escabrosa debido a la rápida erosión. Presenta elevaciones que van desde los 200 msnm hasta los 1200 msnm. El drenaje es de tipo dendrítico, (Figura 10). La zona se caracteriza por tener una secuencia de rocas Mesozoicas como lo son lutitas de la Formación Pimienta y Calizas de la Formación Tamaulipas Inferior.

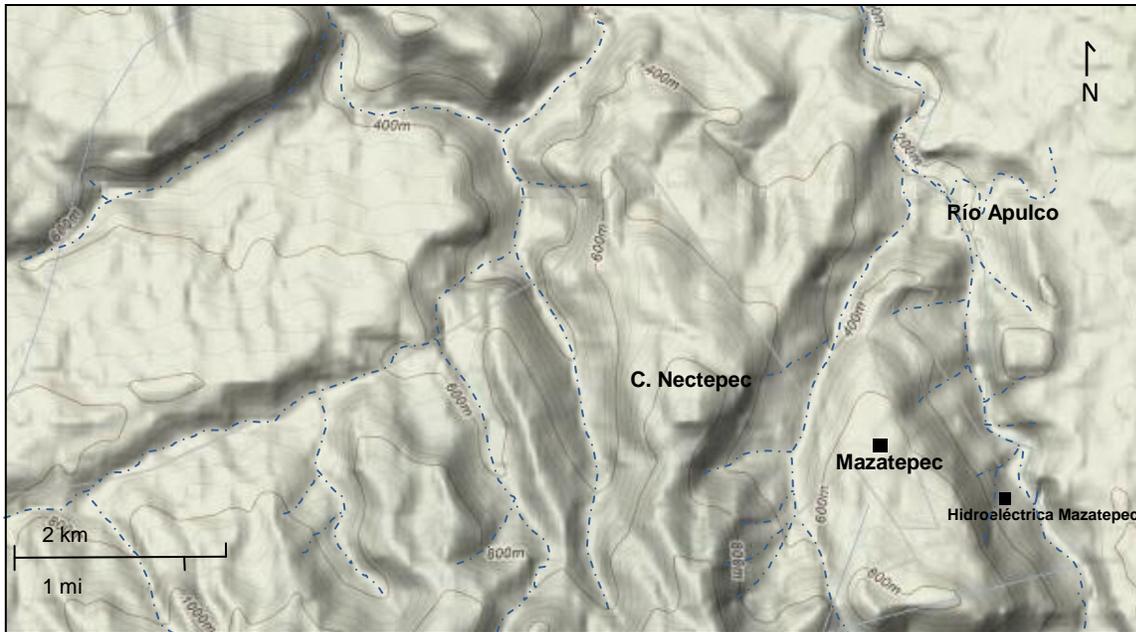


Figura 10. - Geomorfología (Google Maps).

Se encuentran plegadas fuertemente como consecuencia del efecto de la Revolución Laramídica donde se generaron estructuras de pliegues, como el de tipo chevron. (Fotografía 4), y fallas de tipo Cabalgamiento.



Fotografía 4.- Pliegue Chevron.

1.5.-Clima y Vegetación

Clima

Por su localización y extensión, presenta una gran variedad de climas, que señala la transición entre los climas templados de la sierra norte y los cálidos del declive del golfo. Se identifican los siguientes climas:

Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, se localiza en las áreas montañosas del sureste. Templado subhúmedo con lluvias en verano, ocupa una franja al sur. Templado húmedo con abundantes lluvias en verano en un área de la parte central, Templado húmedo con lluvias todo el año, en una amplia franja de la parte central.

Vegetación

Principales Ecosistemas

El municipio ha perdido una buena parte de su vegetación original, las zonas centro y sur muestran áreas reducidas de pino-encino y oyamel, predominando el pino colorado, roble y oyamel.

Al norte, los bosques son más abundantes, encontrándose bosque mesófilo de montaña, constituido por liquidámbar y jaboncillo. Las áreas desforestadas han sido incorporadas a la actividad agropecuaria, grandes zonas al centro y sur se dedican a la agricultura temporal. Al norte representa áreas extensas de pastizal inducido, que crecen a costa de los bosques. En fauna se cuenta con conejos, ardillas, tuzas, armadillo y variedad de reptiles, y una gran variedad de aves.

Habiendo existido en el municipio, venado temazate, pumilla, tigrillo, los cuáles se extinguieron por la excesiva cacería y por los desmontes.

Recursos Naturales

Bosques, bancos de arena, caleras, barro, arcilla roja y variedad de maderas.

2.- MARCO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

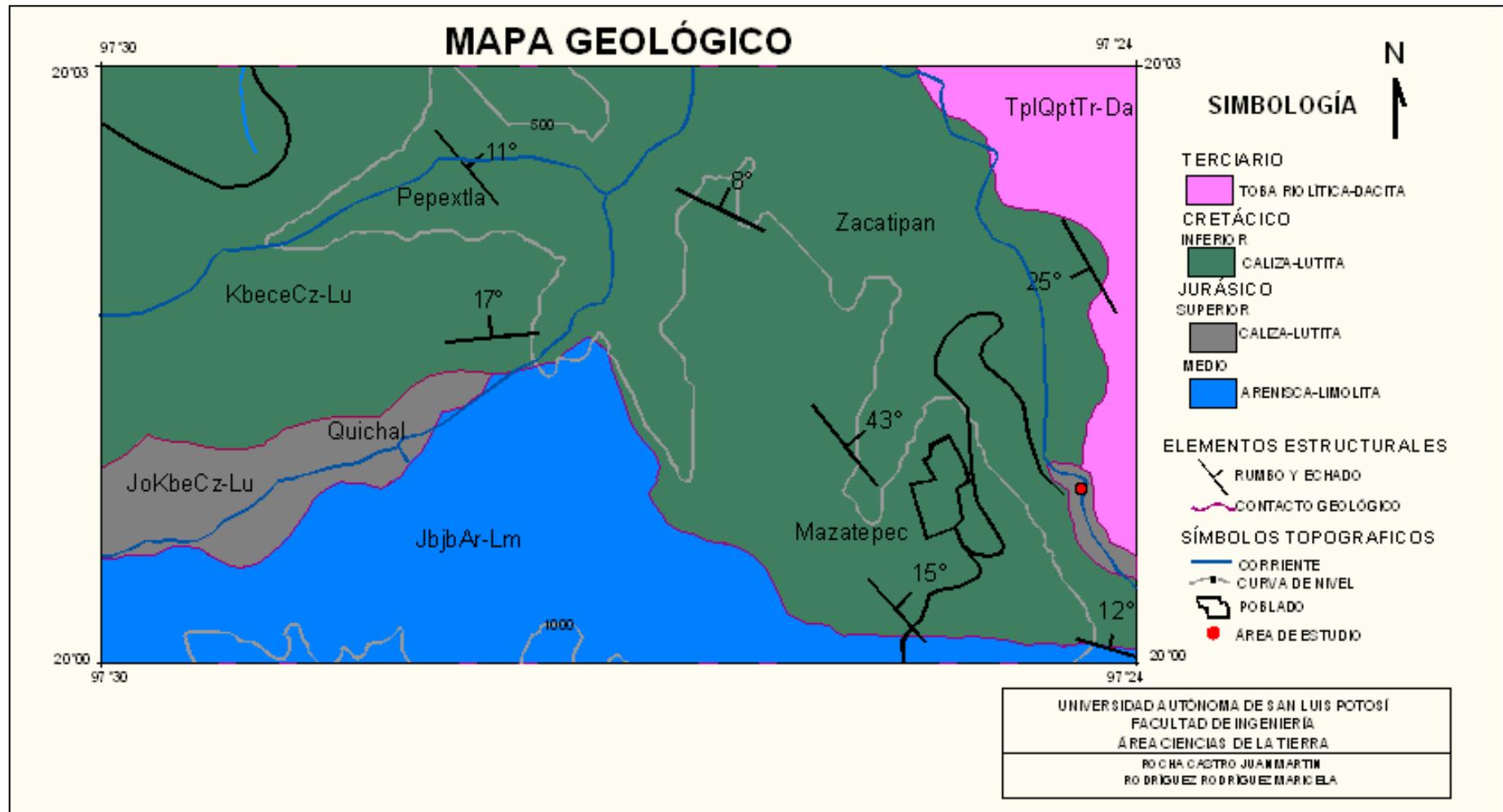
2.1. Geología Regional

En el área de estudio se encuentran rocas sedimentarias del Jurásico, Cretácico y rocas volcánicas del Terciario.

La Formación Cahuizas (JbjbAr-Lm) es la unidad más antigua que aflora en el área de estudio, según Imlay, 1948; Erben, 1956 y posteriormente Carrillo-Bravo, 1958 la describen como un conglomerado, arenisca y limolita de color rojo, en estratos de 20 a 90 cm, se encuentra en la parte Sur del área de estudio. Esta cubierta transicionalmente por la Formación Pimienta (JoKbeCz-Lu), Heim, 1926 la describe como una serie de caliza densa, negra, y/o blanca de estratificación delgada rica en capas de pedernal negro, constituida por capas de caliza micrítica arcillosa, de color gris a negro, cuyos espesores varían de 20 a 30 cm, las cuales alternan con capas de lutita de color gris de 15 a 25 cm de espesor; así mismo, la presencia de lentes de pedernal negro y capas delgadas de bentonita. Esta formación aflora ocasionalmente a lo largo del Río Apulco así como en una pequeña porción al este del área (Mapa 1).

Subyacen concordantemente y transicionalmente a la Formación Tamaulipas (KbeceCz-Lu). Carrillo, 1965 la describe como calizas medianas, de 25 a 30 cm hasta medio metro de espesor, con nódulos y lentes de pedernal color crema y con estilolitos gruesos generalmente paralelos a los planos de estratificación. Aflora a lo largo del Río Apulco y casi toda el área de estudio.

El vulcanismo está representado en el área por tobas de composición riolítica a dacítica (TpiQptTR-Da) que cubren discordantemente a todo el paquete sedimentario. (Mapa 1). En el área se observan estructuras de plegamientos.



Mapa 1.-Geología Regional del área de Mazatepec, Puebla. Tomada y modificada de Servicio Geológico Mexicano.

2.2. Geología Histórica

A finales de Jurásico se presenta un hundimiento del Cratón del Golfo de México dando origen a una gran cuenca jurasica donde se depositaron la Formaciones Pimienta, que es correlacionable en la zona norte con la Formación La Caja y Formación La Casita, contaron con aportes de aguas de corrientes frías, provenientes del antiguo Mar de Tetis así lo demuestra el tipo de sedimentos. Hacia el Cretácico Temprano, se presenta como una zona de estabilidad en lo que polémicamente se conoce como el Macizo de Teziutlan, donde comienza a depositarse gradualmente la Formación Tamaulipas Inferior, en un cambio gradual de profundidad donde debido a la disminución del gradiente, esta caliza tiene características bastante puras que es de color gris con intercalación de horizontes de bentonita, lo que nos permite deducir una disminución del nivel de profundidad, para lo que se conoce como el Paleogolfo de México ubicando esta caliza en un ambiente somero de plataforma carbonatada y en zona de talud según evidencias verificadas en el área de estudio,(Fotografía 5).



Fotografía 5.- Zona de talud turbulenta evidenciado por el mal acomodo de los ammonites.

La precipitación de los carbonatos y formación de arrecifes para la parte oriental de México se favorecen por la disminución de la profundidad del cuerpo marino, incremento de la temperatura del agua, disminución de la salinidad y solubilidad de los carbonatos de calcio que precipitan en este tipo de aguas someras y calientes.

2.3. Estratigrafía Regional

En la región, las principales formaciones que afloran son La Formación Cahuasas; constituida por limolita roja, arenisca y conglomerado, de estratos que varían de 20 a 90 cm; La Formación Pimienta la cual consiste de caliza arcillosa de capas de 10 a 40 cm alternando con lutita calcárea, presenta clivaje y pliegues sin sedimentarios; la Formación Tamaulipas que consta de calizas con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación, sus estratos van de espesores de .20 a 1 metro; y derrames de basalto del Pleistoceno (Figura 11).

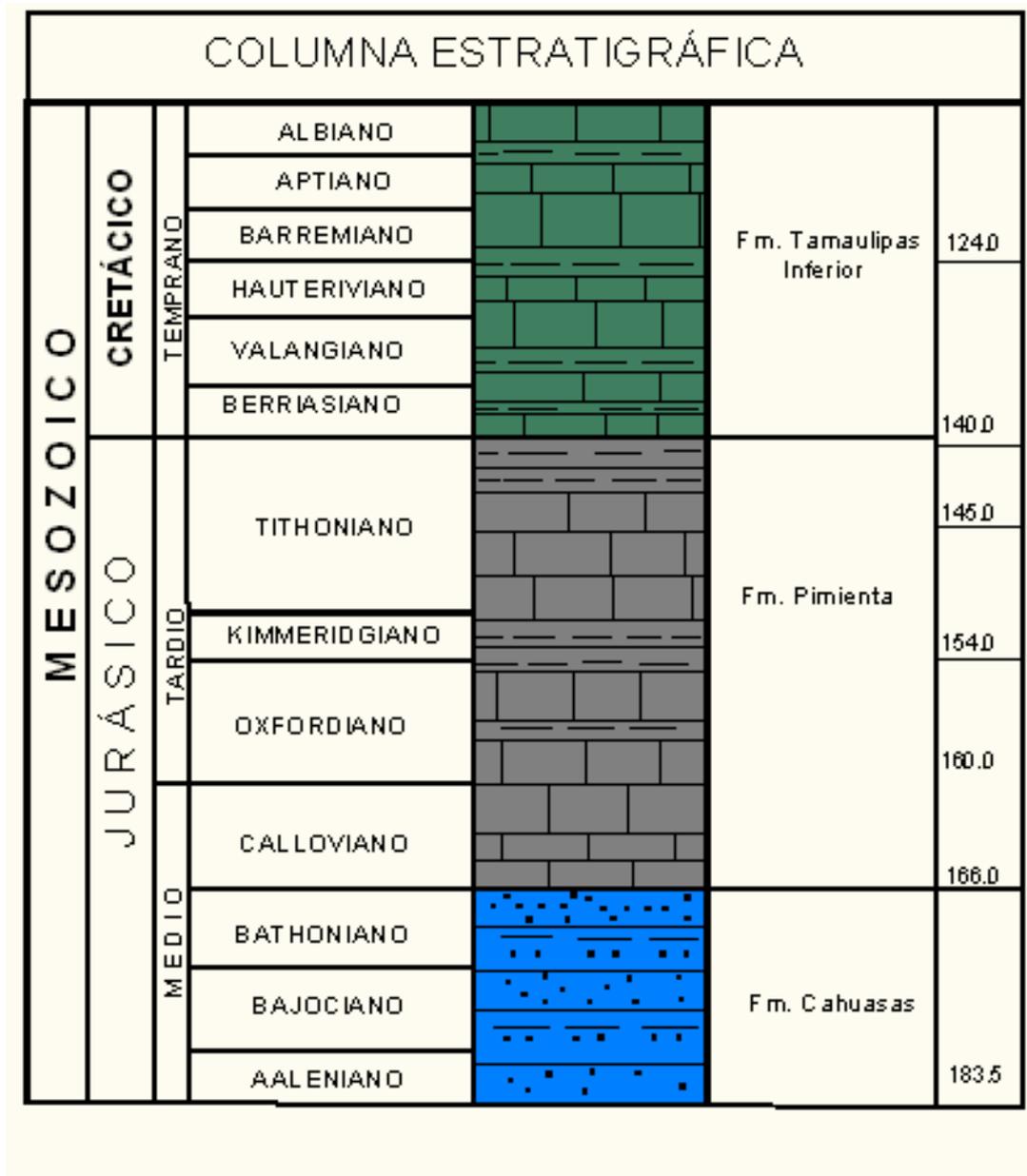


Figura11.- Columna estratigráfica.

2.4. Estratigrafía Local

2.4.1. Formación Pimienta

Jurásico Tardío (Tithoniano)-Cretácico Temprano (Berriasiano/Valanginiano)

Localidad tipo:

Se encuentra ubicada 1 km al norte del poblado La Pimienta, al surponiente de Tamán, San Luis Potosí (Suter, 1990).

Heim (1926) propone informalmente esta unidad, a la cual nombró Capas Pimienta, asignándoles una edad de Tithoniano; este mismo autor en 1940 se refiere a esta unidad como Series Pimienta. Reyes (1964 en Cantú-Chapa, 1971) consideró que esta unidad en su localidad tipo, era del Cretácicotemprano según la microfauna, por lo que propuso en su lugar una nueva unidad litoestratigráfica denominada Formación Cueva de Arrieros. Finalmente, Cantú-Chapa (1971) menciona que dadas las características litológicas de las rocas que Reyes (1964) propone como Formación Cueva de Arrieros, estas pertenecen a la Formación Pimienta tal y como fue propuesto por Heim (1926).

Descripción litológica

En la descripción original Heim (1926) menciona que está constituida por una serie de caliza densa, negra, y/o blanca de estratificación delgada rica en capas de pedernal negro. Esta unidad está constituida por capas de caliza micrítica arcillosa, de color gris a negro, cuyos espesores varían de 20 a 30 cm, las cuales alternan con capas de lutita de color gris de 15 a 25 cm de espesor; así mismo, recalca la presencia de lentes de pedernal negro y capas delgadas de bentonita en la cima de la sucesión estratigráfica (Cantú-Chapa, 1984). Aguilera (1972) diferencia dos facies calcáreas, denominadas facies calcáreo-arcillosa con pedernal y facies calcárea-terrágena, la primera constituida por mudstones arcillosos, gris oscuro, ligeramente piritizados con interestratificaciones delgadas de lutita negra laminar, bentonita y lentes de pedernal negro; la segunda facies se caracteriza por mudstones de colores claros, con poca arcilla, y lentes de pedernal; así como de mudstones recristalizados de color oscuro y mudstones arcillosos. Hermoso de la Torre y Martínez-Pérez (1972) mencionan que la parte inferior de esta unidad está constituida por caliza

negra arcillosa de estratificación delgada, que alternan con capas de lutita de color negro, así como con capas de bentonita y pedernal negro, mientras que la parte superior presenta caliza arcillosa de color pardo oscuro, con intercalaciones de lutita y nódulos de pedernal negro. En general consiste de mudstone y wackestone arcilloso, de color negro a gris oscuro, carbonoso, dispuestos en capas que varían de 5 a 30 cm de espesor, con los que se intercalan lutitas calcáreas y lutitas laminares negras ricas en materia orgánica. Además, son comunes lentes y nódulos de pedernal negro, lutitas bentónicas y lechos de bentonita de color gris a verde (PEMEX, 1988). En otra descripción, se menciona que la unidad consiste en: 1) caliza micrítica negra, con estratificación delgada e intercalaciones y nódulos de pedernal negro, 2) caliza arcillosa que contiene algunas concreciones esféricas de caliza y 3) lutita, en partes bentónica, de color café-rojizo y verdusco; existen algunas variaciones de la litología: la unidad se vuelve más calcárea y, por lo tanto, menos distinguible hacia la Plataforma Valles-San Luis Potosí, en el área situada al sur del Río Moctezuma, donde aumenta el espesor a unos 500 m; existe una intercalación de brecha sedimentaria en esta unidad al oriente de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, los componentes están poco redondeados y pobremente clasificados; en la parte alta de la formación, a lo largo del camino La Gloria-Neblinas y de la carretera federal 120, al norte de Xilitlilla se puede observar packstone graduado, bioclástico-oolítico-litoclástico intercalado con caliza pelágica, laminada, de textura mudstone (Suter, 1990).

Espesores

Heim (1926) estima un espesor aproximado de 100 a 200 m en La Pimienta y menor al este de Villa La Vega. En el área de Tamán, San Luis Potosí, Hermoso De La Torre y Martínez-Pérez (1972) reportan un espesor incompleto de 195 m en la sección aflorante en el Río Moctezuma, mientras que Pedrazini y Basañez (1978) mencionan que su máximo espesor se presenta en esta sección, donde supera los 600 m. Por su parte, PEMEX (1988) mencionan que los espesores de esta unidad en superficie varían desde unos 60 m hasta 300 y 500 m, y en subsuelo reportan 86 m. De manera general se han reportado espesores muy variantes, lo cual según algunos autores es debido a la paleotopografía (Pedrazini y Basañez, 1978) y a la tectónica de compresión (Suter, 1980, 1990).

Distribución

Esta unidad se encuentra distribuida en el área de Tamán, San Luis Potosí y Río Apulco, Puebla (Cantú-Chapa, 1971). Asimismo, se encuentra al oriente de México, desde la porción sur de la Cuenca de Burgos y áreas adyacentes de la Península de Tamaulipas, así como en el frente de la Sierra Madre Oriental (PEMEX, 1988). López-Ramos (1979) menciona que se distribuye intermitentemente a lo largo de la Sierra Madre Oriental desde Tezuitlán, Puebla hasta el sur de Galeana, Nuevo León, puede apreciarse en los grandes cañones de los Ríos Vinasco, Carpinteros y Moctezuma; también se encuentra en los anticlinorios Huayacocotla y Huizachal. En subsuelo se ha reportado su presencia sobre la Plataforma Valles-San Luis Potosí a una profundidad de 1857 bmr (Carrillo-Bravo, 1971).

Relaciones estratigráficas

Subyace concordantemente a la Formación Chapulhuacán, al nororiente de la Plataforma Valles-San Luis Potosí y a La Formación El Abra, en el Pozo Valle de Guadalupe-1; suprayace concordantemente a la Formación Tamán, excepto al surponiente de Iztapala, donde yace directamente sobre el basamento metamórfico (Formación Huiznopala). Cantú-Chapa (1971, 1984), Carrillo-Bravo (1971), Hermoso De La Torre y Martínez-Pérez (1972) mencionan que el contacto inferior de la Formación Pimienta es transicional y concordante con la Formación Tamán y el contacto superior es también concordante y transicional con la Formación Tamaulipas Inferior. Por otro lado, PEMEX (1988) reportan que su contacto inferior es concordante sobre las formaciones Zuloaga, Olvido, San Andrés, San Pedro (?), Chipoco y Tamán, o bien sobre los sedimentos de edad Kimmeridgiano sin nombre formacional del subsuelo de la porción oriental y nororiental de la cuenca del sureste; el contacto superior también es concordante bajo los carbonatos de la base de la Formación Tamaulipas Inferior y con los de edad Berriasiano en la parte oriental de la cuenca del sureste. En la Cuenca Tampico Misantla pozo 2 Chicontepec, esta unidad se encuentra cubriendo concordantemente y de manera transicional a las formaciones Tamán y Chipoco y se sugiere una concordancia con la Formación San Andrés; asimismo, subyace a la Formación Tamaulipas Inferior (Pedrazini y Basañez, 1978).

Contenido paleontológico

Cantú-Chapa (1971) reporta una gran cantidad de ammonites de importancia bioestratigráfica pertenecientes principalmente a los géneros *Mazapilites*, *Haploceras*, *Suarites*, *Parodontoceras*, *Proniceras*. Aguilera (1972) reporta los siguientes microfósiles: *Calpionella* sp., *Globochaete alpina* y *Fibrosphaera* sp. Bonet (1956) y Adatte et al. (1994) reportan a *Calpionella alpina*, *Tintinnopsella carpathica* y *Crassicolaria* sp. del Berriasiano Temprano. *Calpionella eliptica*, *C. alpina*, *Calpionellites darderi*, *Tintinnopsella oblonga*, *T. longa* (Cantú-Chapa, 1967; Velasco-Torres y Sepúlveda De León, 1973).

Edad

En su descripción original Heim (1926) menciona que no se encontraron fósiles; sin embargo, agrega que la edad puede ser Portlandiano (Tithoniano). Cantú-Chapa (1971) asigna una edad con base en ammonites desde la cima del Tithoniano Temprano al Tithoniano Tardío en el área de Tamán, San Luis Potosí y Río Apulco, Puebla. López-Caballero (2006) asigna una edad de Tithoniano Temprano (Zona Semiforme/Verruciferum) al Tithoniano Tardío (Zona Simplisphinctes) para la Formación Pimienta en Mazatepec, Puebla. Por otro lado, Bonet (1956) reporta la presencia de *Calpionella eliptica* y *Tintinnopsella carpathica* en muestras recolectadas en la Formación Pimienta, los cuales sugieren una edad de Berriasiano. Finalmente, Salvador (1991) menciona que en la parte superior de la Formación Pimienta Cantú-Chapa (1967), Velasco-Torres y Sepúlveda De León (1973) reportan la presencia de tintinidos (*Calpionella eliptica*, *C. alpina*, *Calpionellites darderi*, *Tintinnopsella oblonga*, *T. longa*, los cuales indican una edad del Tithoniano Tardío a posiblemente Cretácico Temprano (Berriasiano-Valanginiano). Por lo anterior, se considera que la Formación Pimienta tiene un alcance del Tithoniano al Berriasiano/Valanginiano.

Ambiente de depósito

Ambiente de plataforma sumergida inestable, de aguas tranquilas, claras y salinidad normal (Aguilera, 1972). Varía de plataforma externa a cuenca, con baja energía (PEMEX, 1988, Salvador, 1991). Esta unidad refleja aporte de terrígenos y numerosos estratos de bentonita y pedernal negro en estratos (lentes y nódulos) los

cuales indican la existencia de actividad volcánica para este tiempo probablemente en el oeste de México (Salvador, 1991).

Correlación

López-Ramos (1979) y Olóriz et al. (2003) la correlacionan con la Formación La Casita. Según el análisis realizado de la información publicada por Salvador (1991), se considera que esta unidad se correlaciona en tiempo con las Formaciones Las Trancas (Querétaro e Hidalgo), parte superior de La Casita (noroeste de México), Bosier (Sur de Texas), parte superior de La Tepexilotla (área de Córdoba) y más hacia el sur con la parte media de La Caliza Chinameca.

2.4.3. Formación Tamaulipas Inferior

(Cretácico Tardío)

Localidad tipo

No designada. Originalmente reportada en una amplia zona de la Sierra de Tamaulipas (Belt, 1925).

Muir (1936) cita a Stephenson (1922) como el primer autor que en un informe inédito realizado para la “Mexican Gulf Oil Company” en 1921 introduce el término “Caliza Tamaulipas”. Belt (1925) en su artículo, ya publicado, emplea de manera indistinta los términos “Caliza Tamaulipas” y Formación Tamaulipas, la cual refiere a la Serie Comancheana de edad Aptiano Tardío - Albiano, que constituye en tiempo, parte del depósito de la Formación Tamaulipas Superior. Muir (1936) establece a sugerencia de Burckhardt, la división de la informal Caliza Tamaulipas de Stephenson (1922) en: Tamaulipas Inferior (Neocomiano Inferior – Aptiano) y Tamaulipas Superior (Albiano –Cenomaniano), situando al Horizonte Otates entre ambas unidades. Humphrey y Díaz (1953, in Longoria, 1975) consideran que la unidad litoestratigráfica que infrayace al Horizonte Otates, o sea, La Tamaulipas Inferior es La Formación Cupido, lo cual es incorrecto por tratarse de unidades litoestratigráficamente diferentes (Longoria, 1975). Longoria (1975) comenta que Belt (1925) definió el término Caliza Tamaulipas, por lo cual, aquel establece una división tripartita basado en esta idea, al proponer los términos Miembro Caliza La Borrega, Miembro Caliza Otates y Miembro Caliza Nacimiento en sustitución de aquellos,

respectivamente, denominados según él, de manera informal por el gremio geológico, Formación Tamaulipas Inferior, Horizonte Otates y Formación Tamaulipas Superior. Sin embargo, Belt (1925) como ya se había comentado, llama indistintamente a la unidad tanto Caliza Tamaulipas como Formación Tamaulipas, por lo tanto, la propuesta de Longoria no está fundamentada del todo, aunado al hecho de que, en las inmediaciones del poblado de La Borrega en el Cañón del mismo nombre no afloran rocas de edad equivalente al Neocomiano (Muir, 1936; Carrillo, 1955); además, por otra parte, Longoria (1975) asevera que Muir (1936) había considerado al Cañón de La Borrega como localidad tipo de la Caliza Tamaulipas, y la realidad es que Muir (1936) designó al Cañón de La Borrega como sección tipo de la Caliza Tamaulipas, pero la de edad Albiano – Cenomaniano (Muir, 1936), la cual corresponde a la Formación Tamaulipas Superior, no a la Inferior, por lo tanto, el término Miembro Caliza La Borrega no justifica una sustitución al de Formación Tamaulipas Inferior; además, Longoria (1975) también basa su propuesta de desaparecer la división tripartita de Muir (1936), en el artículo 16d del Código de Nomenclatura Estratigráfica de 1961, el cual no tiene artículo equivalente con el actual de 1983.

Descripción litológica

Carrillo (1965) describe en las áreas del Río Chinameca y en los caminos Yatipán - Tianguistengo y Cholula, Veracruz, concernientes a una parte del Anticlinorio de Huayacocotla, la Formación Tamaulipas Inferior, como calizas de grano fino y color crema grisáceo y crema amarillento en capas medianas y gruesas, con estilolitas bien desarrolladas y paralelos a los planos de estratificación y nódulos irregulares y de forma esferoidal de color castaño oscuro y gris claro; se observan también, algunos cuerpos de calizas clásticas distribuidos en forma irregular. Esta unidad subyace concordantemente al horizonte Otates y sobreyace la Formación Pimienta; contiene microfauna del Valanginiano – Hauteriviano y del Barremiano Temprano. Longoria (1975) comenta que la división tripartita de la Caliza Tamaulipas es de fácil reconocimiento en la Sierra de Tamaulipas como un área tipo; y a lo que él denomina Miembro Caliza La Borrega, que no es otra cosa que la Formación Tamaulipas Inferior.

Como ya se vio con anterioridad, la describe como “calizas medianas, de 25 a 30 cm hasta medio metro de espesor, con nódulos y lentes de pedernal color crema y con estilolitos gruesos generalmente paralelos a los planos de estratificación”. Castro y Martínez (1977), Martínez y Bello (1977) y Bello (1978) dividen la Formación Tamaulipas Inferior en siete unidades informales basadas en los caracteres eléctricos, litológicos y en el contenido microfaunístico. De la base a la cima las unidades constan de la siguiente descripción litológica: a) caliza crema a crema grisáceo y café claro, criptocristalina y compacta, en partes de aspecto cretoso, suele a veces estar parcialmente recristalizada, ligeramente arcillosa, y con escasos nódulos de pedernal e intercalaciones de bentonita (microfacies de biomicrita, intramicrita y micrita fosilífera) ; b) caliza café a café claro y oscuro, ligeramente arcillosa, criptocristalina, y caliza crema con presencia de pedernal y bentonita (microfacies de intrabiomicrita y biomicrita); c) caliza gris claro a gris cremoso y caliza café a café claro, con escaso pedernal ámbar y café oscuro, bentonita verde y blanca (microfacies de intrapelmicrita fosilífera, intramicrita fosilífera, biomicrita y micrita fosilífera); d) caliza crema criptocristalina, y café a café claro microcristalina con intercalaciones de bentonita verde claro, y escaso pedernal blanco y negro, ligeramente fracturada (microfacies de biomicrita y micrita fosilífera); e) caliza crema criptocristalina, y café claro a café oscuro arcillosa microcristalina, y en ocasiones con aspecto cretoso (microfacies de biomicrita y en menor cantidad micrita fosilífera); f) caliza gris, gris oscuro y café oscuro, microcristalina compacta, ligeramente arcillosa, presentándose en su parte inferior una caliza café oscuro a negra y arcillosa (microfacies de biomicrita arcillosa y menos común micrita fosilífera arcillosa); g) caliza gris a gris claro, con microfracturas, así como escasos nódulos de pedernal gris oscuro a negro (microfacies de biomicrita arcillosa a micrita fosilífera arcillosa).

Regionalmente, la Formación Tamaulipas Inferior tiende a ser más calcárea al occidente, ya que hacia el oriente en el subsuelo, el contenido de arcilla se ve incrementado, según puede deducirse de la litología comparativa de afloramientos en La Mesa Central de México y el material de subsuelo de la Planicie Costera del Golfo de México del norte del Estado de Veracruz (Castro y Martínez, 1977 y Martínez y Bello, 1978).

PEMEX (1988b): Litológicamente consiste de wackestone y mudstone de color gris y gris oscuro, con abundante microfauna de organismos planctónicos; dispuestos en capas, de 20 a 40 cm, con niveles de estratificación lenticular (boudinada); además de incluir lentes y bandas de pedernal gris oscuro a negro. Ocasionalmente se presentan intercalaciones de lutita negra laminar. El color gris en la caliza, refleja la presencia de material bentonítico en las mismas.

Edad

Neocomiano Temprano – Barremiano, Burckhardt (1930); Berriasiano - Aptiano Temprano, Castro y Martínez (1977), Martínez y Bello (1977); Hauteriviano – Aptiano Tardío, Longoria (1975)

Contenido paleontológico

Pecten, *Inoceramus*, *Cypirina* y *Terebratula*, Burckhardt (1930); *Acanthodiscus* d.gr. *octagonus*, *Pusosia* d.gr. *liptoviensis*, *Parahoplites* sp., Burckhardt (1930); *Caucasella hauterivica* (*Subbotina*), *Globigerinelloides ferreolensis* (*Moullade*, Longoria (1975); *Tintinopsella carpathica*, *Nannoconus steinmanni*, *Globochaete alpina*, *Calpionellopsis oblonga*, *Cadosina* sp., *Microcallamoides confusus*, *Nannoconus wassalli*, *Nannoconus bucheri*, *Nannoconus minutus*, Castro y Martínez (1977), Martínez y Bello (1977).

Distribución

La Formación Tamaulipas Inferior, es de amplia distribución superficial en la porción sur de la Península de Tamaulipas y en el frente oriental de la Sierra Madre Oriental. También ha sido identificada en el sector transversal de la Sierra Madre Oriental y en el norte y noreste de la Cuenca de La Mesa Central. En el subsuelo es de distribución regional en las Cuencas de Burgos, de Tampico-Misantla y de Veracruz. Al igual que en Mazatepec, Puebla. Se considera además su presencia en el subsuelo de la parte noreste de la Cuenca de Zongolica (PEMEX, 1988b).

Espesores

Más de 100 metros de espesor en las áreas del Río Chinameca y en los caminos Yatipán - Tianguistengo y Cholula, Veracruz, concernientes a una parte del

Anticlinorio de Huayacocotla (Carrillo-Bravo, 1965). Los máximos espesores medidos de la Formación Tamaulipas Inferior los reporta Rodríguez (1972, in Santamaría – Orozco et al., 1992) en el Estado de Nuevo León, en la región de El Tigre en donde se tienen 652 m, así como 632 m al sur de La Escondida; 621 m en el Anticlinal de El Jabalí, al noreste de La Ascensión; 600 m en el Anticlinal de San Lázaro. Hacia la porción sur del mismo estado el espesor se reduce, reportándose 293 m en el Arroyo El Puerto Hondo al noroeste de Dr. Arroyo; en la región de Palma Gorda y de la sierra del Tizú, se reportaron espesores de 309 a 396 m. En el estado de San Luis Potosí (Est. Geotéc., 1981, in Santamaría – Orozco et al., 1990) el espesor mínimo reportado fue de 65 m en la Sierra de Coronado. En cambio en el Anticlinal El Alicante situado al norte del Pozo Taponá -1, se reportaron 160 m. En la región de la Sierra de Guaname al noroeste de Moctezuma, se reportaron 236 m, y en la Sierra de Catorce se han reportado 300 y 350 m. En el Estado de Tamaulipas, hacia el extremo nororiental del área se han reportado espesores que fluctúan entre 188 y 280 m para el flanco suroccidental del Arco de Miquihuana – Bustamante (SERTESA, 1982; GEOCA, 1981, in Santamaría- Orozco et al., 1990). En la parte central y norte del mismo arco, Collado (1965, in Santamaría – Orozco et al., 1990) reportó 100 m, mientras FYSPSA (1982, in Santamaría - Orozco et al., 1990) midió 292 m.

Relaciones estratigráficas

La Formación Tamaulipas Inferior sobreyace transicional y concordantemente a la Formación Pimienta en el subsuelo de la Planicie Costera del Golfo de México en la Cuenca Mesozoica Tampico – Misantla, y de la misma manera a la Formación Taraises hacia el norte de la Cuenca Mesozoica del Centro de México (Santamaría – Orozco et al., 1990). Dicha unidad subyace en forma concordante al Horizonte Otates y a la Formación La Peña en la Cuenca Mesozoica Tampico – Misantla y en la Cuenca Mesozoica del Centro de México, respectivamente. La Formación Tamaulipas Inferior se correlaciona con las Formaciones Cupido y Fresnillo que afloran en el borde occidental de la Cuenca Mesozoica del Centro de México, con la parte basal de la Formación Guaxcamá situada en la Plataforma Valles – San Luis Potosí y con la Formación Santuario que aflora en parte de los Estados de Querétaro e Hidalgo, en el extremo suroriental de la Cuenca Mesozoica del Centro de México (Santamaría – Orozco et al., 1990; Basáñez et al., 1992).

Correlación

Se correlaciona en tiempo con las Formaciones Cupido y Taraises existentes hacia el borde occidental de la Cuenca Mesozoica del Centro de México (Palazuelos, 1970), con la parte basal de la Formación Guaxcamá en la Plataforma Valles – San Luis Potosí (Basáñez et al., 1992). Asimismo, se correlaciona con la Formación Santuario en parte de los Estados de Querétaro e Hidalgo (Zozaya, 1971).

Ambiente de depósito

Con base en las microfacies y tipo de fósiles, generalmente de tipo pelágico, y de acuerdo a Castro y Martínez (1977), Martínez y Bello (1977) y Bello (1978), la Formación Tamaulipas se depositó en un ambiente marino somero de alta energía para la parte inferior de la unidad, ya que, todavía existían remanentes topográficos del Jurásico, los cuales formaban cinturones litorales alrededor de las islas que incidían en el ambiente de depósito. Sin embargo, la parte superior de la unidad se considera de plataforma interna.

3.- Caracterización de la Fauna de Cephalopodos de la Formación Tamaulipas Inferior de Mazatepec, Puebla.

3.1.- Generalidades de la Clase Cephalopoda

Los ammonoideos (Ammonoidea), conocidos comúnmente como ammonites, son una subclase de moluscos cephalopodos extintos que existieron en los mares desde el Devónico hasta el Cretácico. Gracias a su rápida evolución y distribución mundial son fósiles excelentes para la datación de rocas (fósil guía).

Poseían una concha fina de aragonito, planiespirada y con una ornamentación muy marcada, constituida por costillas bien definidas. Dicha concha se divide en dos zonas: el "fragmacono", que es la parte tabicada de la concha donde se almacenan los gases que controlan la flotación del animal; y la "cámara interior", que es donde se alojaban las partes blandas.

En el interior del "fragmacono" se encuentran los "septos", que separan esta parte de la concha, y tienen su concavidad dirigida hacia la región anterior. Los ammonites eran pues organismos opistocélicos. Los septos poseen un orificio, llamado "gollete sifonal", orientado hacia la región posterior que permite la comunicación con el resto de septos a través del sifón. La intersección de los septos con la pared externa del fragmacono dibuja en ella la llamada "sutura"(Figura 12).

Existen varios tipos de suturas:

- Goniática: con inflexiones más marcadas y redondeadas.
- Ceratítica: inflexiones con forma de herradura y crenuladas alternativamente.
- Amonítica: las inflexiones están muy recortadas y con múltiples subdivisiones.

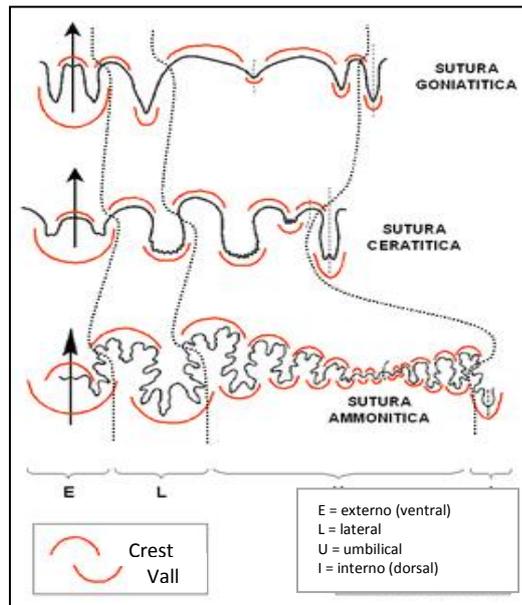


Figura 12.- Sutura, tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).

Ornamentación

Las costillas se encuentran tanto en el fragmocono como en la cámara de habitación, mientras que solo hay suturas en el fragmocono. La ornamentación puede llegar a ser muy compleja. Deberían ser estructuras que facilitaban el camuflaje y que dieran resistencia a la concha (costillas anchas) o bien disminución del rozamiento de la concha (costillas finas) (Figura 13).

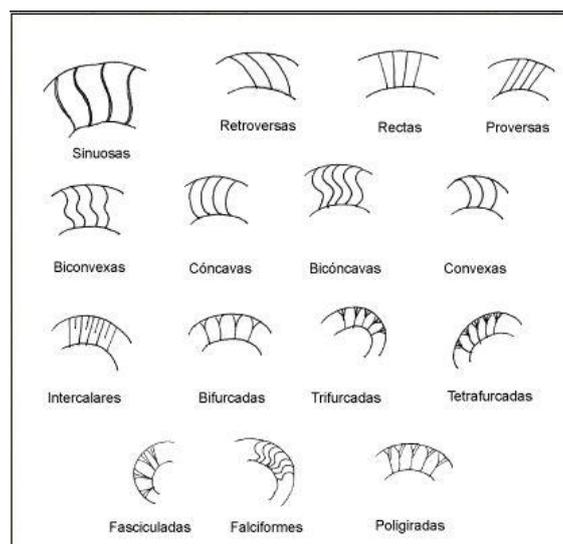


Figura 13.- Ornamentación, tomado y modificado de Westermann in Landman et al. (1996).

Paleoecología

Para estudiar el ambiente que habitaban las diferentes especies de ammonites hay que estudiar las posiciones del centro de gravedad y de flotación de la concha, ya que éstos determinan la forma de desplazamiento:

- La longitud de la cámara de habitación determina la posición del centro de gravedad.
- Estabilidad estática: está en relación directa con la distancia entre los centros de flotación y gravedad.
- Estabilidad dinámica: depende de la forma de la cámara de habitación; básicamente, de la distancia entre la abertura de la concha (punto de empuje del individuo) y el centro de flotación.

Gracias a estas características, medibles en las conchas fósiles, se puede determinar si se trataba de buenos o malos nadadores, lo que los restringe a un medio marino determinado: los malos nadadores vivirían principalmente en los fondos marinos y cerca de la costa, mientras que los buenos nadadores vivirían en mar abierto.

3.2.- Sistemática paleontológica

LAMINA 1

MRMR 016

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Belemnitida

Familia: Belemnitidea

Genero: *Belemnopsis*

Especie: *B. anomala*

Rango Estratigráfico: Jurásico Medio - Jurásico Tardío

Cuerpo más o menos cilíndrico con un ápice puntiagudo de forma recta, con un largo surco central; el sifunculo es circular con un primer anillo concéntrico y a partir de él salen líneas concéntricas radiales; el sifunculo se presenta de forma arriñonada. Sus medidas son 7.8 cm de largo y 0.8 cm de diámetro.

MRMR 253

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Berriasilinae

Genero: *Berriasella*

Especie: *B. paramacilenta*

Rango Estratigráfico: Jurásico Tardío (Tithoniano) – Cretácico Temprano (Berriasiano)

Cuerpo comprimido de enrollamiento semievoluto con ornamentación costillada y flexionadas que se bifurcan a la parte media; región umbilical visible, su margen superior y dorsal une en forma recta ambos flancos. Sus medidas son, largo 7.7 cm, apertura 3 cm.

MRMR 015

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Belemnitida

Familia: Belemnitidea

Genero: *Duvalia*

Especie: *D. lata*

Rango Estratigráfico: Jurásico Tardío (Tithoniano) – Cretácico Temprano (Barremiano)

Cuerpo de 4 cm que inicia cónicamente y hacia la línea del fragmocono se adelgaza a 0.3 cm; se observa el surco dorsal desde el ápice hasta llegar al sifunculo; la apertura es casi cerrada por el adelgazamiento de la concha, tiene 3.6 cm de largo.

MRMR 028 / 211 (LAMINA 2)

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Craspeditinae

Genero: *Subcraspedites*

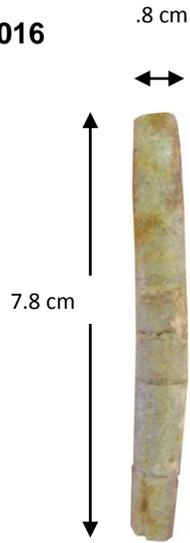
Especie: *S. sowerby*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Tithoniano – Albiano)

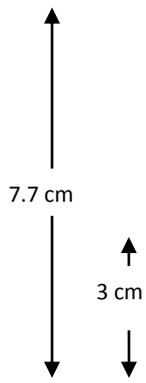
Concha seminvoluta ligeramente aplanada, la ornamentación consiste de costillas primarias bien marcadas separadas a cierta distancia acompañada de costillas secundarias separadas y densas desde el inicio hasta el final, en la parte dorsal se observa esta misma continuidad. El ejemplar MRMR028 tiene 5.6 cm de largo, 2 cm de apertura y 1.5 cm de grosor; MRMR211 tiene 4.5 cm de largo, 1.5 cm de apertura y 1 cm de grosor.

LAMINA 1

MRMR 016



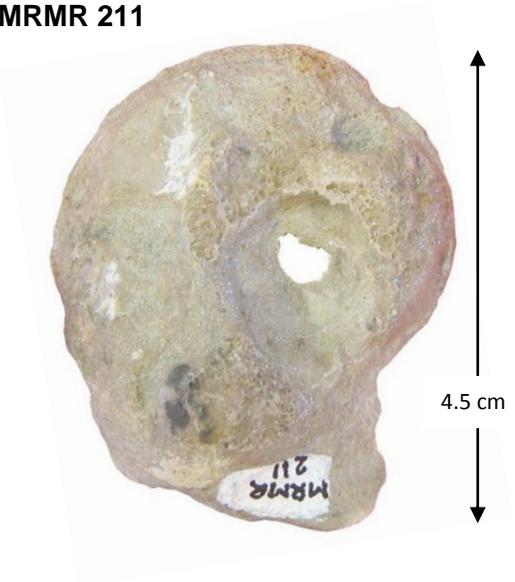
MRMR 253



MRMR 015



MRMR 211



LAMINA 2

MRMR 013 / 018

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Belemnitida

Familia: Belemnitidea

Genero: *Hibolites*

Especie: *H. semisulcatos*

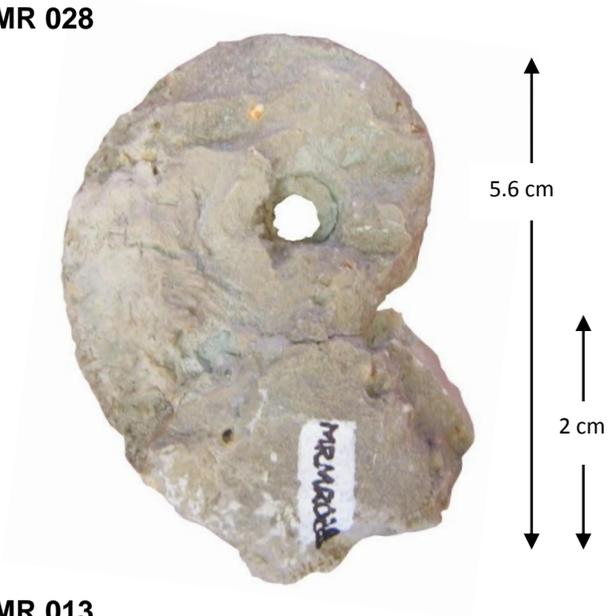
Rango Estratigráfico: Jurásico Medio – Cretácico Temprano

MRMR 013 – Epirostrum de 3.5 cm, se observa el surco dorsal y ventral, sifunculo ovalado con líneas radiales concéntricas, que van desde el margen lateral hasta el punto central y presenta algunos anillos concéntricos.

MRMR 018 – De 12 cm de largo, se observa surco dorsal visible desde el ápice hasta los 8 cm, a partir de ahí se observa proostacum donde están visibles las líneas asymptóticas (líneas de crecimiento) en un total de 10 líneas.

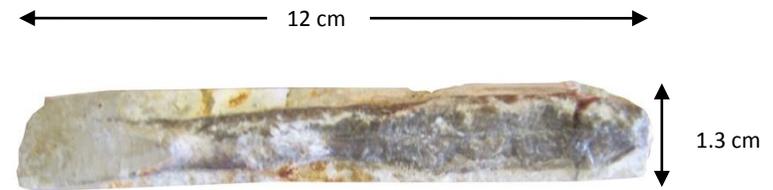
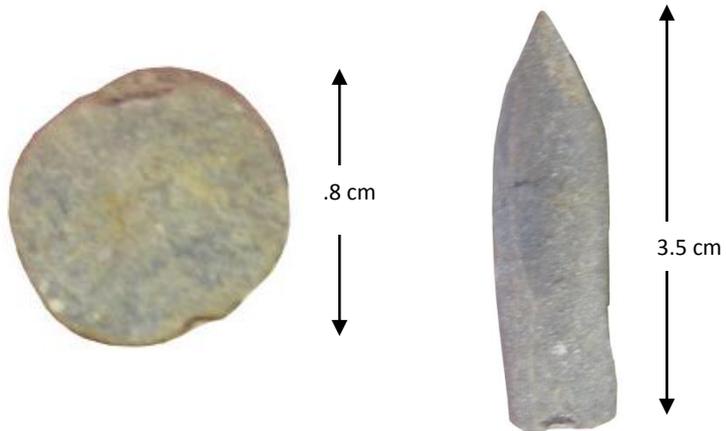
LAMINA 2

MRMR 028



MRMR 018

MRMR 013



LAMINA 3 - LAMINA 4

MRMR 271 / 272 / 273

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia:

Genero: *Wichmanniceras*

Especie: sp.

Rango Estratigráfico: Tithoniano Superior – Berriasiano

Impresión de la concha planispiral involuta, fuertemente cerrada, hasta 4 vueltas visibles y zona umbilical ornamentada con costillas sencillas ligeramente flexionadas hacia la zona de apertura. La muestra MRMR271 tiene 3.5 cm de largo y 2 cm de apertura; MRMR272 tiene 5.5 cm de largo y 1.2 cm de apertura; MRMR273 cuenta con 4.8 cm de largo y 1.4 cm de apertura.

MRMR 026 / 071

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Haploceratidae

Genero: *Neolissoceras*

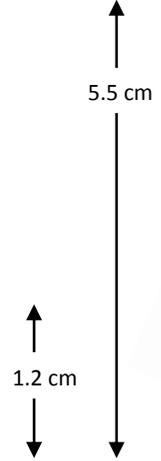
Especie: *N. grasianum*

Rango Estratigráfico: Jurásico Tardío (Titoniano Tardío) – Cretácico Temprano (Berriasiano – Hauteriviano Temprano)

Concha comprimida involuta, ornamentación ausente, de superficie suave, zona umbilical visible en ambos ejemplares; hacia la parte inferior de cada vuelta presenta una ligera rampa, línea de sutura no visible. Las medidas son las siguientes: para el ejemplar MRMR026, 17.5 cm de largo, 7.7 cm de apertura y 2.2 cm de grosor.

LAMINA 3

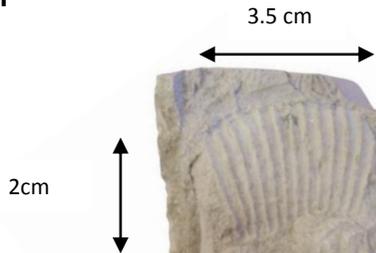
MRMR 272



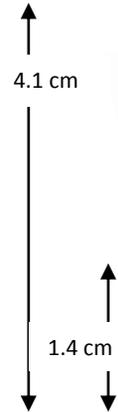
MRMR 273



MRMR 271



MRMR 071



LAMINA 4

MRMR 026



17.5 cm



7.7 cm

2.2 cm



LAMINA 5

MRMR 231 / 284

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Acanthocerataceae

Genero: *Buchiceras*

Especie: *B. bilobatum*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano

Concha subevoluta semiinflada, ornamentada con costillas acompañadas de nodos principalmente; la sutura es visible y de tipo ammonítica. Las medidas del ejemplar MRMR231 son 4.9 cm de largo, 1.9 cm de apertura y 1.6 cm de grosor, mientras que MRMR284 son 5.6 cm de largo, 2.4 cm de apertura y 0.9 cm de grosor.

LAMINA 5

MRMR 231



Leica Mz 125 0.8x

**SUTURA
AMMONITICA**



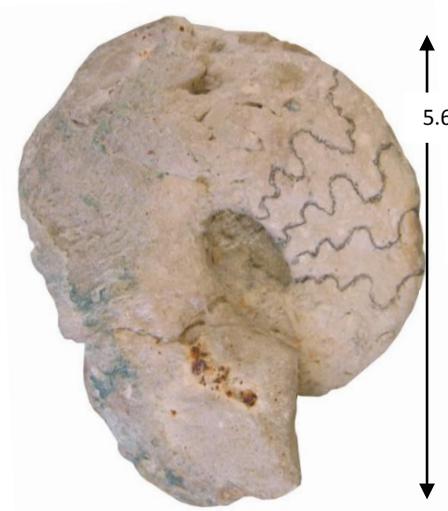
4.9 cm

1.6 cm



1.9 cm

MRMR 284



5.6 cm



2.4 cm

MRMR 284



**SUTURA
CERATITICA**

LAMINA 6 – LAMINA 7

MRMR 024

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Heteroceratidae

Genero: *Heteroceras*

Especie: sp.

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Barremiano)

Concha desenrollada hacia la parte final en forma de “U” posteriormente recta, hacia la parte inicial posiblemente presenta un enrollamiento trocoespiral pero la muestra encontrada tiene perdida de material paleontológico en su parte inicial; la ornamentación hacia el flanco derecho es claramente visible y consiste de costillas fuertemente marcadas en la parte inicial, algunos de ellos se bifurcan a la parte media pero la mayoría permanecen sencillas; el flanco izquierdo esta ligeramente aplanado posiblemente a su posición de preservación. Las medidas son: 7.7 cm de largo, 1.5 cm de apertura y 1.4 cm de espesor.

MRMR 257

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Neocomitinae

Genero: *Caliptychoceras*

Especie: *C. calliptychum*

Rango Estratigráfico: Cretácico Inferior (Berriasiano – Valangiano)

Concha elipsoidal comprimida, ornamentada con costillas sencillas y algunas bifurcadas hacia la parte apical, las costillas presentan un aspecto flexible; es visible la zona umbilical; hacia la parte dorsal tiene un aspecto rectangular dividido por un surco central que separa las costillas de ambos flancos. Sus medidas son: 4.2 cm de largo, 1.4 cm de apertura y .6 cm de grosor.

MRMR 159 / 245 / 251

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Ammonitina

Genero: *Thurmanniceras*

Especie: *T. thurmanni*

Rango Estratigráfico: Berriasiano Tardío – Valangiano Tardío

Concha comprimida involuta, flancos redondeados con costillas bifurcadas a las dos terceras partes de la vuelta; región umbilical visible; apertura en forma elipsoidal; la parte dorsal presenta un aspecto dentado, la ornamentación tiende a abrirse hacia la zona de de apertura. El ejemplar MRMR159 tiene 6 cm de largo, 3 cm de apertura y 1.2 cm de grosor; MRMR245 tiene 4.5 cm de largo, 2.5 cm de apertura; MRMR251 tiene 9.2 cm de largo, 4 cm de apertura y 1.3 cm de espesor.

MRMR 024



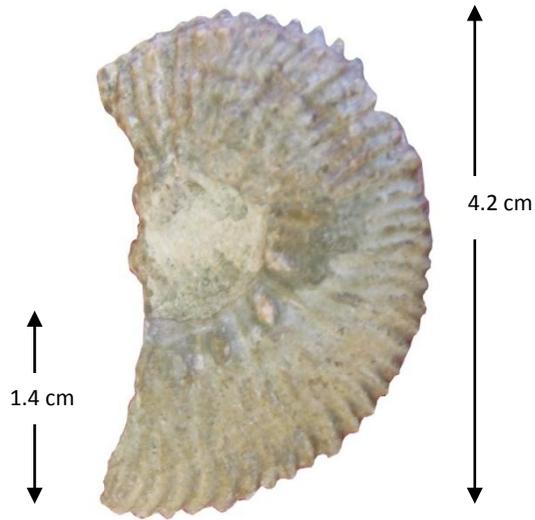
LAMINA 6



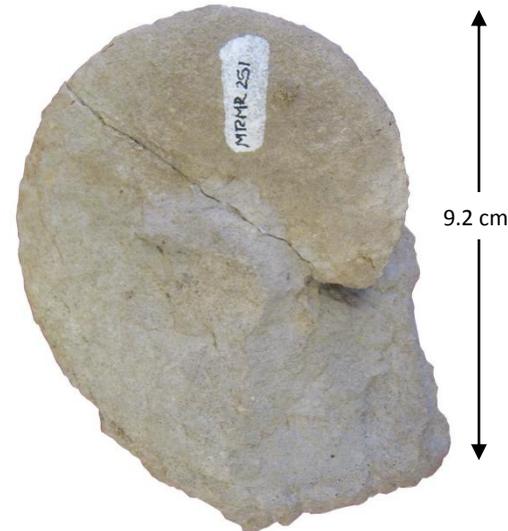
1.4 cm



MRMR 257



MRMR 251

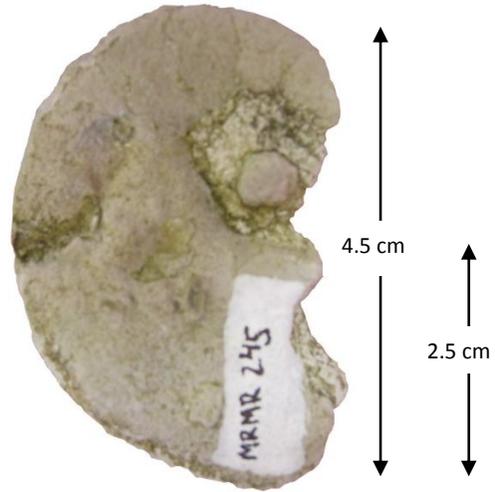


4 cm

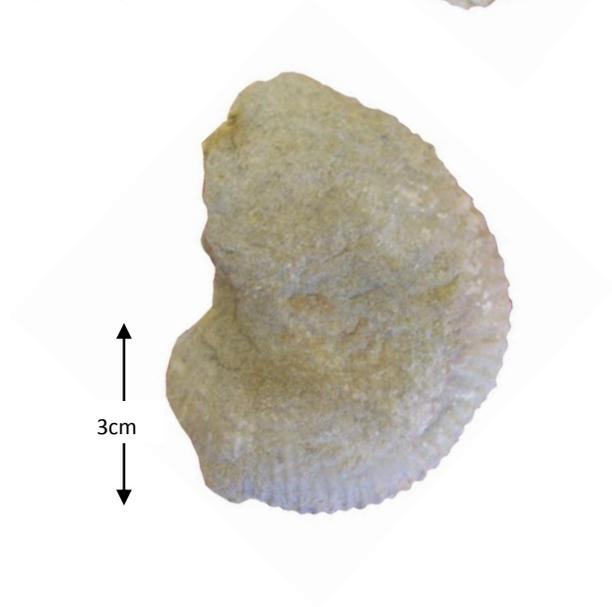
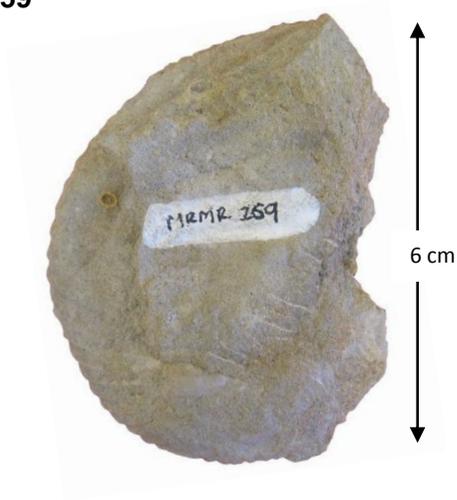


LAMINA 7

MRMR 245



MRMR 159



LAMINA 8

MRMR 279

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Polyptychitinae

Genero: *Euryptychites*

Especie: *L. latissimus*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Valangiano)

Concha Planispiral involuta inflada, la ornamentación es costillada sencilla en ambos flancos; hacia la zona umbilical presenta una serie de nodos seguida de una rampa; las costillas son rectas unidas de flanco a flanco. Sus medidas son: 4 cm de largo y 3 cm de ancho.

MRMR 247

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Oosterellidae

Genero: *Oosterella*

Especie: sp.

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Valangiano Tardío – Hauteriviano Temprano)

Concha planispiral semievoluta con una ornamentación que consiste en costillas fuertemente marcadas que se bifurcan hacia la parte media de cada vuelta, ocasionalmente se encuentra una costilla sencilla, ambas son ligeramente flexionadas; en la muestra se observa ligeramente una quilla. Sus medidas son: 9.2 cm de largo, 4.5 cm de apertura y 1.8 cm de grosor.

MRMR 027

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Crioceratitinae

Genero: *Crioceratities*

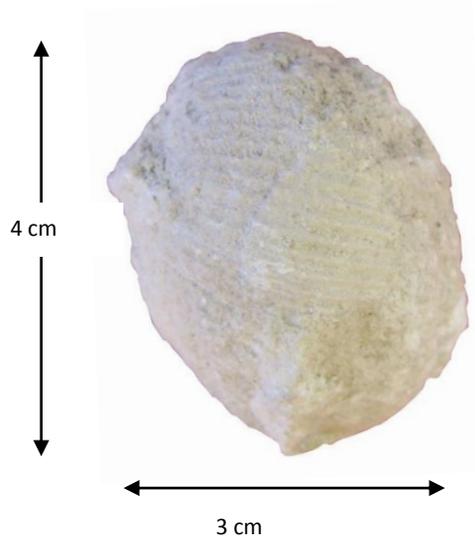
Especie: *C. nolani*

Rango Estratigráfico: Valangiano – Hauteriviano

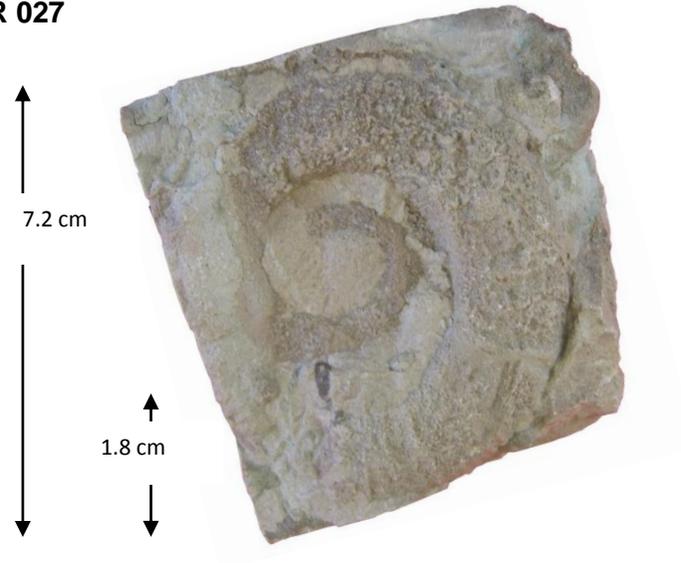
Concha típicamente coloide en espira equiangular, el angulo de enrollamiento se incrementa de acuerdo al tamaño en un formato oval más o menos trapezoidal, su ornamentación consiste de costillas nodosas a cierta distancia de forma recta sencilla, sus medidas son 7.2 cm de largo y 1.8 cm de apertura.

LAMINA 8

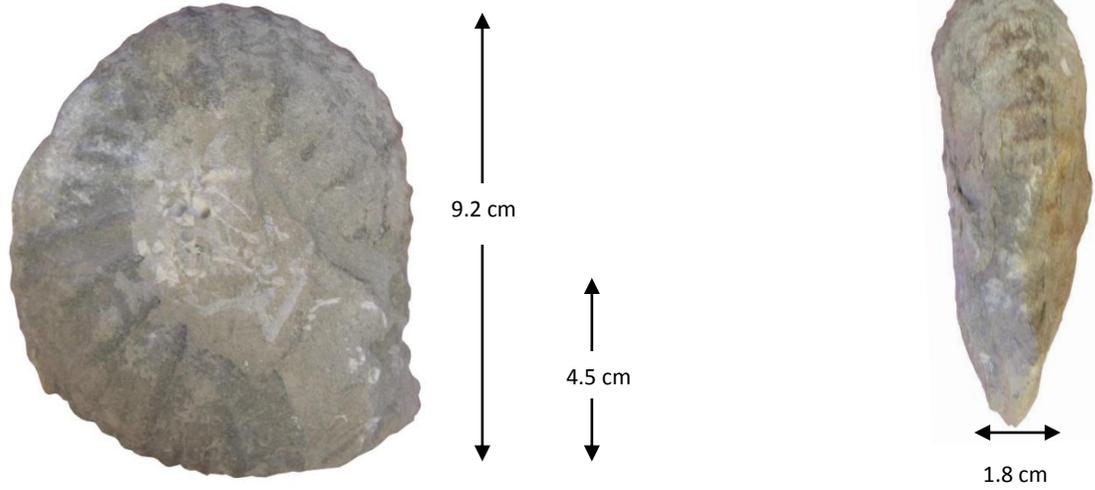
MRMR 279



MRMR 027



MRMR 247



LAMINA 9

MRMR 248

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Necomitinae

Genero: *Neocomites*

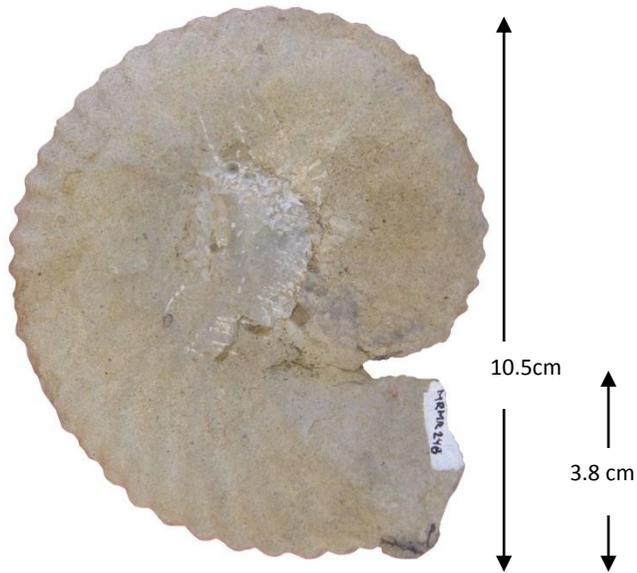
Especie: *N. necomiensis*

Rango Estratigráfico: Valangiano Tardío – Hauteriviano Tardío

Concha con enrollamiento evolutivo, ornamentado en ambos flancos con costillas flexionadas que se bifurcan a los dos tercios, las costillas cruzan a ambos lados dando un aspecto dentado de forma plana; tiene la zona umbilical visible; sutura no visible. Sus medidas son 10.5 cm de largo, 3.8 cm de apertura y 1.1 cm de grosor.

LAMINA 9

MRMR 248



LAMINA 10

MRMR 042 / 044 / 045 / 048 / 049 / 184 (LAMINA 11)

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Endemoceratinae

Genero: *Saynella*

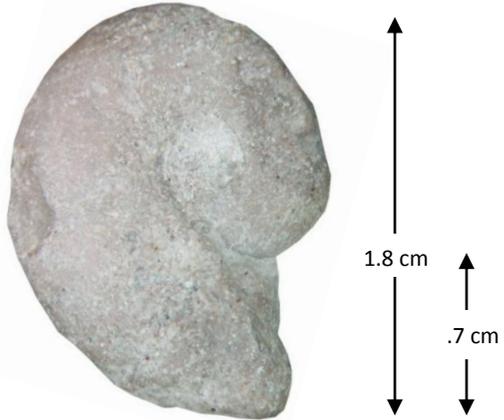
Especie: *S. clydelformis*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Hauteriviano)

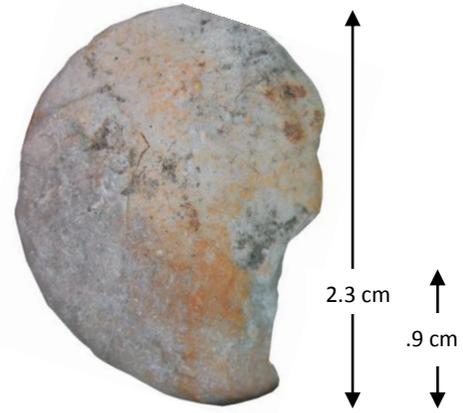
Concha planispiral involuta, carente de ornamentación, superficie lisa, ombligado, apertura de forma elíptica, sutura no visible. El ejemplar MRMR042 tiene 2.6 cm de largo y 1.1 cm de apertura; MRMR044 tiene 2.3 cm de largo y 0.8 cm de apertura; la sutura es visible y de tipo ceratítica. MRMR045, 2.3 cm de largo y 1.1 cm de apertura; MRMR048 tiene 1.8 cm de largo y 0.7 cm de apertura; MRMR049 tiene 2.3 cm de largo y 0.9 cm de apertura; MRMR184 tiene 2.1 cm de largo y 0.7 cm de apertura.

LAMINA 10

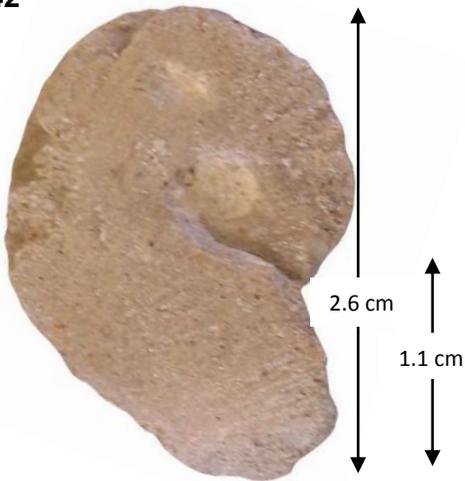
MRMR 048



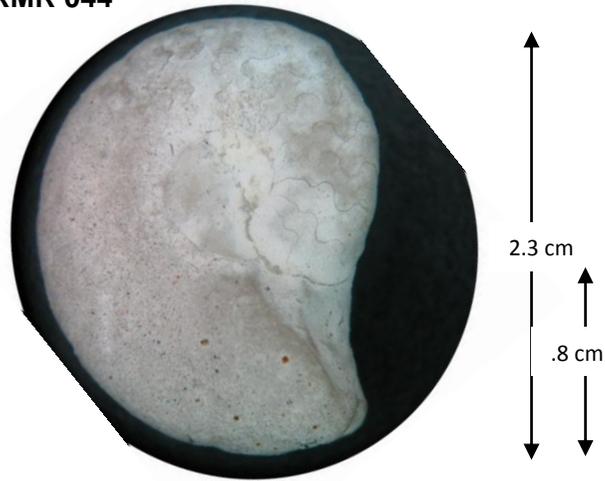
MRMR 049



MRMR 042



MRMR 044



**SUTURA
CERATITICA**

Leica Mz 125 0.8x

LAMINA 11 - LAMINA 12 – LAMINA 13

MRMR 038 / 039 / 053 / 055 / 107 / 150

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Crioceratitinae

Genero: *Aegocrioceras*

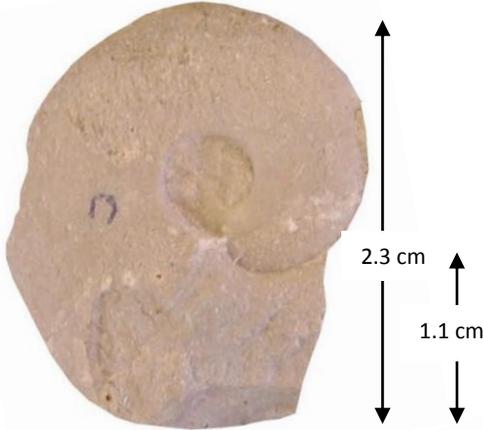
Especie: *A. bicarinatum*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Hauteriviano Temprano – Hauteriviano Tardío)

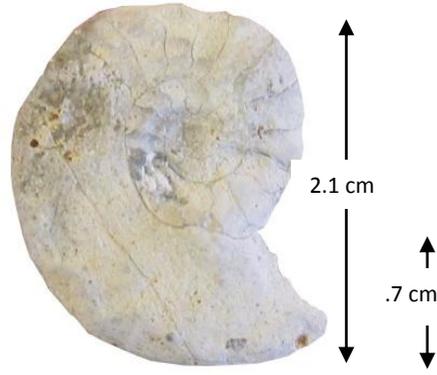
Concha enrollada de tipo coloidal generalmente regular, plano espiral; la ornamentación consiste de costillas bastantes simples e iguales no muy visibles en los ejemplares que cruzan desde la región ventral hasta la parte dorsal, región umbilical visible. Las medidas son las siguientes: MRMR038 tiene 13 cm de largo y 3.6 cm de grosor; la sutura de tipo ammonitica. MRMR039 tiene 12 cm de largo, 5 cm de apertura y 2.8 cm de ancho; la sutura de tipo ammonitica. MRMR053 tiene 11 cm de largo y 3.8 cm de apertura; MRMR055 tiene 13.5cm de largo y 5.1 cm de apertura; MRMR107 tiene 5 cm de largo y 1.6 cm de apertura; la sutura de tipo ammonitica. MRMR150 tiene 6.3 cm de largo, 2.1 cm de apertura y 1.3 cm de grosor; la sutura es visible y de tipo ammonitica.

LAMINA 11

MRMR 045



MRMR 184



Leica Mz 125 0.8x

MRMR 055

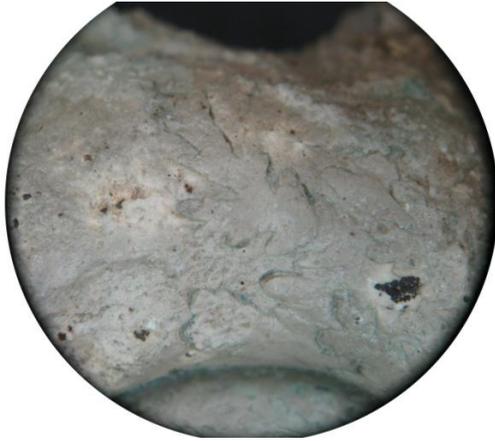


MRMR 053



LAMINA 12

MRMR 107

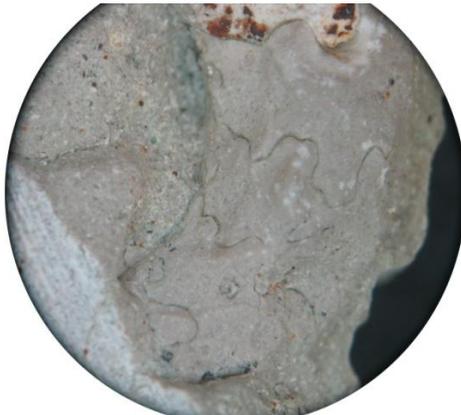


Leica Mz 125 0.8x

**SUTURA
AMMONITICA**

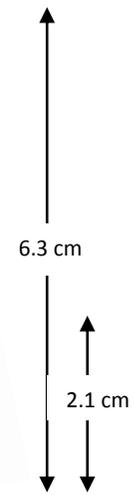


MRMR 150



Leica Mz 125 0.8x

**SUTURA
AMMONITICA**



LAMINA 13

MRMR 038



LeicaMz1250.8x

**SUTURA
AMMONITICA**



13 cm



3.6 cm

MRMR 039

5 cm



12 cm

SUTURA AMMONITICA

LAMINA 14 – LAMINA 15 – LAMINA 16

MRMR 259 / 274

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Holcodiscidae

Genero: *Holcodiscus*

Especie: *H. caillaudianus*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Barremiano)

Concha circular planispiral, semiinvoluta, inflada; su ornamentación consiste de costillas fuertemente marcadas, sencillas y ligeramente flexionadas con intercalaciones de costillas de menor tamaño, algunas de ellas bifurcadas y otros simples hacia la parte dorsal, se unen ambos flancos y las costillas mayores cada una de ellas presentan un par de nodos. MRMR259 tiene 3.5 cm de largo y 1.4 cm de grosor; MRMR274 tiene 3.4 cm de largo y 0.9 cm de apertura.

MRMR 106 / 109a / 130 / 175 / 176

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Gaudryceratidae

Genero: *Eogaudryceras*

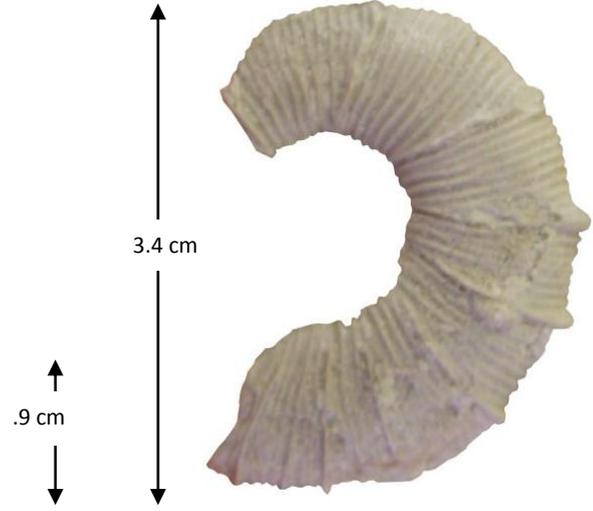
Especie: sp.

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Barremiano – Albiano Temprano)

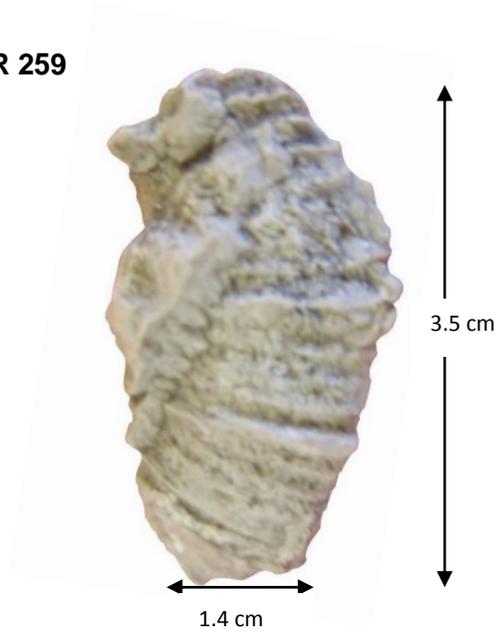
Concha moderadamente evoluta de forma elipsoidal y en algunos casos casi circular; la ornamentación es suave con intercalación de surcos pobremente marcados alternados a cierta distancia con intercalación de costillas muy poco visibles y muy poco marcadas, con líneas de sutura presentes en todos los ejemplares. MRMR106 tiene 8cm de largo, 3 cm de apertura y 1.8 cm de grosor; la sutura es visible y de tipo ammonitica. MRMR109a tiene 7.3 cm, 2.5 cm de apertura; la sutura es de tipo ammonitica. MRMR130 tiene 8.4 cm de largo y 3 cm de apertura; la sutura es de tipo ammonitica. MRMR175 tiene 6.1 cm de largo y 2.3 cm de apertura; mientras que MRMR176 tiene 7 cm de largo y 2.3 cm de apertura.

LAMINA 14

MRMR 274



MRMR 259

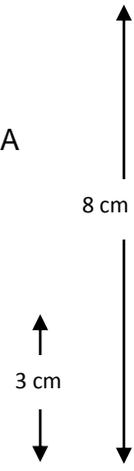


MRMR 106



Leica Mz 125 0.8x

**SUTURA
AMMONITICA**



LAMINA 15

MRMR 109 a



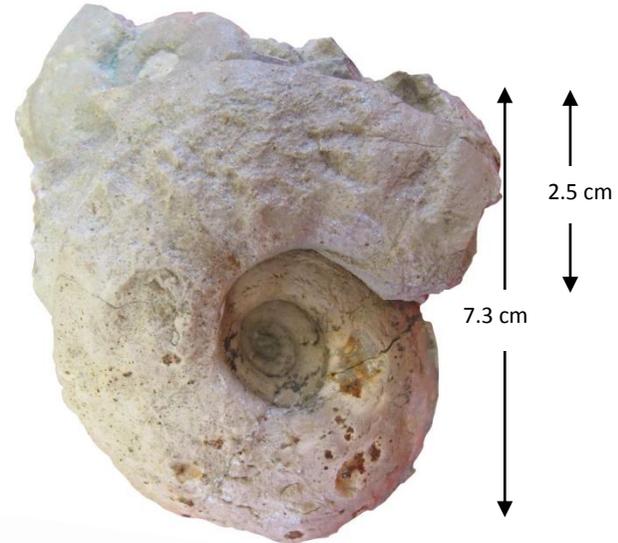
Leica Mz 125 0.8x

MRMR 130

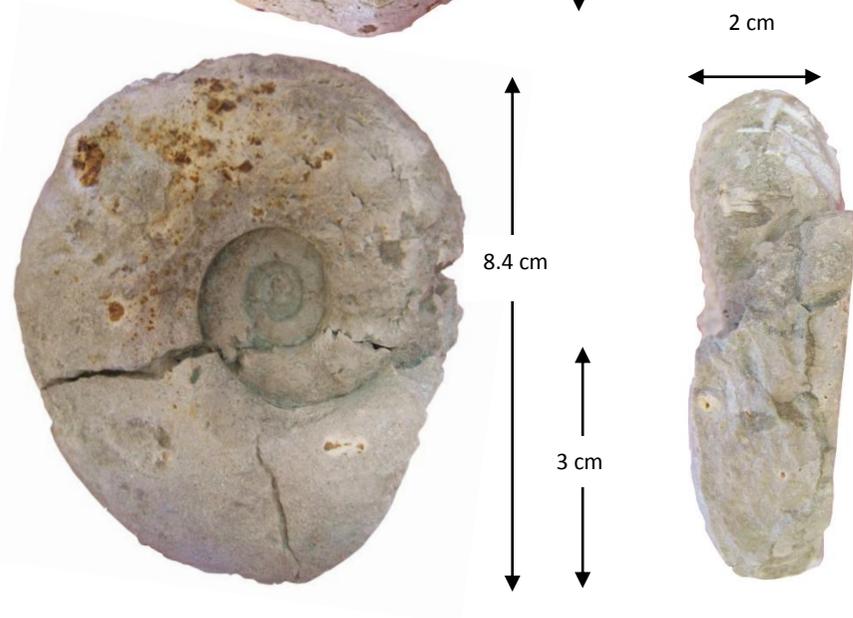


Leica Mz 125 0.8x

**SUTURA
AMMONITICA**

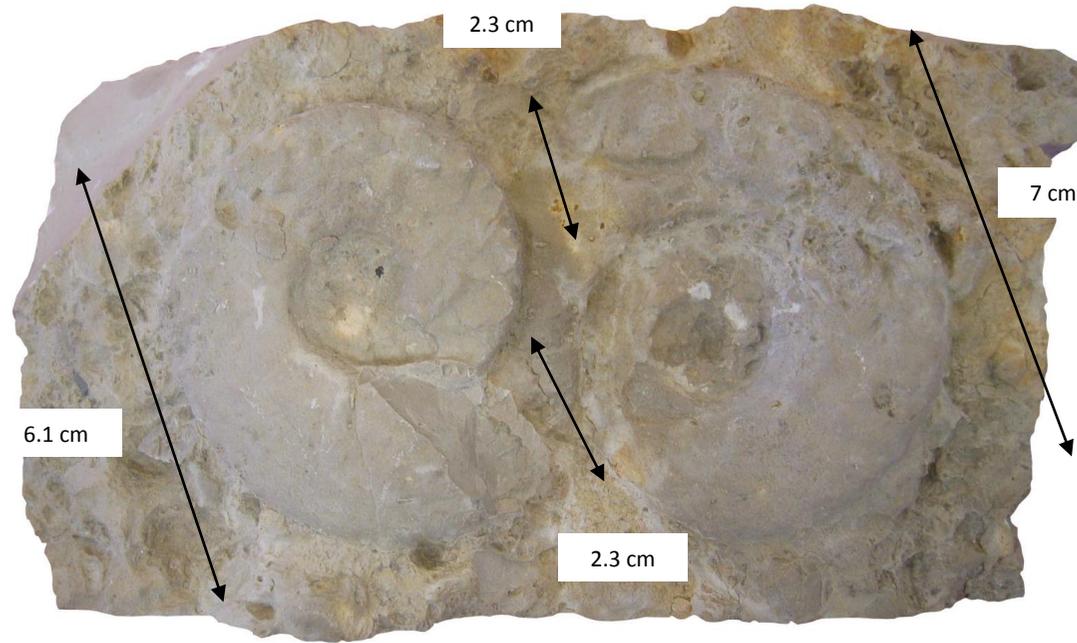


**SUTURA
AMMONITICA**



LAMINA 16

MRMR 175 - MRMR 176



LAMINA 17

MRMR 022

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Helicancylinae

Genero: *Helicancylus*

Especie: *H. pilsburyi*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Aptiano)

Concha desenrollada subparalela de forma alargada, una de las vueltas es visible y no se observa el extremo opuesto, la ornamentación consiste de costillas simples y rectas, no se observan bifurcadas o trifurcadas. Sus medidas son: 8.5 cm de largo y 2.3 cm de apertura.

MRMR 088 / 221

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Ancyloceratinae

Genero: *Tropaeum*

Especie: *T. bowerbanki*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Aptiano Tardío)

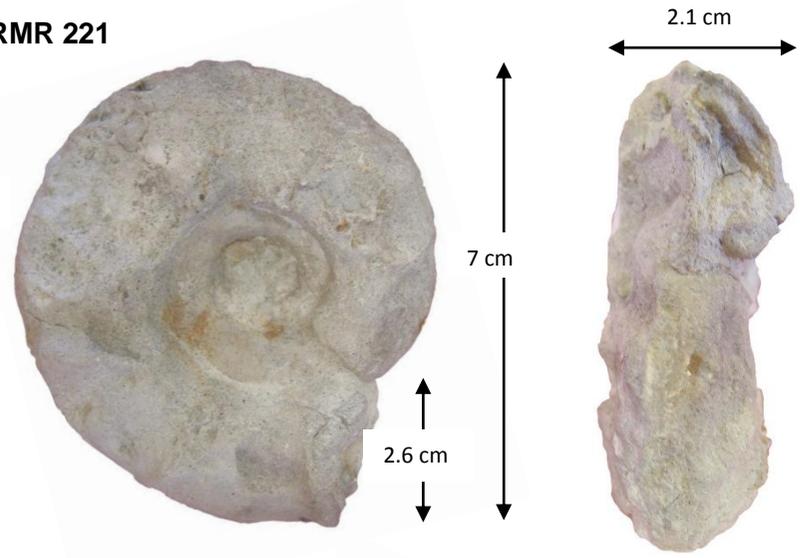
Enrollamiento planispiral evolutivo, apertura amplia, ornamentación costillada fuertemente marcada elevada en forma de crestas, zona umbilical visible. MRMR088 mide 7.4 cm de largo y 3.1 cm de apertura; MRMR221 tiene 7 cm de largo, 2.6 cm de apertura y 2.1 cm de grosor.

LAMINA 17

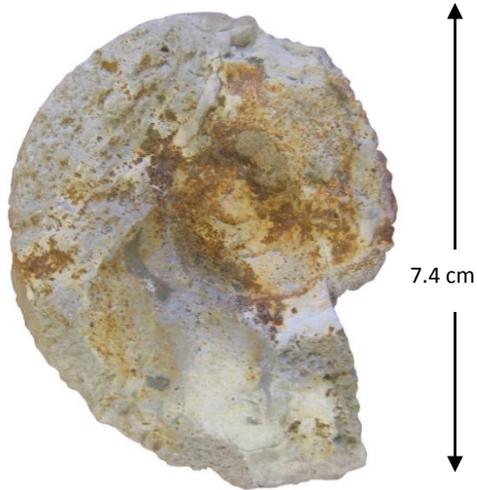
MRMR 022



MRMR 221



MRMR 088



LAMINA 18 – LAMINA 19 – LAMINA 20

MRMR 023 / 289

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Anisoceratidae

Genero: *Heteroclinus*

Especie: sp.

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Albiano Medio)

De cuerpo más o menos prolongado helicoidal; en el extremo inicial presenta un enrollamiento planispiral poco visible en la muestra, la parte opuesta presenta el canal paralelo semiconvexo; ornamentación costillada gruesa que da vuelta hacia ambos flancos del ejemplar. MRMR023 tiene 16.5 cm de largo y 2.8 cm de grosor, MRMR289, 1.5 cm de largo y 0.5 cm de apertura.

MRMR 109b / 140 / 161 / 162 / 180 / 189 / 200 / 201 / 202 / 203

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Puzosinae

Genero: *Bhimaites*

Especie: *B. bhima*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Albiano Tardío – Turoniano Temprano)

Concha levemente comprimida de enrollamiento semiinvoluta, presenta surcos fuertemente marcados, zona umbilical visible; en algunos de los ejemplares es visible la línea de sutura, en ocasiones esta se presenta asimétrica. Las medidas son las siguientes: MRMR109b tiene 4 cm de largo y 1.5 cm de apertura; MRMR140, 8 cm de largo y 1.5 cm de apertura; MRMR161, 5 cm de largo y 2 cm de apertura; MRMR162 tiene 8.1 cm de largo y 3.3 cm de apertura; MRMR180 tiene 6.4 cm de largo y 2 cm de apertura; MRMR189 tiene 6.4 cm de largo, 1.9 cm de apertura; MRMR200, 6.4 cm de largo y 2.4 cm de apertura y 1.8 cm de grosor; MRMR201, 4.8 cm de largo y 2.3 cm de apertura; MRMR202, tiene 1.5 cm de largo, 1.1 cm de apertura y 0.8 cm de grosor, MRMR203 fue observado con un microscopio Leica MZ125 con 0.8x.

LAMINA 18

MRMR 023

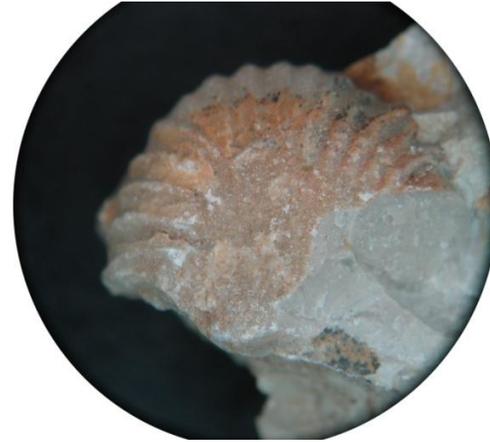
16.5 cm



2.8 cm

MRMR 289

1.5 cm



.5 cm

MRMR 162

8.1 cm



3.3 cm

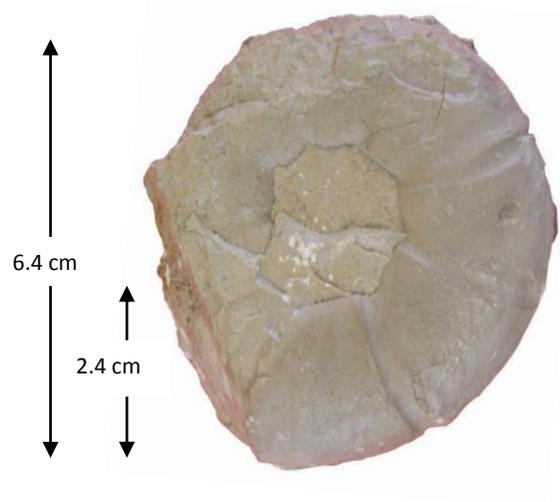
MRMR 189

6.4 cm
1.9 cm



LAMINA 19

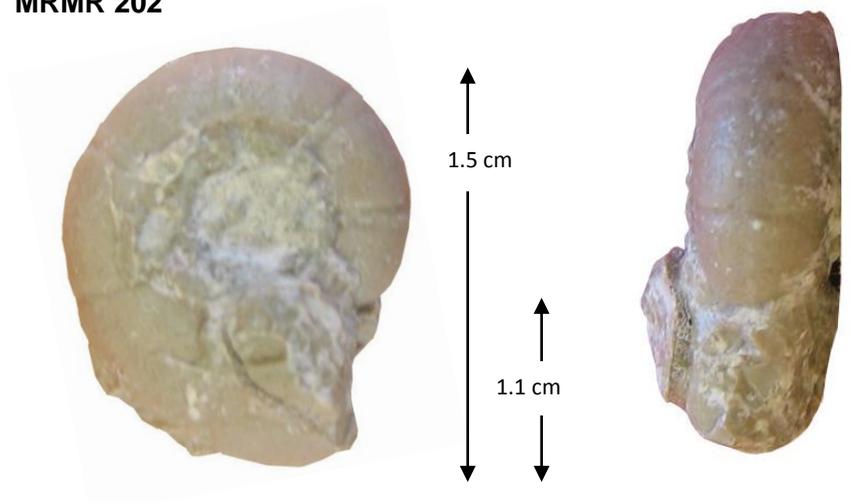
MRMR 200



MRMR 201



MRMR 202



MRMR 203



LAMINA 20

MRMR 140



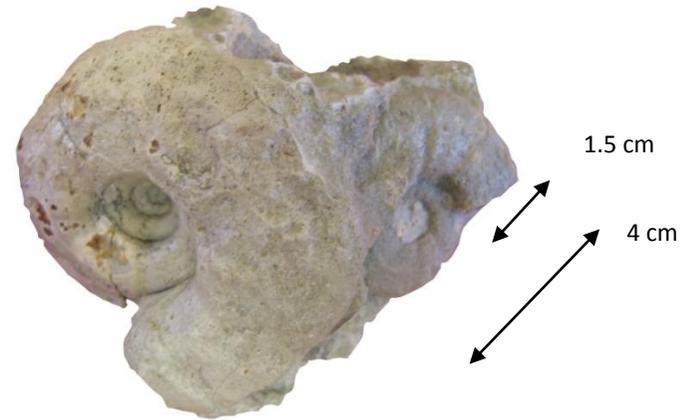
MRMR 161



MRMR 180



MRMR 109 b



LAMINA 21

MRMR 255

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Puzosiinae

Genero: *Pachydesmoceras*

Especie: *P. kossmati*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Albiano Tardío – Turoniano Tardío)

Enrollamiento planispiral semiinvoluta, en vueltas ovaladas, la ornamentación consiste de costillas simples que van desde la parte ventral hacia la dorsal, estas a su vez presentan costillas que inician a la mitad de cada vuelta hasta la región dorsal, región umbilical visible. Sus medidas son: 5.5 cm de largo y 2.2 cm de apertura.

MRMR 108 / 205 / 282 (LAMINA 22)

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Flickiidae

Genero: *Adkinsia*

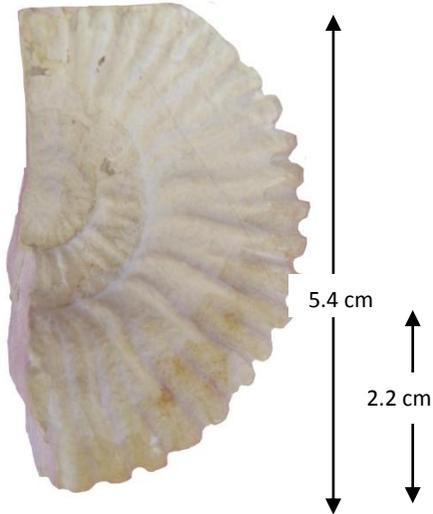
Especie: *A. bosquensis*

Rango Estratigráfico: Cretácico Tardío (Cenomaniano Temprano)

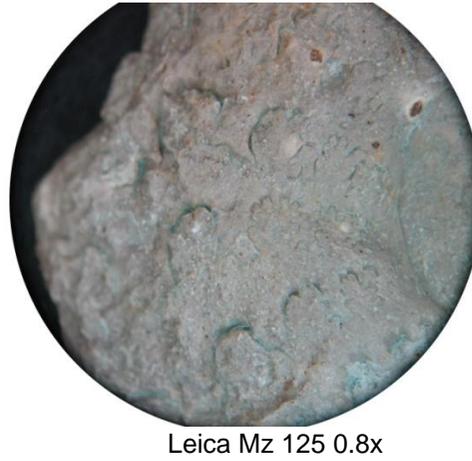
Concha planispiral involuta, inflada, presenta región umbilical visible, tiene surcos intercalados más o menos a cierta distancia, sutura visible en los tres elementos. MRMR108 tiene 6 cm de largo, 2.2 cm de apertura y 1.2 cm de grosor; la sutura es de tipo ceratítica. MRMR205 tiene 6 cm de largo y 2.2 cm de apertura; la sutura es de tipo ammonítica MRMR282 sus medidas son 4.8 cm de largo y 1.8 cm de apertura, la sutura es de tipo ceratítica.

LAMINA 21

MRMR 255



MRMR 205



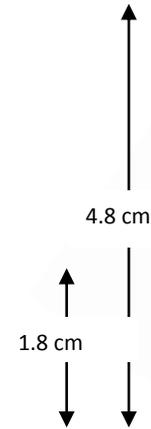
**SUTURA
AMMONITICA**



MRMR 282



**SUTURA
CERATITICA**



LAMINA 22

MRMR 057 / 212

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Flickiidae

Genero: *Litophragmatoceras*

Especie: *L. incomptum*

Rango Estratigráfico: Cretácico Tardío (Cenomaniano)

Concha planispiral evoluta, con un rápido crecimiento en cada una de sus vueltas, la ornamentación consiste de costillas intercaladas con surcos fuertemente marcados, ambos ligeramente flexionados, sin bifurcar, región umbilical visible. Las medidas son: MRMR057, 8.5 cm de largo, 2.8 cm de apertura y 1.3 cm de grosor; MRMR212 tiene 4.7 cm de largo y 1.6 cm de apertura.

LAMINA 22

MRMR 108



**SUTURA
CERATITICA**

MRMR 057



8.5 cm

2.8 cm



1.3 cm



MRMR 212

6 cm

2.2 cm



1.2 cm

1.6 cm



4.7 cm

LAMINA 23

MRMR 278

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Puzosinae

Genero: *Jimboiceras*

Especie: *J. planulatiforme*

Rango Estratigráfico: Cretácico Temprano (Turoniano – Santoniano)

Concha redonda planispiral semiinvoluta, su ornamentación consiste de costillas fuertemente marcadas con intercalación de costillas más simples, ligeramente flexionadas y algunas de ellas se bifurcan. Sus medidas son: 5.7 cm de largo, 2.3 cm de apertura y 2.4 cm de grosor.

MRMR 059

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Ammonoidea

Familia: Puzosinae

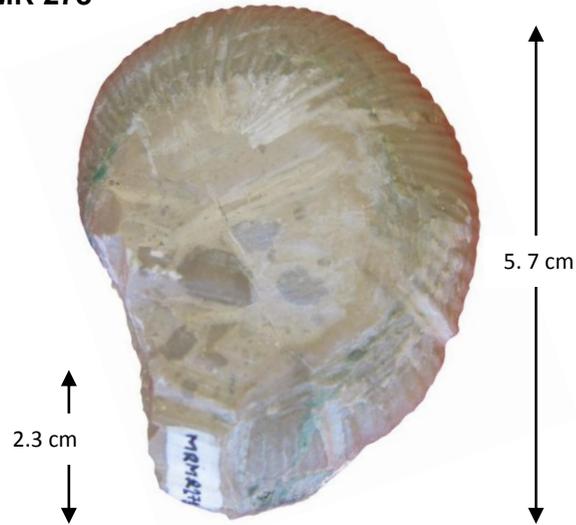
Genero: *Mesopuzosia*

Especie: *M. yubarensis*

Rango Estratigráfico: Turoniano Tardío – Campaniano Temprano

Concha planispiral semiinvoluta comprimida con presencia de nódulos en ambos flancos; nódulos o semicostillas densas; zona umbilical visible, la parte dorsal es cerrada en forma de quilla; la apertura es comprimida. Sus medidas son: 13 cm de largo, 5 cm de apertura y 1.3 cm de grosor. La sutura es de tipo ammonítica.

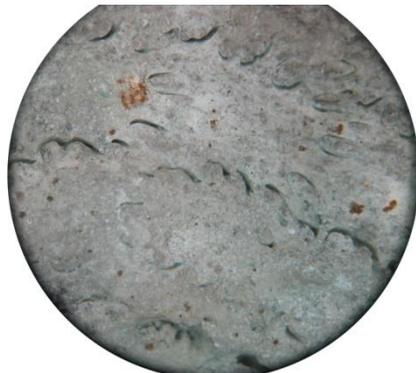
MRMR 278



LAMINA 23

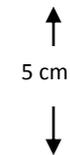
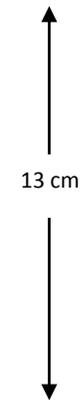


MRMR 059



Leica Mz 125 0.8x

SUTURA
AMMONITICA



4.- Alcance Estratigráfico de la Fauna Fósil de la Formación Tamaulipas Inferior de Mazatepec, Puebla.

Dentro de los temas de la Paleontología se encuentra La Bioestratigrafía esta ordena las unidades litológicas en función de su contenido en fósiles. Por lo que es fundamental identificar las unidades con las que se trabaja para este caso son:

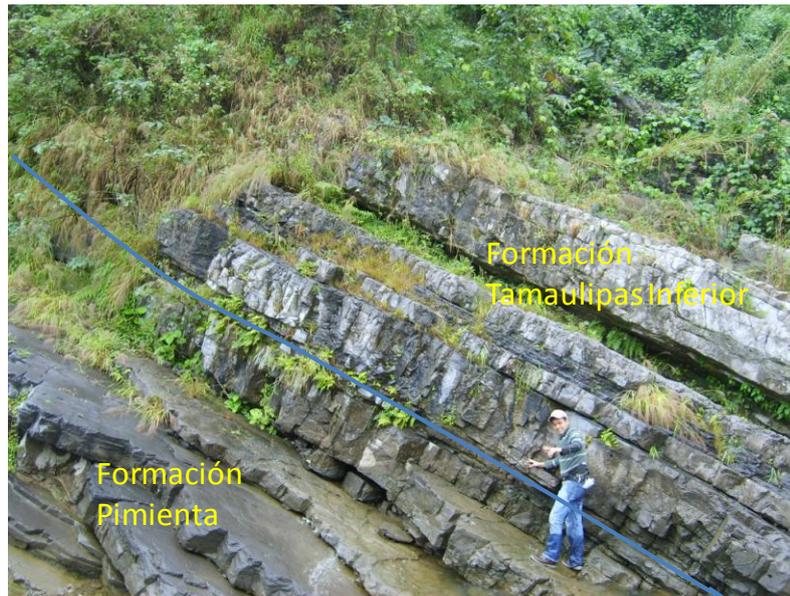
Unidades Bioestratigráficas

Se denominan así a los cuerpos rocosos tangibles cuyos límites se definen mediante criterios paleontológicos.

La bioestratigrafía correlaciona gracias a los fósiles dos unidades estratigráficas separadas en el espacio; es decir, establece la equivalencia cronológica. Puede hacerse por diversos métodos, de los cuales sólo algunos hacen uso de los fósiles. Sin embargo, los fósiles representan los instrumentos más importantes de correlación cronológica. El establecimiento de la equivalencia bioestratigráfica es el primer paso. Luego puede demostrarse que esta equivalencia supone equivalencia cronológica aproximada, o sea, correlación.

4.1.- Rango Estratigráfico de las Especies Identificadas.

Bioestratigrafía de las facies lutíticas - calcáreas marinas de la localidad de Mazatepec Puebla para las Formaciones Pimienta Jurásico Tardío (Tithoniano) y Tamaulipas Inferior Cretácico (Berresiano – Coniaciano). Se infiere que el cambio estratigráfico pudo haber sido gradual - transicional entre ambas formaciones mediante el empleo de faunas de amonitas, (Fotografía 6).



Fotografía 6.- Límites estratigráfico entre las formaciones Pimienta y Tamaulipas Inferior en la localidad de Mazatepec Puebla.

Los especímenes fósiles recolectados en el área del río Apulco en las inmediaciones de la Hidroeléctrica de Mazatepec. Por lo que las asociaciones faunísticas reconocidas en el área definen intervalos de tiempo de específicos y de corta duración (Tabla 1).

Especie	Tithoniano			Berresiano			Valangiano			Hauteriviano			Barremiano			Aptiano			Albiano			Cenomaniano			turoniano			Coniaciano		
<i>Duvalia iata</i>			X	X																										
<i>Belemnopsis anomala</i>		X	X																											
<i>Wichmanniceras</i>			X	X																										
<i>Hibolites semisuicatos</i>		X	X	X																										
<i>Buchiceras bilobatun</i>				X																										
<i>Subcraspedites sowery</i>	X	X	X																X											
<i>Berriasella paramacilenta</i>			X	X																										
<i>Holcodiscus caillaudianus</i>				X																										
<i>Thurmanniceras thurmanni</i>				X	X	X	X																							
<i>Caliptychoceras caliptychum</i>				X	X	X	X																							
<i>Euryptychites latissimus</i>							X																							
<i>Criceratites norani</i>							X	X	X	X	X	X																		
<i>Neocomites neocomiensis</i>							X	X	X	X																				
<i>Oosterella sp</i>									X	X																				
<i>Aegocrioceras bicaritum</i>										X	X	X																		
<i>Helicoceras vohimaranitraense</i>																X														
<i>Tropheum bowerbanki</i>																X														
<i>Bhimaites bhima</i>																			X											
<i>Jimbocheras plahuatiforme</i>																														
<i>Pachydesmoceras kossmati</i>																					X									
<i>Adkinsia bosqunsis</i>																						X								
<i>Litophargmotoceras incomptum</i>																						X								

Tabla 1.- Relación de Especies recolectadas en el área de estudio y su alcance estratigráfico.

4.2.- Distribución Estratigráfica en la Formación Tamaulipas Inferior

Anexo 1.- Columna Bioestratigráfica.

4.3.- Zonación de la Fauna de Cephalopodos

Asociación faunística Tithoniano – Berresiano.

Para la transición Tithoniano – Berresiano en el área de estudio comprende las unidades P1-P9 (Figura 14), Anexo 1 columna Bioestratigráfica. Está conformada por las siguientes especies: *Duvalia iata*, *Belemnopsis anomala*, *Wichmanniceras*, *Hibolites semisuicatos*, *Buchiceras bilobatum*, *Subcraspedites sowery*, *Berriasella paramacilenta*, (tabla 1). La porción del Tithoniano de la columna se encuentra formada por depósitos de lutitas bituminosas. El techo corresponde al contacto con la unidad T1-T19. Que corresponde al contacto entre el Jurásico Tardío y la base del Cretácico Temprano, conformado por capas de calizas con intercalaciones de horizontes arcillosos.

Asociación faunística: Berresiano – Valangiano - Hauteriviano

Para la transición Berresiano - Valangiano - Hauteriviano del área de estudio comprende las unidades T1-T19 (Figura 14), Anexo 1 columna Bioestratigráfica. Está conformada por las siguientes especies: *Holcodiscus caillaudianus*, *Thurmanniceras thurmanni*, *Caliptychoceras caliptychum*, *Euryptychites latissimus*, *Criceratites noraní*, *Neocomites neocomiensis*, *Oosterella sp*, *Aegocrioceras bicaritum*. (Tabla 1). La porción del Tithoniano de la columna se encuentra formada por depósitos de lutitas bituminosas. Estas unidades están conformadas por paquetes de calizas con espesores promedio de 1 metro y disminuye la presencia de horizontes arcillosos y se identifica la presencia de nódulos de hematita.

Asociación faunística: Barremiano – Aptiano - Albiano

Para la transición Barremiano – Aptiano - Albiano del área de estudio comprende las unidades T20-T27 (Figura 14), Anexo 1 columna Bioestratigráfica. Está conformada por las siguientes especies: *Helicoceras vohimaranitraense*, *Tropheum bowerbanki*, *Bhimaites bhima*, *Jimbocheras plahuatiforme*, *Pachydesmoceras kossmati*, *Adkinsia bosquensis*, *Litophargmotoceras incomptum*. (Tabla 1). La porción del Tithoniano de la columna se encuentra formada por depósitos de lutitas bituminosas. Estas unidades están conformadas por paquetes de calizas con espesores promedio de 1 metro.

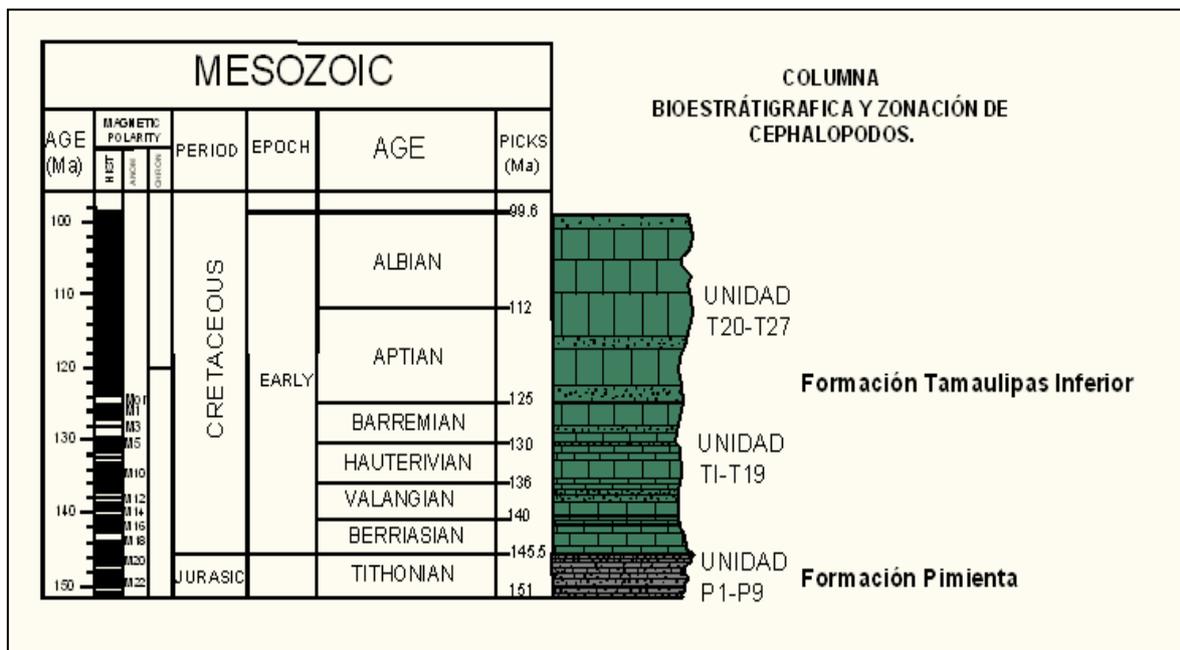


Figura 14.- Columna bioestratigráfica y de zonación de cephálopodos

CONCLUSIONES

Una vez estudiada fauna fósil recolectada se alcanzo el objetivo que era el de establecer el “Alcance Estratigráfico de la Fauna Fósil de la Formación Tamaulipas Inferior de Mazatepec, Puebla.” Primeramente se procedió a la identificación de la fauna así como establecer el rango para cada uno de ellos establecidos previamente en los diferentes artículos y tratados sobre amonitas del Cretácico que fueron de una amplia ayuda. Una vez más queda demostrada que varias especies rebasan los límites plateados originalmente por diferentes autores.

Se agruparon de acuerdo a una asociación de fósiles primeramente para un grupo que va del Thitoniano Tardío - Berresiano; un segundo grupo se formo por la asociación que va del Berresiano Temprano – Valangiano Temprano; un tercer grupo quedo de acuerdo al ensamble del Valangiano Temprano – Hauteriviano Tardío y un último grupo que se ubico del Aptiano – Cenomaniano. Este último grupo rebasa los límites establecidos por algunos autores para la Formación Tamaulipas Inferior la cual posiblemente la nombra como Tamaulipas Indiferenciada.

Lo planteado inicialmente se cumplió con amplias expectativas, Primeramente se logro establecer que la Formación Tamaulipas Inferior de Mazatepec, Puebla, no se restringe a lo que se establece en la unidad tipo, ya que la fauna rebaso los límites propuestos para la formación. Segundo no existe una clara separación de los rangos estratigráficos mediante su litología si no que son establecidos por la fauna de ammonites las cuales marcaran un rango de tiempo más amplio para esta localidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, H.E., 1972, Ambientes de Depósito de las Formaciones del Jurásico Superior en la Región Tampico-Tuxpan: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 24(1-3), 129-163.
- Barragán-Manzo, R., 2005, Towards a standard Ammonite zonation for the Aptian (Lower Cretaceous) of northern Mexico, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 22, núm.1., 39-47 p.
- Barragán-Manzo, R., 2008, Lower Aptian (Lower Cretaceous) ammonites from the basal strata of the La Peña Formation of Nuevo Leon State, northeast Mexico: biostratigraphic implications, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v.25, núm. 1., 145-157 p.
- Basáñez, L. M. A., R. Fernández T., and C. Rosales, D., 1992. Cretaceous Platform of Valles-San Luis Potosí Northeastern Central México. Cretaceous Carbonate Platforms. AAPG Memoir 56. Edited by J. A. Simó, Robert W. Scott and Jean-Pierre Masse. p. 51-59.
- Bello, M. R., 1978. Estudio Estratigráfico de Rocas Sedimentarias en 13 Pozos Localizados en la Porción Meridional de la Faja de Oro. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería, UNAM. 85 págs., 10 láms. y dos secciones.
- Belt, B. C., 1925. "Stratigraphy of the Tampico District of Mexico", Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., v.9, 1, p. 136-144.
- Bonet, F., 1956, Zonificación microfaunística de las calizas cretácicas del este de México: México, D.F., XX Congreso Geológico Internacional, monografía. 120 p.
- Burckhardt, C., 1930. Etude Synthétique sur le Mesozoique Mexican, Mem. Soc. Paleont. Suisse, Vol. 49-50.
- Cantú-Chapa, A., 1971, La Serie Huasteca (Jurásico Medio-Superior) del Centro-Este de México: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, 3(2), 17-40.
- Cantú-Chapa, A., 1984, El Jurásico Superior de Tamán, San Luis Potosí, Este de México, en III Congreso Latinoamericano de Paleontología, Memoria, 207-212.

- Carrillo, B. J., 1965. Estudio Geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. Vol. XVII, p. 73-96.
- Carrillo-Bravo, J., 1971, La Plataforma de Valles-San Luis Potosí: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 23 (1-6), 1-102.
- Castro, M. J. T. y Martínez, R. E., 1977. Estudio del Cretácico de la Franja Tamaulipas y Tamabraal SW de la Faja de Oro entre los ríos Nautla y Cazones, in Atolón de la Faja de Oro. Etapa estratigráfica y diagenética (B). Inst. Mex. Petrol. Subdir. Tec. de Explor., Informe inédito, 68 p.
- FYSPA, 1982. Geología Superficial de Semidetalle del "Prospecto Miquihuana". IG-634. PEMEX. México. Informe inédito.
- Heim, A., 1926, Notes on the Jurassic of Tamazunchale (Sierra Madre Oriental, México): *Eclogae Geologicae Helveticae*, 20(1), 84-87.
- Heim, A., 1940, The From Ranges of Sierra Madre Oriental, Mexico, from Ciudad Victoria to Tamazunchale: *Eclogae Geologicae Helveticae*, 33, 315-352.
- Hermoso De La Torre, C., Martínez-Pérez, J., 1972, Medición detallada de formaciones del Jurásico Superior en el frente de la Sierra Madre Oriental: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 24(1-3), 45-63.
- Klinger, 1981.
- Klinger, H. C. 1981. Speculations on buoyancy control and ecology in some heteromorph ammonites: in House, M.R., and Senior, J.R., eds., *The Ammonoidea. The Evolution, Classification, Mode of Life and Geological Usefulness of a Major Fossil Group: The Systematics Association Special Volume 18*. Academic Press, London, p. 337–355.
- Longoria, J. F., 1975. Estratigráfia de la Sierra Comancheana del Noreste de México. *Inst. de Geol. U. N. A. M. Bol. Soc. Geol. Mex.*, Vol. 36, p. 31-59.
- López R.J., Montiel E.J.E., Amezcua T.N., Aranda J.N., Reyes R.N.A., Maldonado L.J.M. De la Calleja M.M., 2005, Servicio Geológico Mexicano, Carta Geológica del Estado de Veracruz, Escala 1:500, 000.

- López-Ramos, E., 1979, Geología de México, Tomo II, 2da. Edición, México, D.F., 454 p.
- Martínez, R. E., y Bello, M. R., 1977. Estudio del Cretácico de la Franja Tamaulipas y Tamabra al Norte Poniente de la Faja de Oro, entre el Río Cazones y el Estero La Laja, in Atolón de la Faja de Oro. Etapa estratigráfica y diagenética (B). Inst. Mex. Petrol. Subdir. Tec. De Explor., Informe inédito, 110 p.
- Muir, J. M., 1936. Geology of the Tampico Region. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 280 p.
- Palazuelos, C. R., 1970. Exploración geológica del área Laguna Seca – Real de Catorce, S.L.P. 534. PEMEX. Informe inédito.
- Pedrazzini, N.C., Basáñez-Loyola, M.A., 1978, Sedimentación del Jurásico Medio-Superior en el Anticlinorio de Huayacocotla-Cuenca de Chicontepec, estados de Hidalgo y Veracruz, México: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, 10 (3), 6-24.
- PEMEX, Petróleos Mexicanos, 1988b, Estratigrafía de la República Mexicana: Mesozoico, Subdirección de Producción Primaria, Coordinación Ejecutiva de Exploración, Informe inédito, 229 p. Rodríguez, C. H., 1972. Medición de secciones Estratigráficas en la Porción Central y Oriental de la Cuenca del Centro de México, “Prospecto Zacatecas – San Luis Potosí”. IG-551. PEMEX: México. Informe inédito.
- Petróleos Mexicanos (PEMEX), 1988, Estratigrafía de la República Mexicana: Mesozoico, Subdirección de Producción Primaria, Coordinación Ejecutiva de Exploración, 229 p.
- Ranson, W.A., Fernández, L.A., Simmons, W.B., Enciso De La Vega, S., 1982, Petrology of the metamorphic rocks of Zacatecas, Zac., Mexico: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 43(1), 37-59.
- Reineck, H.E. y I.B. Singh, 1973. *Depositional sedimentary environments, with reference to terrigenous clastics*, Springer-Verlag, Berlin, Primera Edición, 439 pp.
- Salvador, A., 1991, Triassic-Jurassic in Salvador, A., (ed.) The Gulf of Mexico Basin: Boulder, Colorado, Geological Society of América, The Geologic of North America, v. J., 131-180.

- Santamaría – Orozco, D., Arenas, P. R. y Escamilla, H., 1990. Normalización de la Nomenclatura Estratigráfica en las Cuencas Mesozoicas de México (Etapa I: Zona Norte. Cretácico). Inst. Mex. Petr. Proyecto CAO-3052. 140 p. Inédito.
- Scott, G. 1940. Paleocological factors controlling the distribution and mode of life of Cretaceous ammonoids in the Texas area. *Journal of Paleontology* 14:299–323.
- SERTESA, 1982, Estudio de Geología Superficial de Detalle Geológico. “Prospecto Nahola”: Estados de Tamaulipas, Nuevo León y San Luis Potosí. IG-641. PEMEX. Inédito.
- Stephenson, L. W., 1922. “Some Upper Cretaceous Shells of the Rudistid Group from Tamaulipas, Mexico.” *Proc. U. S. Nat. Hist. Mus.*, 61, Art. 1, No. 2422.
- Suter, M., 1980, Tectonics of the external part of the Sierra Madre Oriental foreland thrust-and-fold between Xilitla and the Moctezuma River (Hidalgo and San Luis Potosí states): *Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 4(1), 19-31.
- Suter, M., 1990, Geología de la hoja de Tamazunchale, Estado de Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí, Escala 1: 100,000: *Revista del Instituto de Geología*, (22), 55 p.
- Vergara, M.A., Zárate L.J., De la Calleja, M. A., Jimenez, H.A., 2002, Carta Geológico-Minera Veracruz, E14-3 Escala 1:250,000, Estados de Veracruz, Puebla y Tlaxcala, Informe técnico.
- Westermann in Landman (1996), both life as a pelagic drifter with limited motility.
- Westermann, G. E. G. 1996. Ammonoid life and habitat: *in* Landman, N.H., Tanabe, K., and Davis, R.A., eds., *Ammonoid Paleobiology, Topics in Geobiology* Volume 13. Plenum Press, New York, p. 607–707.
- Zozaya, S. M., 1971. Informe Final “Prospecto Querétaro – Tula”. IGPR-70. PEMEX: Informe inédito.
- <http://googlemaps.com>
- http://emexico.gob.mx/work/EMM_1/Puebla/Mpios/21186a.htm

http://www.mexico-map.net/mapas-mexico/images/mapa_puebla_rutas.jpg

<http://www.puebla.ws/mapas.htm>

<http://www.visitingmexico.com.mx/mapas>

<http://www.coremisgm.gob.mx/>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Tlatlauquitepec>