



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**La Cuenca de Veracruz, síntesis
geológica e importancia de sus recursos
naturales, como parte del libro digital:
Las cuencas sedimentarias de México y
sus recursos naturales del subsuelo**

MATERIAL DIDÁCTICO

Que para obtener el título de

Ingeniera Geóloga

P R E S E N T A

Alexandra Rodríguez Zamora

ASESOR DE MATERIAL DIDÁCTICO

M.C. Noé Santillán Piña



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado LA CUENCA DE VERACRUZ, SINTESIS GEOLOGICA E IMPORTANCIA DE SUS RECURSOS NATURALES, COMO PARTE DEL LIBRO DIGITAL: LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS DE MEXICO Y SUS RECURSOS NATURALES DEL SUBSUELO, que presenté para obtener el título de INGENIERO GEÓLOGO es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

ALEXANDRA RODRIGUEZ ZAMORA
Número de cuenta: 317647062



Este trabajo de titulación fue realizado dentro del marco del Programa de Apoyo a Proyectos Para Innovar y Mejorar la Educación, de la UNAM (**PROYECTO PAPIME PE102024**), consistente en la elaboración del libro digital **“LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS DE MÉXICO Y SUS RECURSOS NATURALES DEL SUBSUELO”**.

Contenido

1. Resumen.....	1
2. Abstract	2
3. Introducción	3
4. Objetivo	3
5. Cuencas Sedimentarias.....	4
5.1 Clasificación de cuencas sedimentarias	4
5.1.1 Cuencas sedimentarias en configuraciones divergentes	6
5.1.2 Cuencas sedimentarias en configuraciones de intraplaca	6
5.1.3 Cuencas sedimentarias en configuraciones convergentes.....	9
5.1.4 Cuencas sedimentarias en configuraciones transformantes	10
5.1.5 Cuencas sedimentarias en configuraciones híbridas	12
5.2 Clasificación de plataformas sedimentarias	13
5.2.1 Plataformas siliciclásticas.....	13
5.2.2 Plataformas carbonatadas	14
6. Generalidades.....	15
6.1 Ubicación.....	15
6.2 Estado del Arte.....	16
7. Cuenca de Veracruz	18
7.1 Tipo de cuenca.....	18
7.2 Descripción general.....	18
7.3 Estratigrafía y Sedimentación	20
7.4 Geología Estructural.....	27
7.5 Contenido paleontológico	30
7.6 Evolución geológica.....	32
7.7 Propuesta de modelo de cuenca.....	36
8. Consideraciones económicas.....	37
9. Conclusiones y recomendaciones	41
10. Bibliografía.....	41

1. Resumen

La Cuenca Cenozoica de Veracruz está ubicada en la costa del Golfo de México en el centro y sur del estado de Veracruz; incluye parte de los estados de Puebla y Oaxaca. Los sedimentos que rellenan la cuenca fueron depositados bajo un régimen de cuenca tipo foreland, sobrepuestos a secuencias de margen pasivo y de rift, con un espesor promedio de 7,400 [m]; presenta concordancias y discordancias (algunas de ellas angulares), cambios de facies, producto de eventos tectónicos (Corona, 2010). La evolución geológica y tectónica que ha ocurrido en la zona inicia con la apertura del paleo Golfo de México hasta la deformación Laramídica, generada por la subducción de la placa Farallón por debajo de la placa Norteamericana, creando los pliegues y cabalgaduras del Orógeno Mexicano del sector Zongolico, generando así, al oriente la Cuenca de Veracruz. A medida que la cuenca se hundía, se relleno de sedimentos provenientes de la sierra aledaña, que al litificarse formaron areniscas, lutitas y conglomerados.

A lo largo de su evolución geológica, la cuenca ha pasado por diversas fases marinas y continentales, lo que ha favorecido la fosilización de una amplia variedad de foraminíferos del Cenozoico, correspondientes a las formaciones Velasco, Chicontepec, La Laja, Encanto, Concepción Superior e Inferior, que rellenan la cuenca. Se identifican más de 250 taxa de palinomorfos continentales y marinos correspondientes al Neógeno, y, además, se encuentran gasterópodos y pelecípodos, así como *Turritella guppyi* (Cossman), *Polystiia albida* (Perry), *Anadara cf. A. chavezi* (Engerrand y Urbina), *Ostrea vespertina* (Conrad), *Chione ebergenyn* (Böse) y *Conus burckhardti* (Böse) como macrofauna (Corona, 2010).

La Cuenca de Veracruz es de suma importancia para la economía mexicana, puesto que, por sus características tectónicas y geológicas, da origen a yacimientos de hidrocarburos, yacimientos minerales metálicos de interés industrial y una red de abundantes acuíferos que abastece a la población, a la agricultura y a la industria.

2. Abstract

The Veracruz Cenozoic Basin is situated on the Gulf of Mexico coast, in the central and southern portions of the state of Veracruz; it also encompasses parts of Puebla and Oaxaca states. The sedimentary infill of the basin were deposited in a foreland basin setting, overlying passive margin and rift sequences, with an average thickness of approximately 7400 meters; it exhibits concordant and discordant (some angular) relationships, facies changes, resulting from tectonic events (Corona, 2010).

The tectonic and geological evolution of the basin began with the opening of the paleo Gulf of Mexico and culminated in the Laramide deformation, generated by the subduction of the Farallon plate beneath the North American plate, creating the folds and thrust faults of the Mexican Orogen, specifically the Zongolica sector, thus forming the Veracruz Basin to the east. As the basin subsided, it filled with sediments derived from the surrounding mountains, which upon lithification formed sandstones, shales, and conglomerates.

Throughout its geological evolution, the basin has undergone various marine and continental phases, favoring the fossilization of a wide variety of Cenozoic foraminifera, corresponding to the Velasco, Chicontepec, La Laja, Encanto, and upper and lower Concepción formations that fill the basin. More than 250 taxa of continental and marine palynomorphs corresponding to the Neogene have been identified, and additionally, gastropods and bivalves are found, as well as *Turritella guppyi* (Cossman), *Polystia albida* (Perry), *Anadara cf. A. chavez* (Engerrand and Urbina), *Ostrea vespertina* (Conrad), *Chione ebergenyn* (Böse), and *Conus burckhardti* (Böse) as macrofauna (Corona, 2010).

The Veracruz Basin is of paramount importance to the Mexican economy, as its tectonic and geological characteristics give rise to hydrocarbon reservoirs, metallic mineral deposits of industrial interest, and a network of abundant aquifers that supply the population, agriculture, and industry.

3. Introducción

La Cuenca de Veracruz, ubicada en el sector centro-este de la planicie costera del Golfo de México, es una región de gran importancia geológica y económica para el país. Su historia geológica, marcada por la evolución tectónica y la sedimentación, ha dado lugar a una variedad de recursos naturales del subsuelo, principalmente hidrocarburos, yacimientos minerales y acuíferos. El objetivo principal de este trabajo es compilar y analizar de manera exhaustiva la información disponible, con la finalidad de presentar una visión integral de sus características geológicas, recursos naturales y potencial económico. Como objetivos específicos se considera la caracterización geológica que abarca desde el tipo de cuenca, descripción de sus dimensiones, límites y formas, sedimentología, estratigrafía, geología estructural, contenido paleontológico, evolución geológica y propuesta de modelo de cuenca, además un análisis del impacto económico de la explotación de los recursos naturales en la región.

Para alcanzar los objetivos, se emplearon los siguientes recursos: revisión bibliográfica científica y técnica disponible sobre la cuenca, incluyendo publicaciones, informes técnicos y bases de datos geológicos; también se empleó análisis de datos geológicos disponibles, como mapas, dictámenes e informes gubernamentales.

4. Objetivo

El objetivo general del trabajo es describir la historia geológica de la Cuenca de Veracruz, abarcando su estratigrafía y sedimentación, geología estructural, paleontología, evolución geológica con base en la tectónica y el tipo de cuenca sedimentaria. Explicar cómo su evolución geológica ha dado origen a diversos recursos naturales, como hidrocarburos, agua subterránea y minerales, además de hacer hincapié en la importancia de éstos desde una perspectiva económica, presentando una compilación de toda la información actualizada existente de la Cuenca de Veracruz, logrando una mejor comprensión geológica y la importancia económica de sus recursos naturales.

5. Cuencas Sedimentarias

Las cuencas sedimentarias son depresiones topográficas con características geológicas particulares que se forman por diferentes procesos tectónicos y permiten acumular sedimentos en grandes volúmenes, generando sucesiones estratigráficas (Barredo & Stinco, 2010).

5.1 Clasificación de cuencas sedimentarias

Las cuencas sedimentarias se desarrollan en diferentes entornos tectónicos: divergentes, intraplaca, convergentes, transformantes e híbridos, que a su vez dependen de mecanismos de subsidencia. Con base en los entornos tectónicos de formación, es como se clasifican las cuencas sedimentarias (Tabla 1).

Mecanismos de subsidencia

		Tipos de cuencas sedimentarias									
		Dominante	Importante	Inusual	Adelgazamiento de corteza	Engrosamiento del manto litosférico	Carga sedimentaria y volcánica	Carga tectónica	Carga subcortical	Flujo astenosférico	Densificación cortical
Divergente	Rifts continentales	█			█						█
	Rifts generadores de proto-océanos				█						█
Intraplaca	Elevaciones continentales										█
	"Continental embarkments"										█
	Cuencas intracratónicas				█						
	Plataformas continentales				█						
	Cuencas oceánicas activas				█						
Convergente	Islas oceánicas, montañas submarinas, dorsales asísmicas y mesetas				█						
	Cuencas oceánicas inactivas				█						
	Trincheras							█			
	Cuencas de taludes y trincheras							█			
	Cuencas de antearco				█						
	Cuencas intrarco				█						
	Cuencas trasarco										
	Cuencas retroarco de antepaís							█			
	Cuencas oceánicas remanentes							█			
	Cuencas de antepaís periféricas							█			
Transformante	Cuencas "piggy-back"							█			
	Cuencas intermontanas de antepaís							█			
	Cuencas transtensionales				█						
Híbrida	Cuencas transpresionales							█			
	Cuencas transrotacionales							█			
	Cuencas intracontinentales tipo "wrench"							█			
	Aulacógenos				█						
	Impactógenos				█						
	Cuencas sucesoras										█

Tabla 1. Mecanismos de subsidencia para los tipos de cuencas sedimentarias (Modificado de Ingersoll, 2011).

5.1.1 Cuencas sedimentarias en configuraciones divergentes

Son cuencas que se generan en regiones asociadas a esfuerzos que origina deformación por extensión, es decir, donde existen movimientos divergentes o de separación de placas (Ingersoll, 2011). Algunos de estos tipos de cuencas son:

- Rifts continentales: son grabens dominados por fallas normales.
- Rifts generadores de proto-océanos: son cuencas que se forman durante la transición del rifting continental a la expansión del fondo marino, formando en los márgenes de las nacientes cuencas oceánicas (Figura 1). Un ejemplo de este tipo de cuenca es el Mar Rojo (mar marginal del océano Índico) (Ingersoll, 2011).

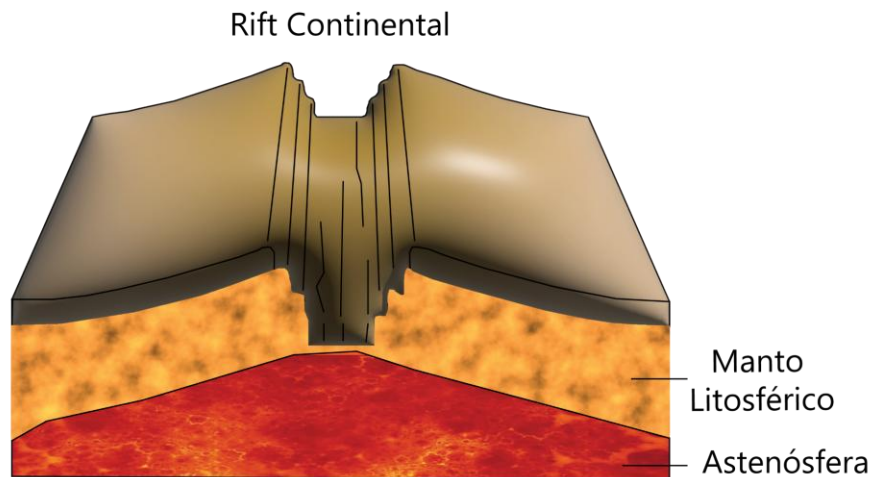


Figura 1. Modelo de un "Rift Continental" (Modificado de Ingersoll, 2011).

5.1.2 Cuencas sedimentarias en configuraciones de intraplaca

Las cuencas sedimentarias pueden estar presentes en una variedad de entornos a lo largo del margen y dentro de las placas continentales y oceánicas, una vez que una cuenca oceánica se ha abierto por completo durante el ciclo de Wilson. Durante este proceso, los nuevos márgenes continentales de rift con levantamiento de flancos se enfrían y se hunden. Este proceso es llamado como transición "rift to drift", donde un marco divergente se desarrolla y se convierte en un marco intraplaca (Ingersoll, 2011). Algunos de estos tipos de cuencas son:

- **Islas oceánicas, montañas submarinas, dorsales asísmicas y mesetas:** las islas, montes submarinos, cordilleras y mesetas experimentan un hundimiento térmico a medida que las placas oceánicas se alejan de las dorsales oceánicas (Ingersoll, 2011).
- **Cuencas intracratónicas:** Se encuentran en el interior de los cratones y se desarrollan cuando la actividad del rifting desaparece, permitiendo el enfriamiento cortical debido a la disminución del flujo de calor, la subsidencia se genera cuando disminuye la rigidez litosférica, permitiendo una masa sin compensar en la corteza superior para hundirse en un área extensa (Figura 2). Un ejemplo es la cuenca del Congo en África Central (Ingersoll, 2011).

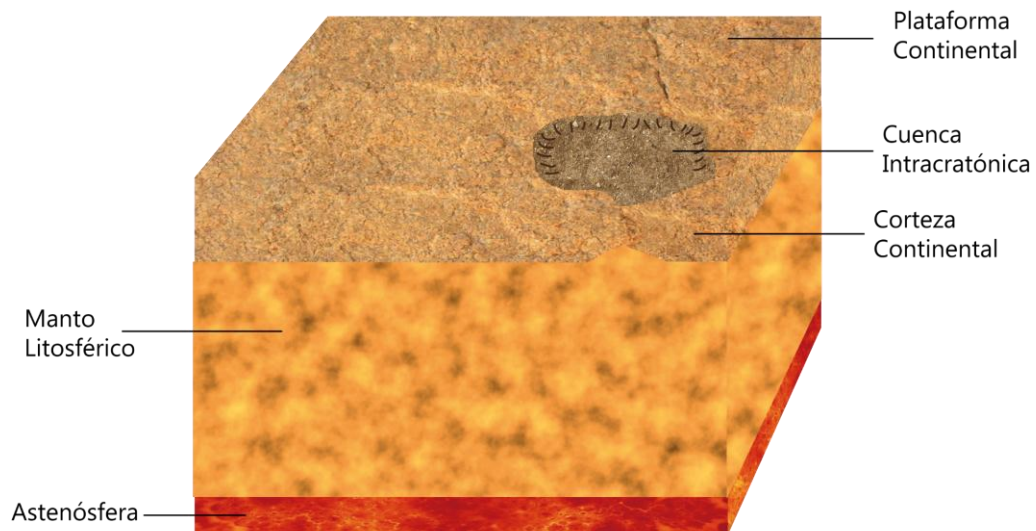


Figura 2. Modelo esquemático de las “Cuencas Intracratónicas” (Modificado de Ingersoll, 2011).

- **Plataformas continentales:** Cratones estables cubiertos por estratos sedimentarios amplios y extensos. La tectónica global, dinámica del manto, eventos locales y regionales influyen en las plataformas continentales (Ingersoll, 2011).
- **Cuencas oceánicas activas:** La litósfera oceánica se enfría y hunde gradualmente a medida que se aleja de las dorsales aumentando la profundidad del agua con la edad; sobre esta corteza oceánica se acumulan sedimentos pelágicos de diferentes tipos (Figura 3) (Ingersoll, 2011).

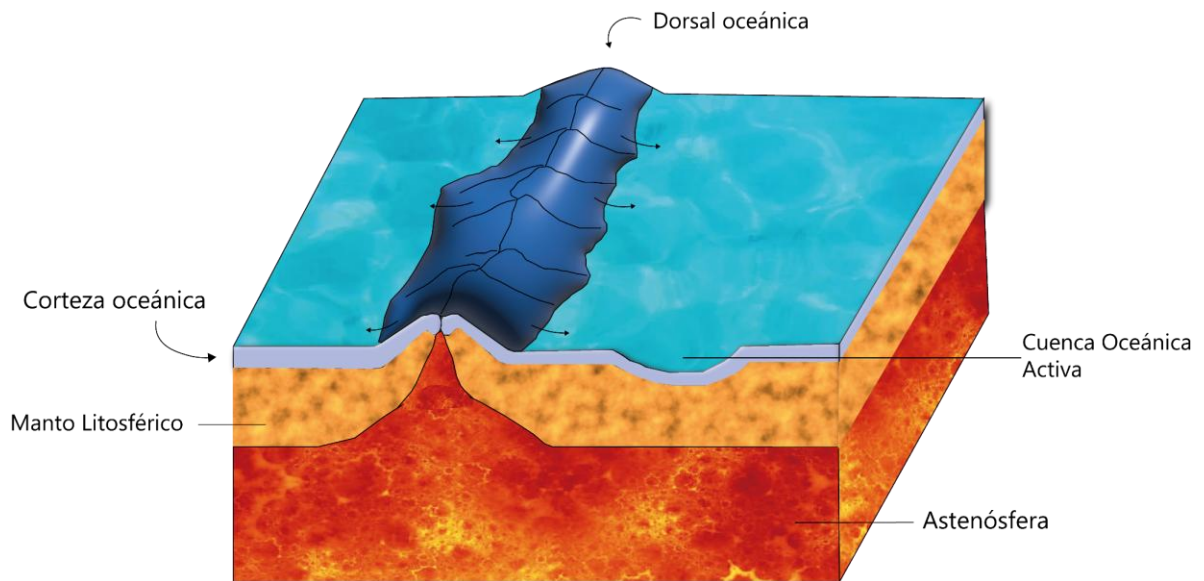


Figura 3. Modelo esquemático de una “Cuenca Oceánica Activa” (Modificado de Ingersoll, 2011).

- **Cuencas oceánicas inactivas o pasivas:** Son cuencas cubiertas por corteza oceánica que no se subducen ni se someten a esfuerzos que causan extensión, es decir, no hay límites de placas activas dentro o junto a la cuenca (Figura 4), un ejemplo es el Golfo de México. Pueden llegar a tener cientos o miles de años y se desarrollan a partir de dos procesos principales, cuando la expansión en las dorsales de las cuencas oceánicas nacientes cesa su actividad o cuando las cuencas de trasarco no se subducen durante la sutura de los continentes y/o arcos (Ingersoll, 2011).

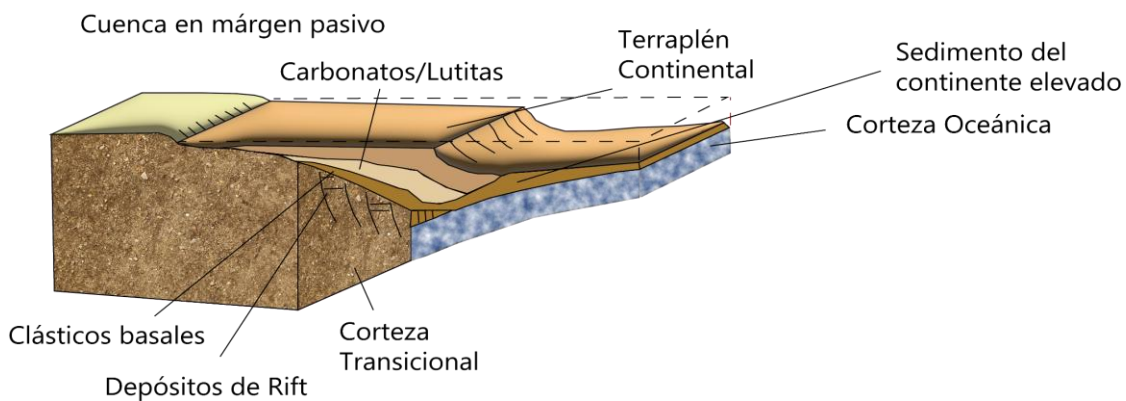


Figura 4. Modelo esquemático de una “Cuenca en márgenes pasivos” (Modificado de Einsele, 1992).

5.1.3 Cuencas sedimentarias en configuraciones convergentes

Este tipo de cuencas se generan en regiones de esfuerzos compresivos, que van de la mano con el desarrollo de orogenias y actividad volcánica (Ingersoll, 2011). Algunos de estos tipos de cuencas son:

- **Trincheras:** Se desarrollan en depresiones profundas formadas por la subducción de la corteza oceánica (Figura 5).

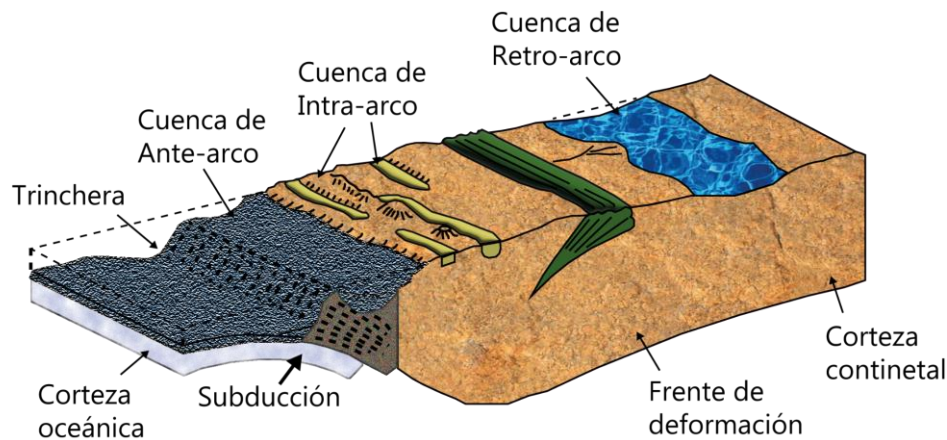


Figura 5. Modelo esquemático de una “Trinchera, Cuenca ante-arco, Cuenca intra-arco, Cuenca retro-arco” (Modificado de Einsele, 1992).

- **Cuencas de ante-arco:** Son depresiones alargadas que se encuentran frente a los arcos volcánicos en los sistemas de subducción de placas tectónicas (Ingersoll, 2011).
- **Cuencas de intra-arco:** Son depresiones que se encuentran en medio de las cadenas montañosas formadas por vulcanismo intenso (Ingersoll, 2011).
- **Cuencas de retro-arco:** Este tipo de cuencas están situadas detrás del arco y sobre la corteza continental, son muy variables y pueden denominarse cuencas de inter-arco cuando se sitúa sobre corteza oceánica, y cuenca intra-arco cuando el arco es una isla de magma y la cuenca se desarrolla detrás de este (Ingersoll, 2011).
- **Cuencas de antepaís o foreland:** son formadas en contacto de placas con esfuerzos convergentes; se forman frente a una cordillera plegada y el cratón

estable adyacente cuando la carga de las estructuras cabalgantes deforma flexionando elásticamente su antepaís (Arche & López, 2010) (Figura 6).

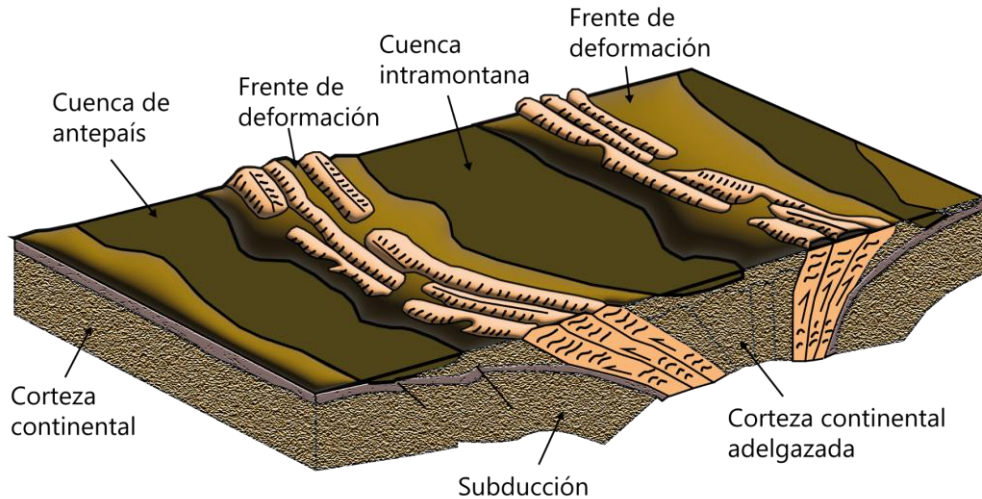


Figura 6. Modelo esquemático de una Cuenca de antepaís (Modificado de Einsele, 1992).

5.1.4 Cuencas sedimentarias en configuraciones transformantes

Son cuencas generadas en sistemas de desplazamiento lateral de las placas tectónicas, son extremadamente complejas y algunos de estos tipos de cuencas son:

- **Cuencas transtensionales:** son cuencas formadas en zonas de falla de desplazamiento lateral con movimiento sinistral (izquierda) o dextral (derecha); tienen una baja relación longitud-anchura debido a su corta historia en regímenes cambiantes de desplazamiento lateral, pueden formar cuencas en zonas de escape tectónico y en casos de una larga evolución pueden formar cuencas oceánicas nacientes transtensionales o márgenes transformantes continentales intraplaca (Ingersoll, 2011).

Un sistema de fallas transtensionales generan adelgazamiento de la corteza continental creando así, cuencas tipo pull-apart (Figura 7) (Einsele, 1992).

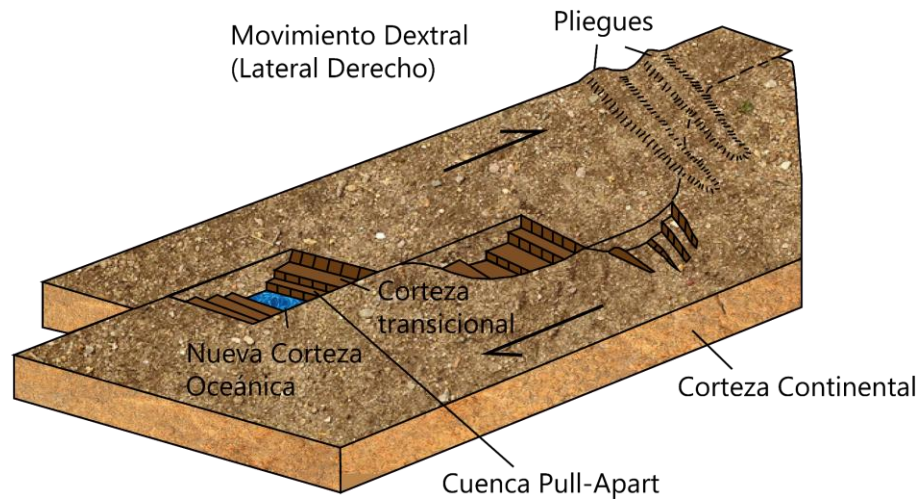


Figura 7. Modelo esquemático de una "Cuenca transtensiva". (Modificado de Einsele, 1992).

- **Cuencas transpresionales:** formadas en zonas de falla de desplazamiento lateral con movimiento de compresión oblicua (Figura 8) (Ingersoll, 2011).

Un sistema de fallas transpresionales genera cuencas de cizalla, de tamaños y resistencias diversos. Su componente compresivo puede inferirse a partir de un régimen de esfuerzos de fallas de cizalla y cinturones de pliegues de extensión limitada (Einsele, 1992).

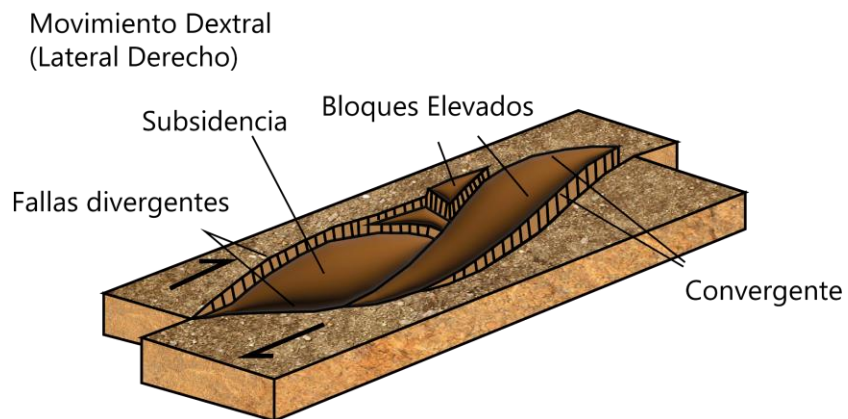


Figura 8. Modelo esquemático de una "Cuenca transpresional" (Modificado de Einsele, 1992).

- **Cuencas transrotacionales:** se forma por la rotación de bloques corticales, esta rotación puede ser causada por el movimiento de fallas de desplazamiento lateral, o la formación de un desprendimiento; son asimétricas, de forma irregular y tiene capas gruesas de sedimentos (Ingersoll, 2011).

5.1.5 Cuencas sedimentarias en configuraciones híbridas

Son cuencas en entornos de diferentes combinaciones de configuraciones tectónicas. Algunos tipos de estas cuencas son:

- **Cuencas intracontinentales tipo “wrench”:** Son cuencas híbridas que se desarrollan dentro de la corteza continental en consecuencia de procesos colisionales, como ejemplo, se tiene a la cuenca Quidam en una región desértica del norte de la meseta tibetana en China (Ingersoll, 2011).
- **Aulacógenos:** se forman durante la expansión continental, típicamente con tres brazos divergentes a 120 grados para minimizar el esfuerzo, en la mayoría de los casos, solo dos brazos evolucionan completamente hacia la separación continental y la apertura de un mar, mientras que el tercer brazo se convierte en una fosa fósil sin expansión oceánica (Ingersoll, 2011) (Figura 9).

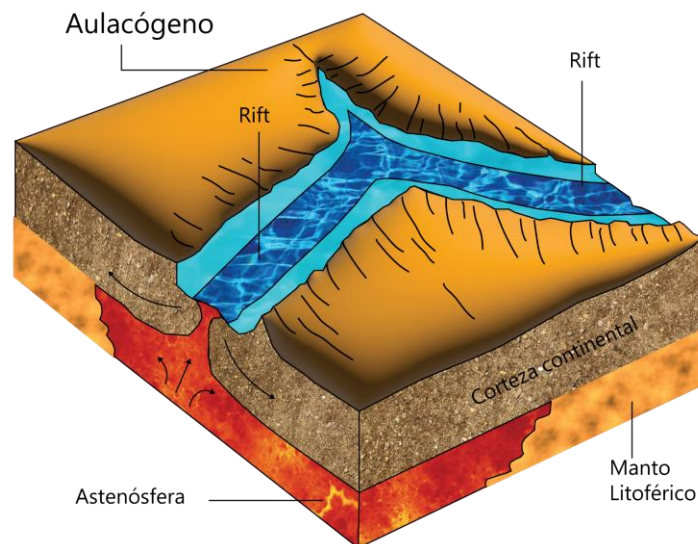


Figura 9. Modelo esquemático de un “Aulacógeno” (Modificado de Einsele, 1992).

- **Impactógenos:** es similar a un aulacógeno, ambos son fosas tectónicas alargadas con tendencia perpendicular a las cordilleras orogénicas. La diferencia clave es que los aulacógenos se forman durante la expansión continental, mientras que los impactógenos se forman durante la colisión continental, sin etapas previas de rift (Ingersoll, 2011) (Figura 10).

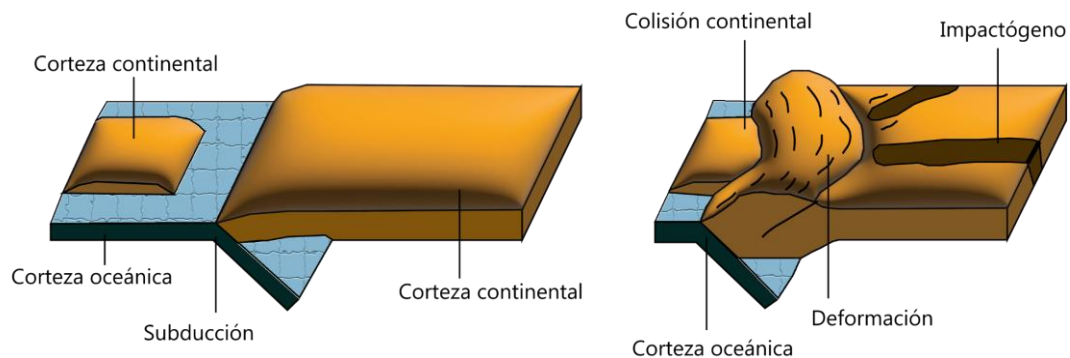


Figura 10. Modelo esquemático de un “Impactógeno” (Modificado de Gianni et al., 2015).

5.2 Clasificación de plataformas sedimentarias

5.2.1 Plataformas siliciclásticas

Son zonas de fondo marino que se extienden desde la costa hasta la rotura de pendiente que da paso al talud continental, se caracterizan por la acumulación de sedimentos clásticos. Están relacionadas con ambientes costeros y se asocian a márgenes continentales, plataformas formadas por la subsidencia de la corteza continental y, cuencas interiores, plataformas formadas por la subsidencia de la corteza continental o por la acumulación de sedimentos.

Existen dos tipos, las primeras son plataformas marginales, que son relativamente estrechas y rodean los continentes, además se asocian a márgenes pasivos y convergentes. El segundo tipo de plataforma son las plataformas epicontinentales, que

son más amplias y ocupan ciertas áreas inundadas de los continentes, se asocian a movimientos de placas en la corteza continental.

Existen diferentes tipos de plataformas, que dependen de su ambiente de deposición sedimentaria, morfología y criterios geofísicos y geológicos. Algunos de estos son: de áreas glaciadas, con arrecifes de coral, bordeadas por islas o bancos rocosos, situadas en zonas tectónicamente activas, relacionadas con la tectónica de placas, con barras alargadas de arena y plataformas relacionadas con deltas (Dabrío, 2010).

5.2.2 Plataformas carbonatadas

Con base en su morfología, las plataformas carbonatadas pueden dividirse en dos grandes grupos según Read (1985): plataformas con laguna restringida y rampas (Figura 11). Las plataformas con laguna restringida son someras cuyo borde externo, está marcado por un pronunciado incremento de la pendiente, presentan una barrera semicontinua o continua que protege a una laguna tranquila de las corrientes y el oleaje. Por otro lado, se tienen a las rampas, que se encuentran suavemente inclinadas en las que las facies someras agitadas por el oleaje de la zona costera pasan hacia mar abierto, a depósitos profundos de poca agitación, estas no están protegidas por barreras físicas.

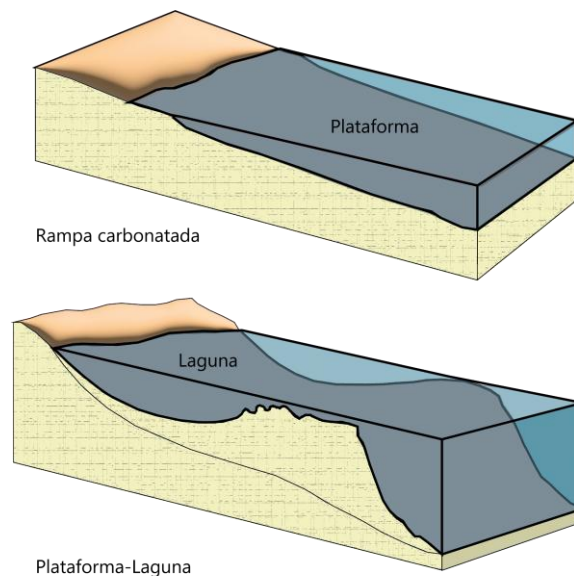


Figura 11. Modelo esquemático comparativo de una rampa carbonatada y una plataforma con laguna restringida. (Modificado de Wilson, 1975).

Existen varios tipos de plataformas y rampas carbonatadas, algunas de ellas son: con laguna restringida con margen de acreción o deposicional, con laguna restringida con margen de bypass, con laguna restringida con margen erosional, rampas homoclinales, rampas con ruptura de pendiente distal, epicontinentales y aisladas (Benito & Alonso, 2010).

6. Generalidades

6.1 Ubicación

La Cuenca de Veracruz se ubica en el este del territorio mexicano, abarcando parte de los estados de Veracruz, Puebla y Oaxaca (Figura 12), en un área mayormente continental y un segmento del Golfo de México. De acuerdo con la Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH] (2018), la Cuenca de Veracruz cubre una extensión de aproximadamente 34,825 [km²].



Figura 12. Ubicación de la Cuenca de Veracruz (Basado en datos de Google Earth (2024), Landsat/Copernicus, y modificado de Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018).

6.2 Estado del Arte

Los antecedentes exploratorios de la región de la Cuenca de Veracruz y Plataforma de Córdoba se dividen en tres etapas: La primera, que abarca de 1953 a 1973, tuvo como objetivo principal explorar-explotar los yacimientos petroleros someros de la parte alta del Cretácico tardío, correspondientes con los campos de Angostura, Tres Higueras, Tierra Blanca, Lagartos, Rincón Pacheco, Nopaltepec (Nopaltepec reactivó su interés en 2005, con la campaña de exploración geofísica San Pablo Nopaltepec 3D) y Plan de Oro. La segunda etapa, que abarca de 1973 a 1976, el objetivo fue explorar-explotar los yacimientos del Albiano-Cenomaniano que se encuentran a mayor profundidad, ya que se contaba con equipo de mayor capacidad, descubriendo los campos de Cópite, Mata Pionche y Mecayucan, entre otros. La tercera etapa, tuvo como objetivo investigar el contenido de hidrocarburos de las estructuras profundas del Jurásico tardío y Cretácico, que se encuentran por debajo del frente plegado hasta ahora conocido y que ofrecen grandes posibilidades, pues se trata de estructuras grandes y menos perturbadas tectónicamente que las suprayacentes hasta ahora perforadas (Santiago *et al.*, 1984).

La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2018) reporta que la exploración de hidrocarburos en la Cuenca de Veracruz comenzó en 1921 con la perforación del pozo exploratorio Cocuite-1, no productor ubicado cerca de Tlacotalpan, Veracruz. Sin embargo, con base en los estudios sísmicos y de perforación, PEMEX inició el desarrollo petrolero de esta provincia a partir de 1948 y las actividades de exploración se han centrado en la zona costera de la cuenca, donde se han perforado más de 900 pozos.

En 1953 fue definido el pozo Angostura-2 como productor de aceite proveniente de calizas de edad Cretácico superior. En 1956, el pozo Mirador-1 perforó areniscas del Paleógeno-Neógeno como productores de gas. Además, de 1955 a 1980, la mayor parte de los yacimientos petrolíferos y gas asociado de la cuenca fueron descubiertos en las calizas del Cretácico del frente tectónico sepultado, incluyendo los campos Cópite, Mata Pionche y Mecayucan, así como algunos campos de gas en rocas siliciclásticas Cenozoicas como el Campo Cocuite. Durante los años de 1999 a 2004, se descubrieron los Campos Playuela, Lizamba, Vistoso, Apértura, Arquimia, Papán, entre otros.

La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2016) reporta que el Órgano de Gobierno de la Comisión Nacional de Hidrocarburos autorizó la solicitud de Pemex Exploración y Producción (PEP) para la perforación del pozo exploratorio terrestre Ixachi-1, el cual descubrió un yacimiento de gas y condensado. Finalmente, la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2021) informa el descubrimiento del pozo Kuun-1EXP del Cretácico Superior como productor de aceite y gas.

De acuerdo con Rodríguez y Morales (2010), Ezequiel Ordoñez fue el principal responsable de los primeros descubrimientos de yacimientos de petróleo en Veracruz (Ordoñez, 1907-1914). Fueron varios pozos localizados bajo su asesoría, donde el Pozo número 4 de Cerro Azul fue uno de los más destacados a nivel mundial. Gracias al apogeo de esta industria y al surgimiento de Petróleos Mexicanos (PEMEX), se derivaron varias exploraciones e investigaciones en el territorio veracruzano, informes técnicos de PEMEX y algunas otras publicaciones bajo la autoría de geólogos petroleros como Imlay et al. (1948), Viniegra (1965), Carrillo (1961, 1965), entre otros. Algunos estudios más recientes son los realizados por González y Holguín (1992), Eguiluz de Antuñano et al. (2000) y Ferket et al. (2003).

Rodríguez y Morales (2010) mencionan que la geología de Veracruz tiene un alto impacto económico puesto que existen yacimientos importantes de hidrocarburos como la Faja de Oro, yacimientos de minerales no metálicos como el caolín en Huayacocotla, azufre en el Istmo de Tehuantepec, arena sílica, importantes depósitos de calizas para la fabricación del cemento y bancos de arena proveniente de actividad volcánica utilizados para la construcción.

Por otra parte, Quilantan y Reyes (2011) emplearon la caracterización petrofísica en arenas del Neógeno de la Cuenca de Veracruz, obteniendo sus propiedades físicas por medio de registros geofísicos, encontrando que hay 5 horizontes con potencial gasífero, 7 tipos petrofísicos de rocas y 13 unidades sedimentarias. Esto con el objetivo de identificar zonas con mayor potencial de producción y su optimización, obteniendo así información para realizar ajustes a la perforación de pozos, una mayor producción y nuevos sitios de acumulación de hidrocarburos.

7. Cuenca de Veracruz

7.1 Tipo de cuenca

La Cuenca de Veracruz se formó a partir de esfuerzos compresivos entre las placas Farallón y Norteamericana, que a su vez originaron la orogenia Laramide durante el Paleoceno-Eoceno, por lo que, dichos esfuerzos generaron la deformaron de las rocas de la Plataforma de Córdoba, se origina el cinturón de pliegues y cabalgaduras de la Sierra de Zongolica (parte del Orógeno Mexicano), el Frente Tectónico Sepultado y la subsidencia de la litósfera (Loza, 2014).

La Cuenca de Veracruz se considera como una cuenca Retro-Foreland, ya que se encuentra situada en el margen externo de las cadenas montañosas y son formados por compensación isostática regional por diferencias de densidad interna en las cordilleras, es decir, flexura litosférica. Y, además, se ubica detrás del arco magmático, se relaciona con la subducción de la litósfera oceánica de la Placa de Farallón y está asociada a un margen tipo Andino (Loza, 2014).

7.2 Descripción general

De acuerdo con la Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH] (2018), de manera general, la cuenca está geológicamente limitada al noroeste por el Cinturón Volcánico Transmexicano y la Cuenca de Tampico-Misantla, al suroeste por la Sierra de Zongolica (sector sur del Orógeno Mexicano), al este por la cuenca Salina del Istmo y al noreste su límite es la línea actual de la costa del Golfo de México (Figura 13).



Figura 13. Elementos geológicos que limitan la Cuenca de Veracruz (Basado en datos de Google Earth (2024), Landsat/Copernicus, y modificado de Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018).

La Cuenca de Veracruz se formó al mismo tiempo que el levantamiento del Orógeno Mexicano, donde los sedimentos se van depositando en el foredeep y wedgetop, por encima del Frente Tectónico Sepultado, siendo la Sierra de Zongolica la principal fuente de sedimentos. Inicialmente, se depositaron sedimentos ricos en silicatos, pero con el tiempo predominaron fragmentos de calizas y otras rocas sedimentarias. Los sedimentos más antiguos son de grano fino y se depositaron en ambientes turbidíticos de aguas profundas, mientras que los más recientes son de grano más grueso, también como turbiditas (Loza, 2014) (Figura 14).

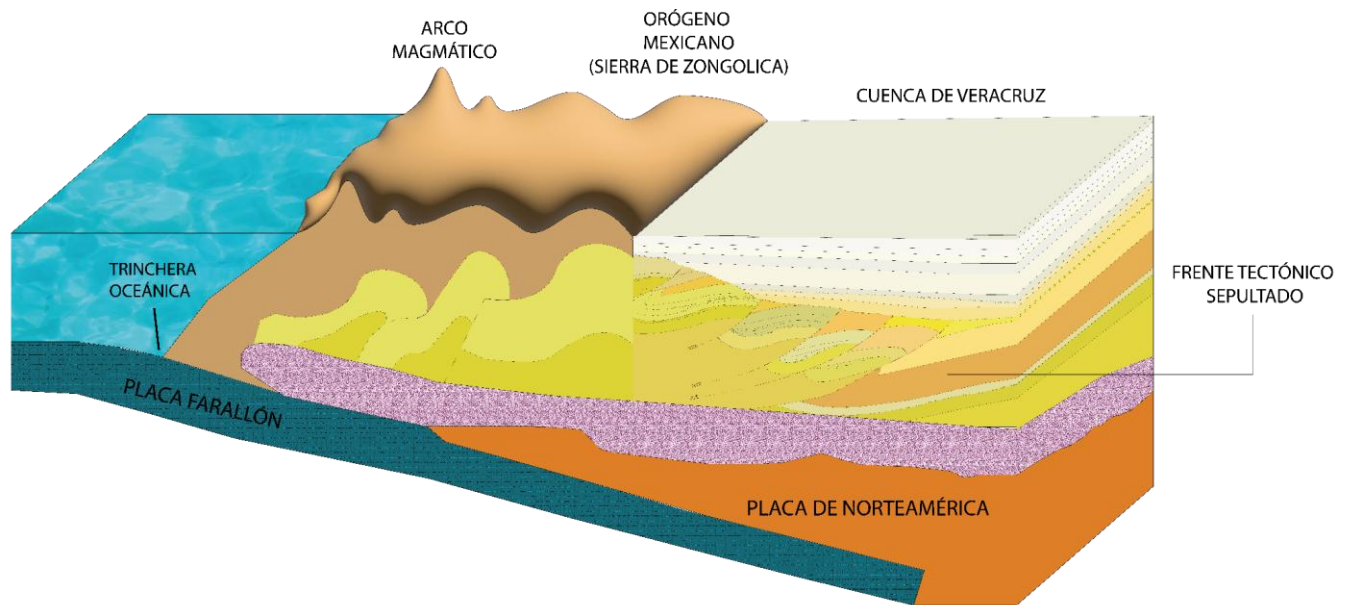


Figura 14. Modelo geológico de la Cuenca de Veracruz (modificado de Loza, 2014).

7.3 Estratigrafía y Sedimentación

Según World Energy Council México (2010), se infiere la presencia de una gruesa columna sedimentaria por debajo del gran paquete del Cenozoico de la Cuenca de Veracruz. A partir de observaciones en la Plataforma de Córdoba en el occidente, donde hay afloramientos o han sido cortadas por pozos exploratorios y de desarrollo, las unidades sedimentarias anteriores son del Jurásico medio al Cretácico Superior; las que se sobrepone a rocas metamórficas del Complejo Acatlán, que afloran al occidente en las proximidades de Tehuacán, Puebla. La columna estratigráfica completa se compone de cuatro tectono-secuencias principales: 1) *Synrift* que incluye las rocas que registran la apertura del Golfo de México hasta el establecimiento de una margen pasiva en el Oxfordiano durante la etapa de expansión, 2) *Margen Pasiva* que comprende las rocas principalmente carbonatadas del Jurásico Tardío y Cretácico. Estas dos primeras tectono-secuencias corresponden al basamento de la Cuenca de Veracruz. Posteriormente, se tiene la 3) *Antefosa* que comprende las rocas terrígenas del Paleoceno al Mioceno temprano derivadas de la erosión de rocas carbonatadas mesozoicas e ígneas-metamórficas del sureste, esta tectono-secuencia correspondiente al Paleógeno. De manera general está conformada por una intercalación de areniscas, conglomerados,

limolitas y lutitas, y 4) *Prearco* correspondiente a los sedimentos del Mioceno medio al Reciente, caracterizados por una contribución importante de sedimentos derivados de la erosión de rocas volcánicas del noroeste y que presenta una intercalación de areniscas, conglomerados, limolitas y lutitas del Neógeno y Cuaternario, donde se estableció nuevamente una cuenca de margen pasivo.

La estratigrafía de la Cuenca de Veracruz está conformada por la Formación Velasco, las formaciones del grupo de Chicontepec (Inferior, Medio y Superior), las formaciones Aragón, Guayabal, Chapopote, Tantoyuca, Horcones y La Laja, correspondientes al Paleógeno, y por las formaciones Depósito, Encanto, Concepción Inferior, Concepción Superior y Paraje solo correspondientes al Neógeno (Corona, 2015) (Figura 15).

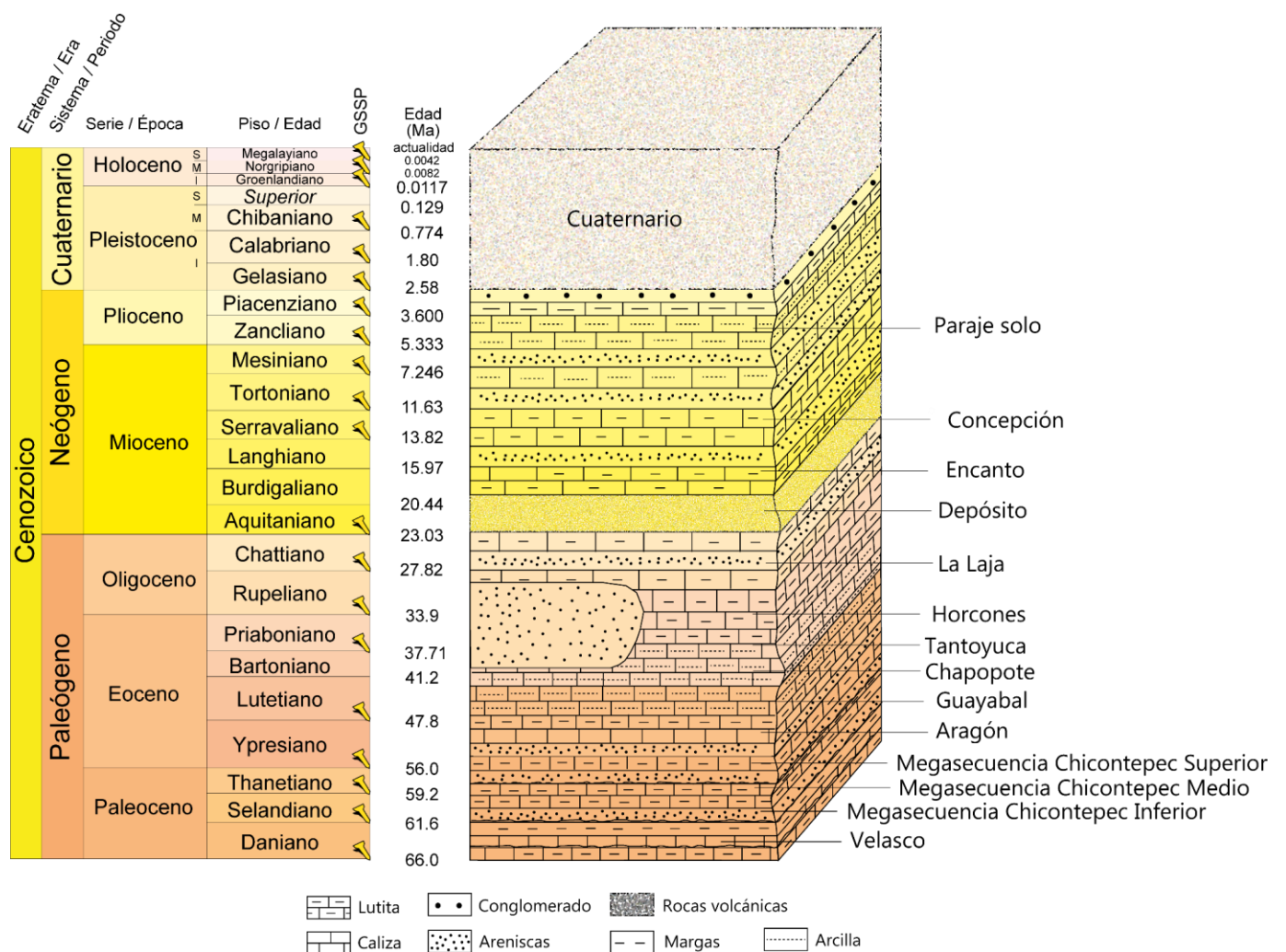


Figura 15. Columna estratigráfica de la Cuenca de Veracruz (modificado de Loza, 2014).

La Formación Velasco (Paleoceno (Daniano)) está constituida por lutitas con intercalaciones de margas y areniscas de grano medio a grueso y un cementante calcáreo-arcilloso, su ambiente de depósito es de plataforma, el cual cambió a aguas profundas, donde predominaron temperaturas cálidas y baja salinidad. No se tienen datos del espesor real en la Cuenca de Veracruz, sin embargo, el espesor en los afloramientos supera los 1700 [m] (Corona, 2010). Esta unidad subyace a las rocas de la Megasecuencia Media de Chicontepec y en ocasiones está en contacto en forma gradual con la Megasecuencia Inferior de Chicontepec y suprayace concordantemente con rocas de la Formación Méndez. El contacto entre las formaciones Velasco y Méndez está marcado por un abrupto cambio en microfaunas (Cushman & Trager, 1924).

El nombre de Formación Chicontepec fue propuesto por Dumble (1918) y modificado por Nuttal (1930) quien la divide en inferior, medio y superior, con base a su contenido fósil; siendo Muir (1936) quien se refiere a esta unidad como Grupo Chicontepec. Aguayo, et al. (2018) refieren que “las tres secuencias de Chicontepec subyacen y se superponen respectivamente, entre una serie de discordancias, ya reportadas por PEMEX y Vásquez, et al. (2014), las cuales son interpretadas como megasecuencias progradantes temporales; con base en litofacies de conjuntos de tractos de sistemas correlacionables y sus configuraciones, delimitadas por las superficies de discordancia cronológicas regionales superiores”.

La Megasecuencia Inferior (Paleoceno Inferior), está constituida por lutitas bentónicas y areniscas con clastos de calizas, sus espesores varían entre 85 a 185 [m]. Su ambiente de depósito es marino de aguas profundas en abanicos submarinos turbidíticos. De acuerdo con Aguayo, et al. (2018) la unidad representa un depósito de abanico externo progradante pasivo y nivelador. Su contacto inferior se da por discordancia angular con la Formación Velasco, su contacto superior es discordante con las Megasecuencias Medio, Superior y con las formaciones del Eoceno (Corona, 2010).

La Megasecuencia Media (Paleoceno Superior) de acuerdo con (Corona, 2010), está constituida por lutitas y areniscas bentónicas, las areniscas son de grano fino a muy

grueso, la composición de los granos es principalmente cuarzo y fragmentos líticos. Sus espesores varían desde 100 hasta 185 [m] y su ambiente de depósito es de aguas profundas de fondo irregular, el cual corresponde a un “sistema activo de lóbulos externos de abanicos progradantes”. De acuerdo con Aguayo, et al. (2018), sus límites inferiores son discordantes, con la Megasecuencias Inferior y Superior respectivamente.

La Megasecuencia Superior (Eoceno Inferior) está constituida por lutitas bentónicas y ligeramente arenosas, también areniscas calcáreas y arcillosas, los espesores de la formación varían de 270 a 425 [m]. Su ambiente de depósito corresponde a un marino profundo en abanicos submarinos y su contacto superior es concordante con la Formación Aragón debido a un cambio de facies en el sureste de Misantla-Veracruz, también es concordante con la Formación Guayabal mientras el contacto inferior es concordante con la biozona de la Megasecuencia de Chicontepec Medio y se presenta en discordancia con la Megasecuencia Chicontepec Inferior (Corona, 2010).

La Formación Aragón (Eoceno Temprano) está conformada por lutitas, en la base presenta bandas de bentonita y en la parte alta se encuentran láminas de arena fina y nódulos calcáreos. Su espesor promedio es de 150 [m] y considerando su litología y contenido fosilífero (foraminíferos bentónicos) el ambiente de depósito es nerítico externo a batial y nerítico interno. Esta unidad presenta un contacto superior con la Formación Guayabal bien marcado litológicamente, mientras que el contacto inferior con la Megasecuencia Media se determina por medios paleontológicos y también se presenta un contacto inferior concordante con la Formación Velasco (Nutall, 1930).

La Formación Guayabal (Eoceno medio) está compuesta por una secuencia de lutitas intercaladas con areniscas de grano fino, cementadas con carbonato de calcio, sus espesores varían de 60 a 1200 [m]. Su ambiente de depósito se trata de una cuenca de aguas tranquilas con aporte de sedimentos clásticos, con depósitos turbidíticos canalizados (Corona, 2010). Por otro lado, de acuerdo con Cole (1927), la relación con las formaciones Tantoyuca y Chapopote es por discordancia angular.

La Formación Chapopote (Eoceno) está constituida por margas con intercalaciones hacia la cima de bentonita, presentando una estratificación bien definida. En cuanto a sus relaciones estratigráficas, esta unidad descansa en discordancia angular sobre la

Formación Guayabal; y en concordancia bajo la Formación Horcones. Presenta un cambio de facies a condiciones más someras en la Formación Tantoyuca y su ambiente de depósito corresponde a plataforma externa-talud superior (Cole, 1929).

La Formación Tantoyuca (Eoceno tardío) presenta 3 facies, una conglomerática, una arenosa-arcillosa y una arcillosa. Su espesor es variable dependiendo de la facies que se quiera tratar, pudiendo tener un espesor máximo de hasta 1000 [m]. Su ambiente de depósito se puede dividir en dos facies diferentes, la primera formada por grandes cantos rodados sobre la plataforma y cerca de su borde, y la segunda, formada por facies de grano fino, mejor clasificado, depositados en la plataforma continental en aguas con baja energía (Corona, 2010). Esta formación subyace a la Formación Horcones y sobreyace a la Formación Guayabal (Ickes, 1913).

La Formación Horcones (Oligoceno Inferior), que se constituye de lutitas que cambian de facies laterales y verticales y, al ascender estratigráficamente, comienzan a aparecer areniscas, el espesor máximo de esta formación es de 450 [m] y su ambiente de depósito es de tipo litoral de alta energía, con aporte de material detrítico de rocas más antiguas (Corona, 2010). Esta unidad subyace en concordancia con la Formación la Laja (Salas, 1949).

La Formación La Laja (Oligoceno Superior), que se compone por secuencias de lutitas intercaladas con areniscas en la parte inferior, mientras que, en la parte superior, predominan estratos de areniscas de grano medio con intercalaciones de tobas. El espesor de esta unidad puede variar entre los 1000 y 1400 [m] y su ambiente de depósito corresponde a una plataforma siliciclástica (Corona, 2010). El contacto entre las formaciones Horcones y La Laja se reporta como discordante, mientras que el contacto superior es concordante con la Formación Depósito (Gibson, 1936).

La Formación Depósito (Oligoceno Superior), conformada por una secuencia de lutitas y horizontes de ceniza volcánica, su espesor máximo en la cuenca es de 400 [m]. Por las características que presenta esta formación se infiere un ambiente de depósito marino de plataforma con influencia volcánica, teniendo un cambio gradual a aguas más profundas. El cambio de la Formación Depósito a Encanto, corresponde a la desaparición de arenas y a la aparición de foraminíferos, esta unidad subyace a la Formación Encanto de manera

concordante y presenta un contacto discordante con la Formación Concepción Superior (Corona, 2010).

La Formación Encanto (Mioceno Inferior) está constituida por secuencias de areniscas de grano fino a medio y lutitas arenosas mal consolidadas. En la parte inferior de la unidad, se presentan clastos derivados de rocas volcánicas de tamaño arena; intercaladas con capas de areniscas con clastos de caliza, cuarzo ígneo y metamórfico y pedernal. La parte superior se constituye por lutitas arenosas con cuerpos conglomeráticos intercalados con cuarzo ígneo y metamórfico cementados con una matriz margosa. El espesor de esta formación tiene un rango de 500 a 800 [m] y su ambiente de depósito corresponde a una plataforma siliciclástica. Esta formación presenta un contacto inferior concordante con la Formación La Laja, mientras que su contacto superior es de igual manera concordante con la Formación Paraje Solo (Corona, 2010).

La Formación Concepción Inferior (Mioceno Inferior) se compone de lutitas y limolitas medianamente compactadas, su espesor varía entre los 200 y 500 [m] y su ambiente de depósito corresponde a aguas tranquilas como mares cerrados o bahías debido a la excelente conservación de su fauna. Esta formación sobreyace concordantemente a la Formación Encanto (Corona, 2010).

La Formación Concepción Superior (Mioceno) se constituye de lutitas margosas y arenosas, suele presentarse arena conglomerática y conglomerados de material volcánico. El espesor promedio de esta formación es de 500 [m] y su ambiente de depósito se infiere que fue de una plataforma clástica, cerca de la línea de costa. Su contacto inferior y superior son concordantes con las formaciones Concepción Inferior y Paraje Solo (Corona, 2010).

La Formación Paraje Solo (Mioceno superior-Plioceno), que consiste en lentes de areniscas calcáreas con fósiles y también se presenta material piroclástico, interestratificación de arcillas, materia orgánica (lignito) y ceniza volcánica. Su espesor promedio es de 200 [m] y estos depósitos corresponden a un ambiente transicional (Corona, 2010). De acuerdo con Gibson (1936), la parte superior de esta unidad está erosionada y cubierta por arenas y grava recientes sin nombre formacional.

El modelo sedimentario de la Cuenca de Veracruz consiste en un sistema turbidítico en el cual ocurre el declive de la desembocadura de los ríos y cañones submarinos que generan grandes movimientos de masa de sedimentos, que a su vez son depositados con geometrías de abanicos submarinos que se extienden perpendicularmente a la cuenca. Estos abanicos están compuestos de sedimentos gruesos en la parte más cercana a la fuente de aporte (abanico interno o superior); la zona denominada como abanico medio se constituye por sedimentos arenosos con subambientes de lóbulos y canales entrelazados. Los sedimentos más finos se encuentran en la parte más lejana de la fuente de aporte denominada abanico externo, presentando intercalaciones de areniscas, limolitas y lutitas con una gran extensión lateral. Los principales ríos que aportaron sedimentos a esta cuenca son: Papaloapan, Matagallina, Mangos, Jamapa, Alta Luz y Paso de Ovejas (Loza, 2014) (Figura 16).

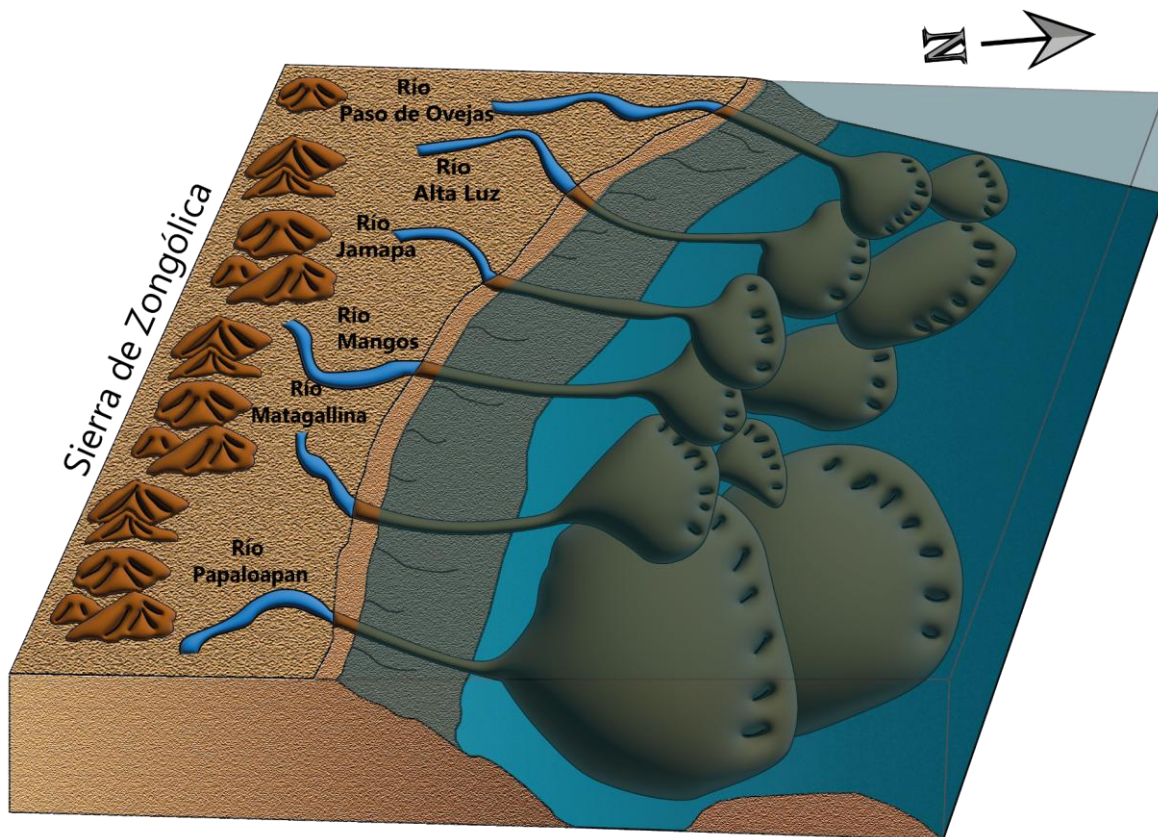


Figura 16. Modelo sedimentario de la Cuenca de Veracruz donde se esquematizan los ríos que aportaron sedimentos a la cuenca (modificado de Loza, 2014).

7.4 Geología Estructural

El inicio de la evolución tectónica y estructural del basamento de la Cuenca de Veracruz está vinculada a la apertura del Golfo de México que inicia en el Triásico desarrollado inicialmente sobre rocas metamórficas; este evento adelgazó la litosfera, produciendo una zona de rift, que a finales del Jurásico y la mayor parte del Cretácico cambio a desarrollo de plataformas carbonatadas (Córdoba y Orizaba), rodeadas de aguas profundas en una condición tectónica estable (Margen Pasivo).

Posteriormente, durante el Cretácico Superior, la Orogenia Laramide producto de esfuerzos compresivos, relacionados a un bajo ángulo de subducción de la Placa Farallón por debajo de la Placa Norteamericana, provocó deformación generando el sector sur del Orogénico Mexicano con un amplio desarrollo de pliegues y cabalgaduras de la Sierra de Zongolica y en la porción más oriental, a la formación del Frente Tectónico que quedó sepultado, pertenecientes a las secuencias de la Plataformas de Córdoba y Orizaba y sus facies de aguas profundas durante el Paleógeno, provocando una subsidencia flexural que dio origen la Cuenca Foreland de Veracruz, al ocasionar subsidencia y erosión que afectaron a las unidades estratigráficas previas (Hidalgo, 2006).

De acuerdo con la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2018), la Cuenca Cenozoica de Veracruz está constituida por 8 dominios estructurales (Figura 17).

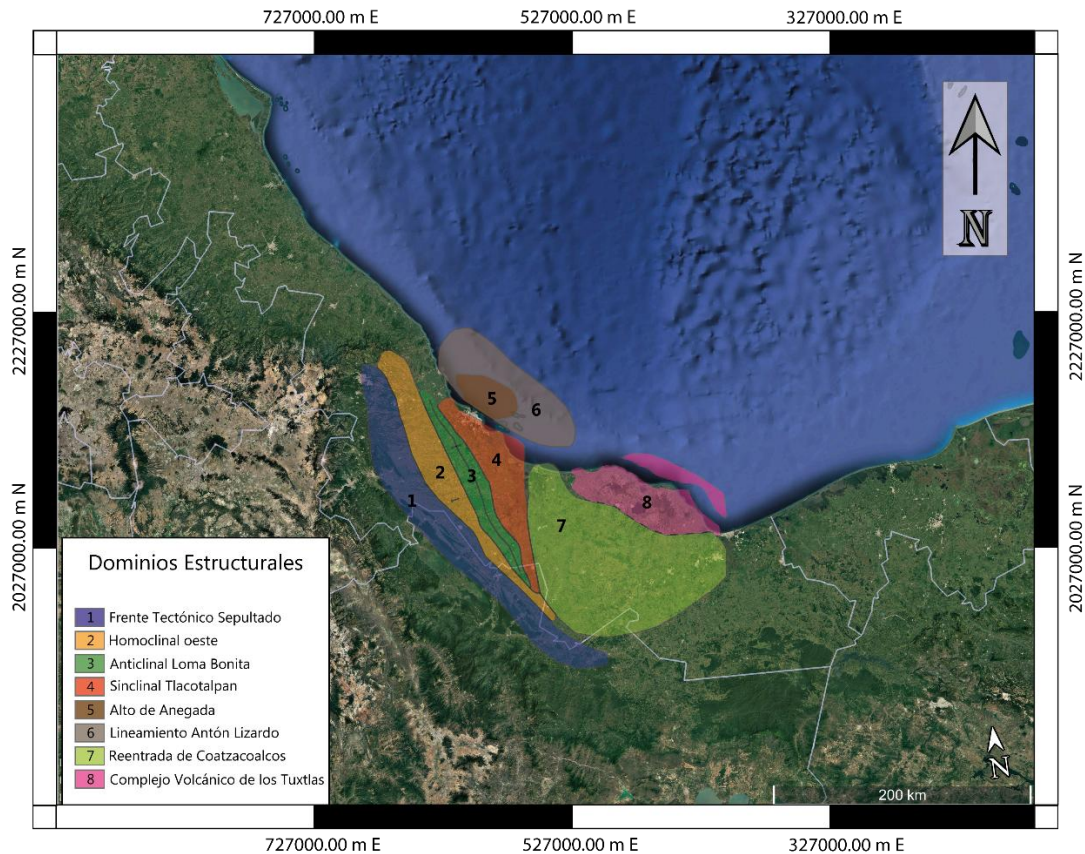


Figura 17. Ubicación de los dominios estructurales que conforman la Cuenca de Veracruz (Basado en datos de Google Earth (2024), Landsat/Copernicus, y modificado de Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018).

1. Frente Tectónico Sepultado: se caracteriza por pliegues y cabalgaduras formados por la deformación que generó la Orogenia Laramide en las rocas carbonatadas del Mesozoico de la Plataforma de Córdoba.
2. Homoclinal Oeste: corresponde a una secuencia estratigráfica del Mioceno y Plioceno que constituye una estructura homoclinal que se inclina hacia el este y es parte del Frente Tectónico Sepultado.
3. Anticlinal Loma Bonita: su formación está vinculada a la actividad de fallas inversas y transformantes, y se atribuye a la reactivación de una preexistente estructura de alto ángulo en el basamento durante el Mioceno superior. Presenta una orientación marcada noroeste-sureste y se presenta como un pliegue de geometría lineal que se prolonga hacia el noroeste.

4. Sinclinal Tlacotalpan: este dominio estructural representa la depresión más profunda de la cuenca, está definida por un pliegue de larga extensión a escala cortical. Esta estructura se profundiza de manera sostenida con subsidencia debido al depósito continuo de nuevos sedimentos. La estratificación muestra un patrón de engrosamiento hacia el centro y adelgazamiento hacia los márgenes, los cuales se encuentran levantados, invertidos y delimitados por fallas.
5. El Alto de Anegada: se presenta como una tendencia estructural con orientación noroeste que se prolonga mar adentro desde el Complejo Volcánico Los Tuxtlas hasta las cercanías de Veracruz. Esta elevación se explica como una protuberancia periférica originada por la subsidencia de la zona de carga asociada al Frente Tectónico Sepultado.
6. Alineación Antón Lizardo: se constituye por fallas normales en una zona de descenso irregular producto del movimiento de las fallas, a lo largo de la cresta del Alto de Anegada. Muchas de estas fallas afectan a los sedimentos más jóvenes del piso marino hasta las secuencias sedimentarias del Mesozoico. Se extiende a lo largo del margen oriental de la cuenca y su deformación activa es característica desde el Mioceno medio y se asocia al vulcanismo que precede y que se extiende por debajo de los centros volcánicos actuales.
7. Reentrada de Coatzacoalcos: se considera como el segmento sur de la cuenca, que conforma aproximadamente un tercio de la cuenca y está conformado por un cinturón de pliegues. Los datos estratigráficos indican que la deformación tectónica en esta zona inició durante el Mioceno temprano y continúa en la actualidad. Su geometría reentrante se atribuye a un mecanismo de empuje inducido por los centros volcánicos de Anegada y los Tuxtlas, actuando a lo largo del lineamiento Antón Lizardo.
8. Complejo Volcánico de los Tuxtlas: está representado principalmente por rocas alcalinas, calco-alcalinas y andesíticas-basálticas. Su actividad volcánica comenzó al final del Mioceno temprano y se sobrepuso y en algunos segmentos deformó la columna sedimentaria de esta zona.

7.5 Contenido paleontológico

En 2005, Restrepo y colaboradores se reportan 250 taxa de palinomorfos continentales y marinos, con granos de polen y quistes de dinoflagelados, además de esporas, acritarcas, palinoforaminíferos, algas, fungí y huevos de copépodos.

Tomando en cuenta el contenido paleontológico de las formaciones que constituyen el relleno de la Cuenca de Veracruz, se tienen diversos tipos de foraminíferos (Tabla 2).

Formación	Contenido Paleontológico
Formación Velasco	<i>Alleomorfinia paleocénica de Cushman, Anomalita velascoencis Cushman, Aragonia velascoencis, Bulimina elegans d'Orbigny, Globorotalia compressa (Plumier), globigerina sp, Pelosina complanata (Franke), Lenticulina velascoencis (White) (Hidalgo, 2006).</i>
Megasecuencia Chicontepec Inferior	<i>Anomalita Velascoencis, Globorotalia wilcoxencis, Nuttalides florealis y Spiroplectamina grzbowskii (Hidalgo, 2006).</i>
La Megasecuencia Chicontepec Medio	<i>Hiloqumbelina critina, Chilestomella sp, Bulimina trihedra, Globigerina velascoencis y Gúmbelina globulosa (Hidalgo, 2006).</i>
Megasecuencia Chicontepec Superior	<i>Globigerina pseudobulloides, Trochammina diagonnis y Globorotalia rex (Corona, 2010).</i>
Formación la Laja	<i>Gyroidina broeckhiana (Karrer), Cibicides aff. C. formosa (Seguenza) y Cibides akneriana (D'Orbigny) (Corona, 2010).</i>
Formación Encanto	<i>Uvigerina auberina (D'orbigny), Uvigerina canariensis var. encantoensis (Nuttall), Ceratobulimina contraria (Reuss),</i>

		<i>Bolivina marginata</i> (Cushman), <i>Uvigerina crassistriata</i> (Nuttall), <i>Cibicides trinitatensis</i> (Nuttall), <i>Cibicides aff. lucida</i> (Reuss) y <i>Cibicides du templei</i> (D'Orbigny) (Corona, 2010).
Formación Inferior	Concepción	<i>Lagenonodoseuria hispida</i> (D'Orbigny), <i>Bobvina plicatella</i> (Cushman), <i>Planulina aff. P. wuellerstorfi</i> (Schwafirer), <i>Marginulinopsis sp. Ind.</i> (Nuttall), <i>Téxtularia mississippiensis V. Ind.</i> (Cushman), <i>Epistomina elegans</i> (D'Orbigny), <i>Cibicides floridanus</i> (Cushman), <i>Cibicides concéntrico V. Ind.</i> (Cushman), <i>Cibicides filjsolaensis Nuttall</i> , <i>Bolivina nobilis</i> (Hantken) y <i>Bobvina subaenariensis var. mexicana</i> (Cushman). También suele encontrarse en esta formación, macrofauna muy pequeña, gasterópodos y pelecípodos, que corresponden con: <i>Margínella dalli</i> (Böse), <i>Corbula heterogenea</i> (Dall), <i>Ostrea vespertina</i> (Conrad), <i>Chione ebergenyii</i> (Böse) y <i>Polystíra albida</i> (Perry) (Corona, 2010).
Formación Superior	Concepción	<i>Robulus vaughani</i> (Cushman), <i>Saracenaria limbata</i> (Flint), <i>Lenticulina rotulata</i> (Lamárck), <i>Amphistegina lessoni</i> (D'Orbigny), <i>Globorotalia menardii</i> (D'Orbigny) y <i>Biüimina marginata</i> (D'Orbigny). Mientras la macrofauna reportada es: <i>Turritella guppyi</i> (Cossman), <i>Polystii-a albida</i> (Perry), <i>Anadara cf. A. chavezi</i> (Engerrand y Urbina), <i>Ostrea vespertina</i> (Conrad), <i>Chione ebergenyyn</i> (Böse) y <i>Conus burckhardti</i> (Böse) (Corona, 2010).
Formación Paraje Solo		<i>Elpbidium incertum</i> (Williamson), <i>E. aff. fisbtelianum</i> (D'Orbigny), <i>Rotaba beccarii</i> (Linne), <i>Amphistegina</i>

	<i>lessonii</i> (D'Orbigny) y <i>Eponides antillarum</i> (D'Orbigny) (Corona, 2010).
--	--

Tabla 2. Contenido paleontológico de la Cuenca de Veracruz (Compilado de Hidalgo (2006) y Corona (2010)).

7.6 Evolución geológica

Antes de la formación de la Cuenca de Veracruz, en el Jurásico inició la apertura del Golfo de México, cuya evolución geológica y tectónica se caracterizó por una etapa de *rift* desde el Triásico hasta el Jurásico medio, asociada a una etapa de desplazamiento de bloques del Jurásico medio hasta el Cretácico temprano, siendo el más grande el Bloque de Yucatán, que se desplazó al sureste, asociado a fallas transformantes regionales (Figura 18) (Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018), que en su recorrido dejaron altos y bajos estructurales (horst y grabens), que durante el cretácico constituyeron plataformas aisladas rodeadas de taludes pronunciados y aguas profundas.

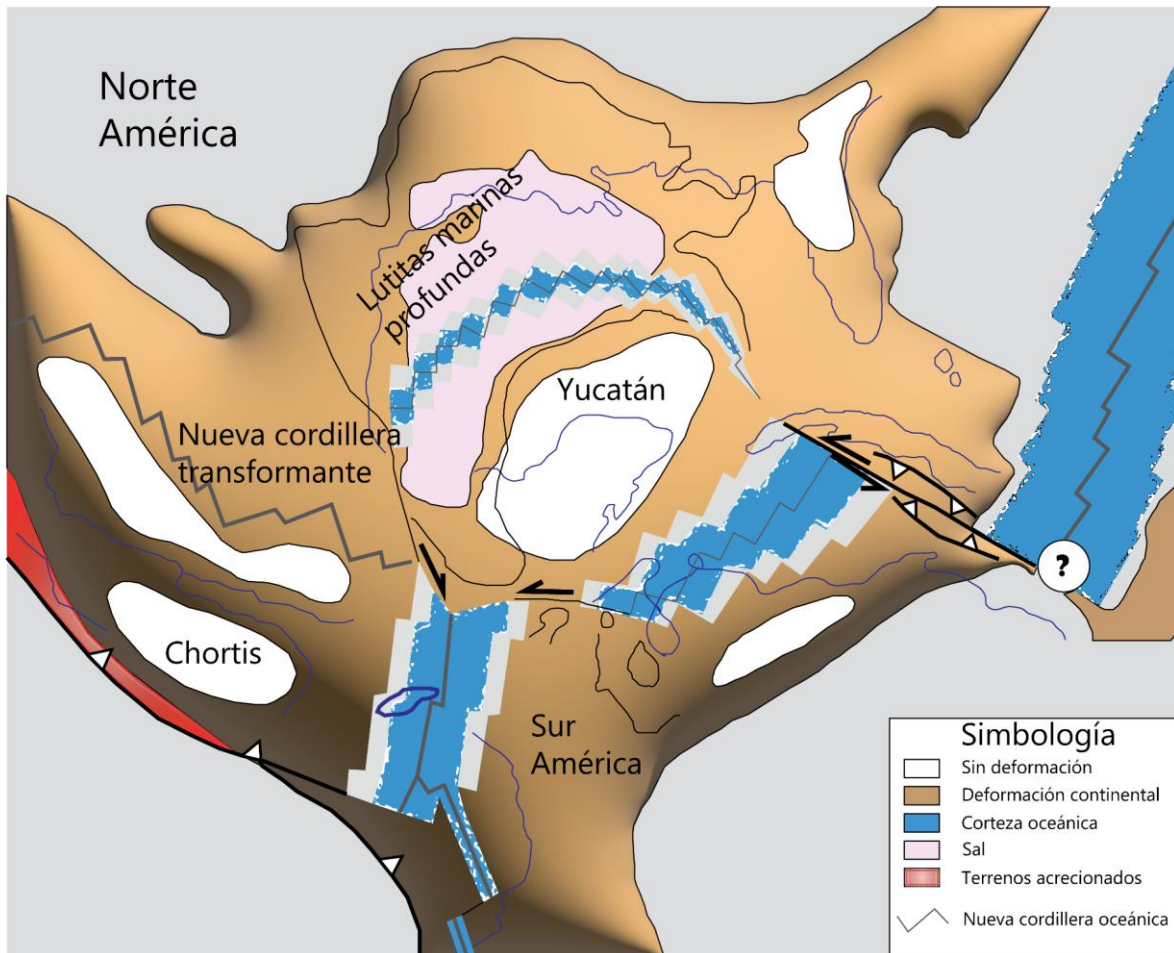


Figura 18. Evolución geológica del Golfo de México durante el Triásico-Jurásico Medio (Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018).

Durante el Cretácico temprano, el área permaneció en un régimen de margen pasivo, y como consecuencia, se desarrollaron las plataformas aisladas de Córdoba y Orizaba, que permitieron la acumulación de carbonatos del Cretácico con litofacies y biofacies característicos con laguna interna, pre-arrecife, arrecife post-arrecife, talud y cuenca.

A partir de la deformación laramídica, que inició en el Cretácico Superior y que culminó en el Eoceno, se formaron pliegues, fallas inversas y cabalgaduras correspondientes al Orógeno Mexicano (Sierra de Zongolica) y al oriente el frente tectónico sepultado generando una descompensación isostática, con una depresión al oriente, iniciando la subsidencia acelerada, la erosión submarina y el desarrollo de la cuenca antepaís cuyo relleno sedimentario corresponde con la Cuenca de Veracruz (Figura 19). La subsidencia

de esta cuenca continuó hasta el Mioceno Medio (Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018).

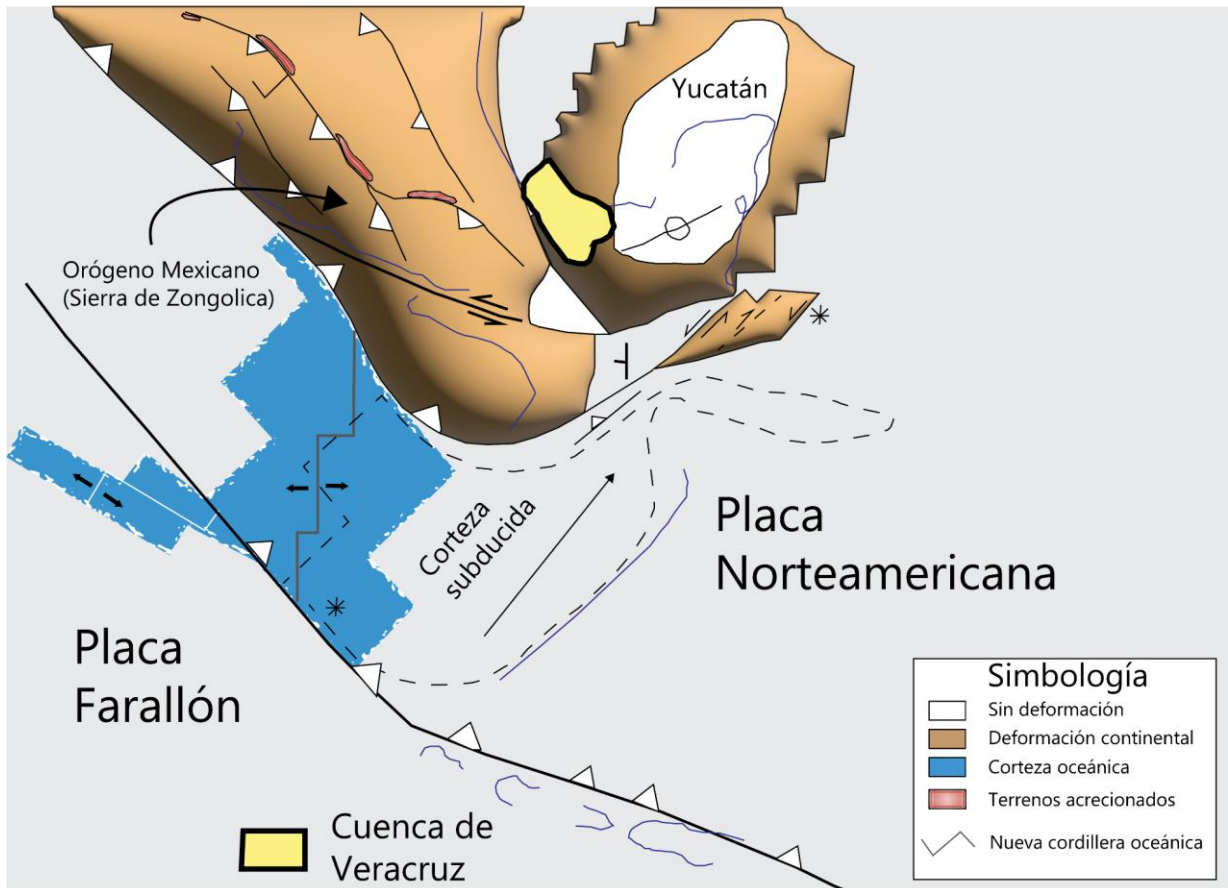


Figura 19. Cretácico Temprano – Evolución Tectónica (Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018).

El evento laramídico estuvo asociado a la convergencia de las placas de Norteamérica y Farallón, provocando deformación en la parte occidental de la provincia, ocasionando el levantamiento de la Sierra de Zongolica y la subsidencia de la litósfera generando la Cuenca de Veracruz a lo largo del margen oriental de Cinturón Plegado. Posteriormente, entre el Eoceno-Oligoceno y el Mioceno Temprano, se generaron una serie de cabalgamientos asociados a la carga tectónica, lo que intensificó la subsidencia de la cuenca (CNH, 2018). Estos eventos tectónicos y sedimentarios definieron la configuración estructural y el desarrollo de la Cuenca de Veracruz.

Durante el Mioceno, la Cuenca de Veracruz se caracterizó por la acumulación de sedimentos en un sistema de talud-cuenca con turbiditas de aguas profundas. Esto se debió a la subducción de la Placa Cocos, que provocó la inversión gradual de la cuenca. Para el Mioceno Tardío, la subducción se detuvo y la cuenca se llenó de sedimentos de origen fluvial, marino, además de rocas volcánicas desde el Mioceno hasta el Plioceno (Figura 20).

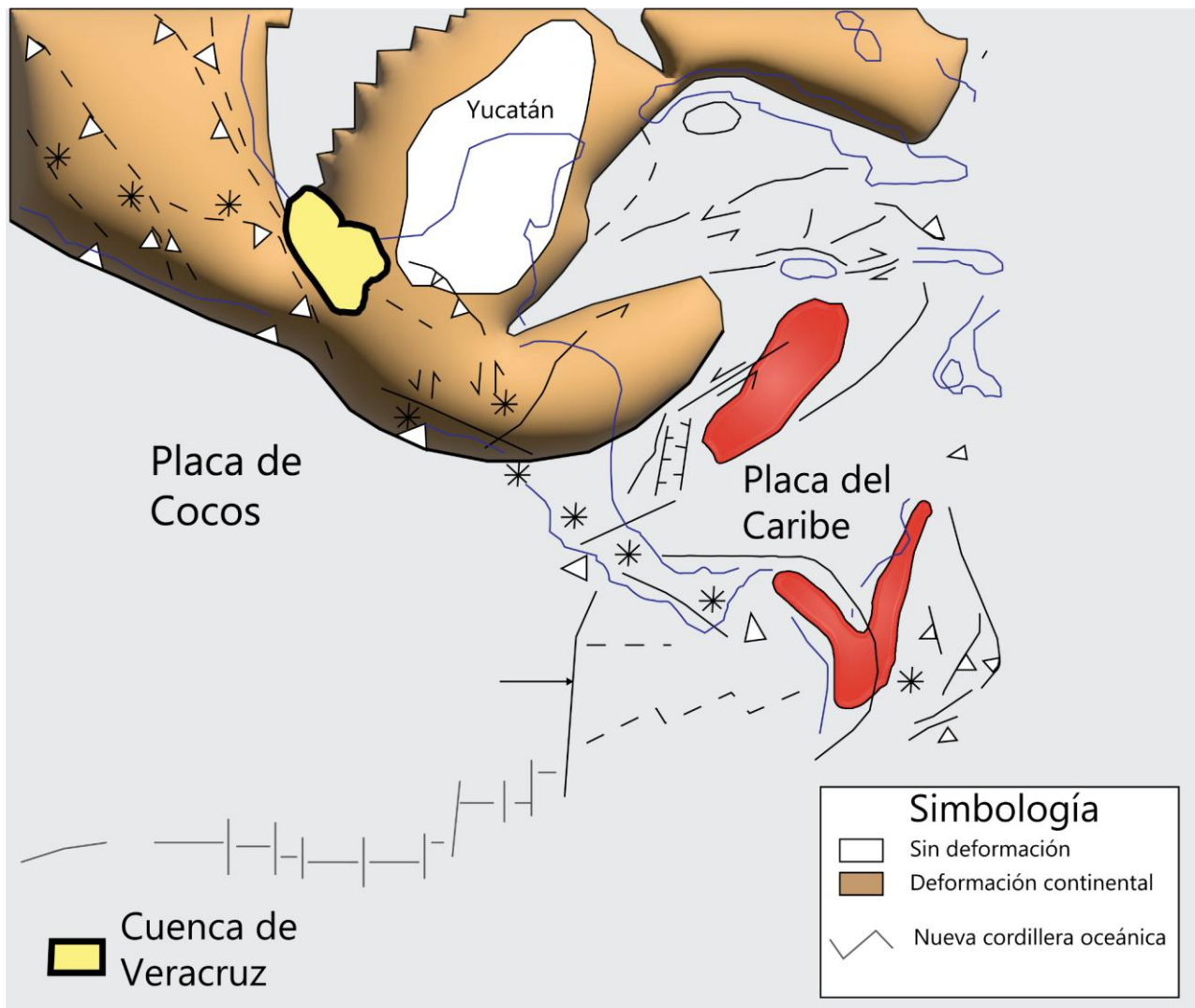


Figura 20. Plioceno Medio – Evento Tectónico (modificada de Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018).

7.7 Propuesta de modelo de cuenca

La Orogenia Laramide que tuvo su desarrollo durante el Cretácico Tardío y el Cenozoico Temprano, generada por la subducción de la Placa de Farallón debajo de la Placa Norteamericana, ocasionó deformación compresional que dio origen a pliegues y cabalgaduras con orientación NW-SE que, a su vez, generaron el desarrollo de la Sierra de Zongolica (parte sur del Orógeno Mexicano) y la correspondiente subsidencia de la litósfera continental al frente del orógeno dando lugar a la Cuenca Foreland de Veracruz a lo largo del cinturón cabalgado.

El levantamiento de la Sierra de Zongolica es causado por dos sistemas de falla inversas, el primero corresponde al sistema NW-SE Víbora-Novillero basado en una estructura echelón y el segundo, formado por los Altos de los Tuxtlas (Loza, 2014).

Con base en Loza (2014), debido a que la Cuenca de Veracruz se ubica detrás del arco magmático y tiene relación con la subducción de la litosfera oceánica de la Placa Farallón, se le clasifica a esta cuenca como una cuenca foreland de retro-arco asociado a un margen tipo Andino (colisión océano-continente); debido a esto, la cuenca evoluciona hacia la parte oriental del Orógeno Mexicano

Posteriormente, durante el Eoceno-Oligoceno se genera un conjunto de estructuras de compresión al frente de la Sierra de Zongolica, que se denomina el Frente Tectónico Sepultado conformado de pliegues y fallas inversas que deformaron a las rocas acumuladas durante la etapa de margen pasivo, principalmente de las plataformas de Córdoba y Orizaba. Este evento ocasionó la mayor subsidencia en la cuenca, inestabilidad tectónica y desarrollo de abundantes flujos turbidíticos que se acumularon en la base del talud y en aguas profundas, también se formaron slumps en el talud. Las areniscas turbidíticas están compuestas en gran medida por sedimentos de rocas carbonatadas del Cretácico y rocas más antiguas del Jurásico e inclusive siliciclastos procedentes del basamento que aflora en las inmediaciones de Tehuacán, Puebla.

Se desarrolló un levantamiento gradual en la parte occidental de la cuenca debido al desarrollo de sistema de pliegues y fallas inversas durante el Mioceno Inferior, que culminó en el Mioceno Medio, donde la sedimentación terrígena fue progradante hacia el oriente y la línea de costa se fue moviendo hacia el oriente por lo que ocurrió un evento regresivo

general. Durante el Mioceno, la cuenca sufre cambios en las fuentes de los aportes de sedimentos, pasando de terrígenos procedentes de carbonatos a una mezcla de carbonatos y siliciclastos que continuó hasta el Plioceno. En la Figura 22, se observa un modelo sedimentario simplificado de la Cuenca de Veracruz.

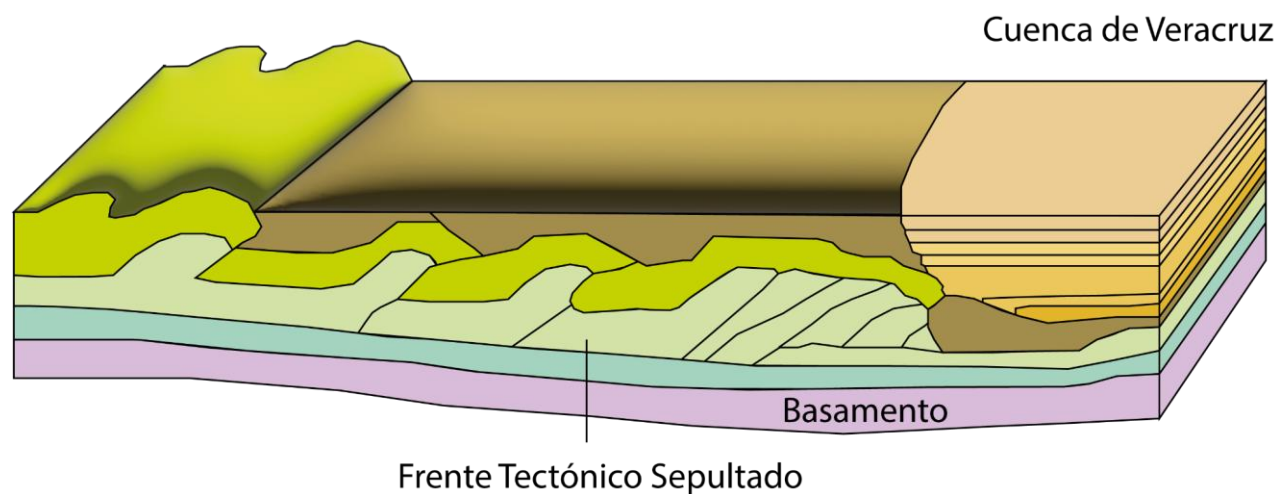


Figura 21. Modelo 3D de la Cuenca de Veracruz (Modificado de Loza, 2014).

8. Consideraciones económicas

La Cuenca de Veracruz constituye una de las regiones más importantes de México en términos de recursos naturales, particularmente de gas natural, acuíferos, yacimientos minerales y materiales pétreos, como en las inmediaciones de Orizaba, Veracruz, donde se encuentra una importante planta cementera.

En el aspecto hidrológico, la Cuenca de Veracruz alberga 11 acuíferos de acuerdo con la delimitación de CONAGUA (Tabla 2) y son la principal fuente de abastecimiento de agua potable para los habitantes de los poblados que se encuentran dentro de la cuenca. De manera general, el medio poroso que constituye la unidad inferior de los 11 acuíferos principales está conformado por sedimentos aluviales con granulometría que varía de gravas a arcillas, así como depósitos eólicos, litorales, volcanoclásticos y conglomerados. Estas unidades inferiores son las explotadas para satisfacer las necesidades de la región, ya que forman un acuífero de tipo libre.

En las porciones superiores que conforman los acuíferos, se genera porosidad secundaria por disolución de calizas y/o fracturamiento que presentan las intercalaciones de areniscas, basaltos, andesitas, tobas y brechas volcánicas, además de presentar en ocasiones alternancias con lutitas, generando condiciones de confinamiento o semiconfinamiento.

Acuífero	Tipo de Acuífero	R	DNC	VEAS	DMA
Costera de Papaloapan	Libre	716.5	599.4	39.298366	77.801634
Costera de Veracruz	Libre/Semiconfinado	293.5	102.5	206.617630	-15.617630
Cotaxtla	Libre/Semiconfinado	356.5	170.6	215.104653	-29.204653
Cuenca Río Papaloapan	Libre/Confinado/Semiconfinado	4217.3	4086.9	113.371206	17.028794
Jalapa-Coatepec	Libre	90.0	8.7	8.638638	72.661362
Los Naranjos	Libre/Confinado/Semiconfinado	1446.0	834.7	493.726362	117.573638
Omealca-Huixcolotla	Libre/Confinado	86.8	27.2	53.104653	6.495599
Orizaba-Córdoba	Libre/Confinado	78.8	45.0	215.104653	-29.204653
Sierra de San Andrés Tuxtla	Libre/Confinado/Semiconfinado	197.7	163.5	13.824816	20.375184
Soteapan-Hueyapan	Libre/Confinado/Semiconfinado	285.3	193.3	16.204825	75.795175
Valle de Actopan	Libre	211.3	116.2	82.866177	12.233823

Tabla 3. Acuíferos ubicados dentro de los límites de la Cuenca de Veracruz. Los siguientes valores se utilizan en la información de cada acuífero: Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA), Descarga Natural Comprometida (DNC), Recarga Media Anual (R) y Volumen de Extracción de Agua Subterránea (VEAS) (Compilado de la Comisión Nacional del Agua, 2024a, 2024b, 2024c, 2024d, 2024e, 2024f, 2024g, 2024h, 2024i, 2024j, 2024k).

En lo referente al sector minero, en la cuenca y su entorno, se tienen yacimientos epitermales, skarn y hornfels con mineralización de sulfuros como argentita, galena y calcopirita como mena, así como pirita, barita, cuarzo y calcita como ganga (Servicio Geológico Mexicano, 2004). Además, en el Orógeno Mexicano, se tienen a los siguientes distritos mineros: Tetela de Ocampo, Cuyoaco, Teziutlán, Tatatila Las Minas, San Luis Atexcac-Chichicautla, Gallo de Oro y Caballo Blanco, donde se extrae principalmente Au,

Ag, Pb, Zn y Cu, generados por yacimientos tipo chimenea, en stockwork, metamorfismo de contacto, hidrotermales y de sulfuros masivos (Servicio Geológico Mexicano, 2002). Con relación a yacimientos de minerales industriales, en la región serrana próxima existen bancos de mármol y calizas recristalizadas. Los bancos de calizas cretácicas que se ubican al poniente de la cuenca son explotados para la industria cementera y de construcción (Servicio Geológico Mexicano, 2001).

Finalmente, la Cuenca de Veracruz tiene gran importancia para el sector petrolero, gracias a su historia y evolución geológica existen rocas generadoras, rocas almacenadoras, trampas y migración dando lugar a yacimientos de hidrocarburos importantes, productores principalmente gas y en el frente tectónico sepultado aceite-gas.

PEMEX consideró la perforación y terminación de 72 pozos de desarrollo, 55 pozos de gas no asociado y 17 de aceite, así como la reparación mayor de 26 pozos, con una inversión estimada de 16,179 millones de pesos, para el desarrollo de campos productores del Proyecto Integral Cuenca de Veracruz. La producción de gas natural a recuperar para el año 2025 es de 1,009 miles de millones de pies cúbicos de gas natural y de 14.9 millones de barriles de aceite (Tabla 3) (Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2012).

Año	Gasto de aceite (mbpd)	Gasto de gas (mmpcd)
2011	5.49	670
2012	5.37	521
2013	6.03	426
2014	5.25	328
2015	4.33	232
2016	3.84	165
2017	3.09	119
2018	2.15	88
2019	1.64	66

2020	1.17	50
2021	0.74	38
2022	0.61	26
2023	0.47	16
2024	0.33	12
2025	0.27	9
Total	14.9 (mmbls)	1,009 (mmpc)

Tabla 4. Estimación de producción para el Proyecto Integral Cuenca de Veracruz desde 2011 hasta 2025 (Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2012).

En el Cenozoico la materia orgánica es escasa, sin embargo, por su distribución más regular, presenta kerógeno tipo III, precursor de gas con bajos niveles de madurez, por lo que las rocas paleógenas son productoras de gas termogénico seco y las rocas del Neógeno son generadoras de gas biogénico seco, estos yacimientos están asociados a las secuencias turbidíticas presentes en la cuenca (Loza, 2014).

Por otro lado, de acuerdo con PEMEX (2015), la composición de las reservas de la Cuenca de Veracruz es:

Reserva	Aceite			Gas natural	
	Pesado mmb	Ligero mmb	Superligero mmb	Asociado mmpc	No asociado mmpc
1P	9.2	45.3	9	58.6	520.6
2P	11.2	69.6	0	84.9	565.4
3P	11.9	92.6	0	130.9	614

Tabla 5. Composición de las reservas de la Cuenca de Veracruz (tomado de PEMEX, 2015).

9. Conclusiones y recomendaciones

La Cuenca de Veracruz es el producto de una compleja evolución geológica marcada por eventos tectónicos y sedimentarios, por lo cual, representa un área de gran interés científico y económico.

A lo largo de su historia geológica, previo al desarrollo de la cuenca de foreland, ha experimentado diversas fases de desarrollo, desde la apertura del Golfo de México y la formación de una margen pasiva.

Debido a la interacción de la Placa Paleopacífica (Farallón), que en una margen convergente en el occidente entró en subducción con la Placa de Norteamérica, originó un arco magmático, una zona de colisión que causó la formación del Orogéno Mexicano con la correspondiente subsidencia al oriente, causando descompensación isostática, subsidencia, erosión y el desarrollo de una cuenca de retroforeland denominada Cuenca de Veracruz.

En el ámbito económico, destaca por su potencial petrolero, con yacimientos de gas en las rocas del Cenozoico. La región cuenta con recursos pétreos e importantes acuíferos.

La Cuenca de Veracruz es un sistema geológico dinámico y complejo, con una rica historia evolutiva y un gran potencial de recursos naturales. El conocimiento profundo de su geología, estratigrafía, estructura y tectónica es fundamental para la exploración y explotación sostenible de estos recursos, así como para la mitigación de riesgos geológicos.

10. Bibliografía

- Aguayo, J., Santillán, N., & Arellano J. (2018). Prograding low-density turbidite systems and oil traps at the Lower Paleogene Chicontepec Foreland Basin, East-Central Mexico. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 19(4), e035. <https://doi.org/10.22201/ii.25940732e.2018.19n4.035>

- Arche, A., & López, J. (2010). Relaciones entre sedimentación y tectónica. En A. Arche (Ed.), *Sedimentología: del proceso físico a la cuenca sedimentaria* (pp. 1183–1250). Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Barredo, S., & Stinco, L. (2010). Geodinámica de las cuencas sedimentarias. *Petrotecnia*, 10(2), 48–68.
- Benito, M., & Alonso, Á. (2010). La sedimentación carbonática en mares someros: Las plataformas carbonáticas. En A. Arche (Ed.), *Sedimentología: del proceso físico a la cuenca sedimentaria* (pp. 839–918). Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Carrillo, J. (1961). Geología del anticlinal Huizachal-Peregrina al noroeste de Ciudad Victoria, Tamaulipas. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 13(1–2), 1–98.
- Carrillo, J. (1965). Estudio geológico de una parte del anticlinorio de Huayacocotla. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 17(5–7), 73–96.
- Cole, W. (1927). A foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in Mexico. *Bulletins of American Paleontology*, 14(51), 1–46.
- Cole, W. (1929). A foraminiferal fauna from the Chapopote Formation in Mexico. *Bulletin of American Paleontology*, 14(53), 3–26.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2021). *Informe ratificación de descubrimientos 2021, 2.º trimestre, versión preliminar*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/663646/III.1_Informe_Ratificacion_Descubrimientos_2021-v1_-_2o_Trim_VP.pdf
- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2016, 21 de septiembre). *Cuadragésima Sexta Sesión Extraordinaria de 2016 del Órgano de Gobierno de la CNH*. Recuperado de <https://www.gob.mx/cnh/prensa/comunicado-de-prensa-015>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2012). *Dictamen del Proyecto Integral Cuenca de Veracruz*, (pp. 1-88). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109213/Cuenca_de_Veracruz.pdf
- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2018). *Atlas Geológico Cuenca de Veracruz*, (pp. 1-57).

https://hidrocarburos.gob.mx/media/3092/atlas_geologico_cuenca_veracruz_v3.pdf

- Comisión Nacional del Agua. (2024a). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Costera de Papaloapan (3020), Estado de Veracruz*, (pp. 1-31). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3020.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024b). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Costera de Veracruz (3006), Estado de Veracruz*, (pp. 1-46). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3006.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024c). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Cotaxtla (3008), Estado de Veracruz*, (pp. 1-46). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3008.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024d). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Cuenca Río Papaloapan (3019), Estado de Veracruz*, (pp. 1-33). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3019.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024e). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Jalapa Coatepec (3018), Estado de Veracruz*, (pp. 1-28). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3018.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024f). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Los Naranjos (3010), Estado de Veracruz*, (pp. 1-32). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3010.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024g). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Omealca-Huixcolotla (3009), Estado de Veracruz*, (pp. 1-30). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3009.pdf

- Comisión Nacional del Agua. (2024h). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Orizaba-Córdoba (3007), Estado de Veracruz*, (pp. 1-32). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3007.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024i). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Sierra de San Andrés-Tuxtla (3016), Estado de Veracruz*, (pp. 1-30). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3016.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024j). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Sotepan-Hueyapan (3011), Estado de Veracruz*, (pp. 1-30). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3011.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2024k). *Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Valle de Actopan (3005), Estado de Veracruz*, (pp. 1-46). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/veracruz/DR_3005.pdf
- Corona, M. (2010). *Estratigrafía de secuencias de la cuenca cenozoica de Veracruz* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.
- Cushman, J., & Trager, E. (1924). *New formation in the Tampico Embayment region. Geological Society of America Bulletin*, 35(1), 100.
- Dabrío, C. (2010). Plataformas siliciclásticas. En A. Arche (Ed.), *Sedimentología: del proceso físico a la cuenca sedimentaria* (pp. 503–560). Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- De Antuñano, S., Aranda, M., & Marrett, R. (2000). Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 53(1), 1–26.
- Dumble, E. (1918). Geology of northern end of the Tampico embayment area. *California Academy of Sciences Proceedings*, 8, 113–156.
- Einsele, G. (1992). *Sedimentary basins: Evolution, facies, and sediment budget*. Springer-Verlag.

- Ferket, H., Ortuño, S., Roure, F., & Swennen, R. (2003). Lithologic control on matrix porosity in shallow-marine Cretaceous reservoir limestones: A study of the Peñuela Reservoir outcrop analog (Cordoba Platform, southeastern Mexico). In C. Bartolini, R. T. Buffler, & J. Blickwede (Eds.), *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics* (AAPG Memoir 79, pp. 283–304). American Association of Petroleum Geologists.
- Gianni, G., Navarrete, C., & Folguer, A. (2015). Synorogenic foreland rifts and transtensional basins: A review of Andean imprints on the evolution of the San Jorge Gulf, Salta Group, and Taubaté Basins. *Journal of South American Earth Sciences*, 64, 42–58.
- Gibson, J. (1936). Estratigrafía y tectónica de la zona costera del Golfo de México, entre los paralelos 19°34' de latitud norte y el río Coatzacoalcos. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 9(5), 270–288.
- González, R., & Holguín, L. (1992). Las rocas generadoras de México. *Petróleos Mexicanos, Coordinación de Exploración*, 42(1), 16–30.
- Google Earth. (2024). [Imágen satelital de la República Mexicana]. Datos de Landsat/Copernicus. Accedido el 4 de noviembre de 2024. <https://earth.google.com/>
- Hidalgo, F. (2006). *El sistema petrolero de la cuenca de Veracruz* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.
- Ickes, E. (1913). *Informe inédito*. México, D.F.: Compañía Mexicana del Petróleo "El Águila".
- Imlay, R., Cepeda, E., Alvarez, M., & Diaz, T. (1948). Stratigraphic relations of certain Jurassic formations in eastern Mexico. *AAPG Bulletin*, 32(9), 1750–1761.
- Ingersoll, R. (2011). Tectonics of sedimentary basins, with revised nomenclature. In *Tectonics of sedimentary basins: Recent advances* (pp. 1–43). Wiley-Blackwell.
- Loza, R. (2014). *Características e importancia económico-petrolera de las cuencas sedimentarias foreland, con ejemplos representativos* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Facultad de Ingeniería.

- Muir, J. (1936). Geology of the Tampico Region. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 20, 280 pp.
- Nuttal, W. (1930). Eocene foraminifera from Mexico: *Journal of Paleontology*, 4, 271-293.
- Pemex. (2015). *Las reservas de hidrocarburos de México. Publicación anual al 1 de enero de 2015*. [Informe]. Petróleos Mexicanos.
- Quilantán, A., & Reyes, M. (2011). Caracterización petrofísica de arenas del Neógeno en un pozo gasífero de la Cuenca de Veracruz. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(3), 295–304.
- Read, J. (1985). Carbonate platform facies models. *AAPG Bulletin*, 69, 1–21.
- Restrepo, M., Escamilla, J., González, M., & Bernal, P. (2005). Palinoestratigrafía del Neógeno en la Cuenca de Veracruz, México. *GEOS*, 25, 151–155.
- Rodríguez, S., & Morales, W. (2010). *Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz: Geología* (pp. 43–64). Gobierno del Estado de Veracruz.
- Salas, G. (1949). Geology and development of Poza Rica oil field, Veracruz, Mexico. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 33(11), 1385–1409.
- Santiago, J., Carrillo, B., & Martell, A. (1984). Geología petrolera de México: Evaluación de formaciones en México. *Schlumberger*, 1–36.
- Servicio Geológico Mexicano. (2001). *Carta geológico-minera Orizaba E15-6 Veracruz, Puebla y Oaxaca* [Mapa, escala 1:250,000]. Servicio Geológico Mexicano.
- Servicio Geológico Mexicano. (2002). *Carta geológico-minera Veracruz E14-3 Veracruz, Puebla y Tlaxcala* [Mapa, escala 1:250,000]. Servicio Geológico Mexicano.
- Servicio Geológico Mexicano. (2004). *Carta geológico-minera Coatzacoalcos E15-1-4 Veracruz, Oaxaca y Tabasco* [Mapa, escala 1:250,000]. Servicio Geológico Mexicano.
- Vásquez, R., Cossey, S., Nieuwenhuise, D., Davis, J., Castagna, J., Morales, M., & Ramos, I. (2014). New insights into the stratigraphic framework and depositional history of the Paleocene and Eocene Chicontepec Formation, Onshore Eastern

Mexico. *Search and Discovery Article #30334*. Presentado en la AAPG Annual Convention, Houston, TX.

- Viniegra, F. (1965). Geología del macizo de Teziutlán y la cuenca cenozoica de Veracruz. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 17, 101–163.
- World Energy Council México. (2010). Descubra el yacimiento. En *Provincias petroleras de México* (Capítulo 1, pp. 1.2–1.75). WEC México.
- Wilson, J. (1975). *Carbonate facies in geologic history*. Springer-Verlag.