

GLORIA ALENCÁSTER Y SU INFLUJO EN LA INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA DE CHIAPAS: LAS DISCONTINUIDADES GEOLOGICAS MESOZOICAS DE LA SIERRA DE CHIAPAS Y SU SIGNIFICACIÓN REGIONAL, UN EJEMPLO

Juan Manuel Quezada-Muñetón¹ e Ismael Ferrusquía-Villafranca²

RESUMEN

La detección, y caracterización de las discontinuidades geológicas que acusa el registro litoestratigráfico mesozoico de la Sierra de Chiapas, fue posible en gran parte por el influjo de la doctora Alencáster en los geólogos de Petróleos Mexicanos, Distrito de Exploración Zona Sur, a lo largo de la década y algo más [~1969-1982] en que colaboró estrechamente con ellos, merced a su enfoque metodológico detallado, acucioso y exigente, que sin proponérselo les inculcó. Eventualmente, ello contribuyó a encontrar los mega-yacimientos petroleros del Sureste, incluidos los de la Sonda de Campeche.

En homenaje a la doctora, en el presente trabajo, se describen y caracterizan las discontinuidades geológicas mesozoicas de la Sierra de Chiapas, discutiéndose también su significación regional; tales discontinuidades son las que ocurren entre las siguientes unidades: (1) Complejo Macizo de Chiapas [Proterozoico Tardío-Paleozoico Temprano-Medio]-Andesita Pueblo Viejo [Jurásico Temprano]; el emplazamiento de la Andesita ocurrió probablemente en el marco distensivo relacionado con el desmembramiento de Pangea y la génesis/desarrollo del Golfo de México. (2) Formación Paso Hondo [Pérmico]-Formación Todos Santos [Jurásico Medio]; la presencia en Todos Santos de clastos procedentes tanto del Complejo mencionado como de Paso Hondo, evidencian un origen autóctono de la segunda, y preclude interpretar que el Macizo se ubicaba en otra parte [algún lugar del naciente Golfo de México] durante el depósito de Todos Santos, como se interpreta en algunos modelos recientes de evolución tectónica regional. (3) Complejo Batolito de la Mixtequita [Proterozoico Tardío-Paleozoico Temprano-Medio]-Formación Todos Santos [Jurásico Medio]; misma significación que en el caso anterior. (4) Andesita Pueblo Viejo [Jurásico Temprano]-Formación Todos Santos [Jurásico Medio]; ésta última registra la sedimentación continental en cuencas formadas por grabens, relacionados con la génesis (apertura y desarrollo) del Golfo en este tiempo. [En algunas cuencas o partes de ellas, se desarrolló un ambiente marino somero, a partir del cual se generaron depósitos evaporíticos –sal– los cuales jugaron un papel importante en el desarrollo de trampas petroleras]. (5) Formación Malpaso [Hauteriviano]-Formación Xochitlán [Campaniano-Maastrichtiano]. (6) Formación Chinameca [Hauteriviano]-Formación Xochitlán [Campaniano-Maastrichtiano]. (7) Formación Cantelhá [Albiano Tardío]-Formación Angostura [Campaniano-Maastrichtiano]. Las tres son paraconcordancias, y reflejan cierta inestabilidad tectónica regional –tal vez una tendencia a la somerización del ambiente marino, sin llegar a la exposición subárea de su fondo. La detección en campo de estas discontinuidades, fue posible merced a un meticuloso análisis estratigráfico y paleontológico, inspirado en cierta forma por la homenajead, la doctora Alencáster.

También se discute el impacto que las deformaciones Laramídica y Chiapaneca tuvieron en la génesis y constitución de los yacimientos petroleros del Sureste, presentándolos en el contexto general de los yacimientos de todo el País. Finalmente, se evalúa el *status* taxonómico-nomenclatural de las unidades implicadas en las discontinuidades, encontrándose que algunas de ellas, a pesar de su importancia científica y práctica, permanecen informales a la fecha.

Palabras clave: México, Chiapas, Litoestratigrafía, Jurásico, Cretácico, Geología Petrolera.

ABSTRACT

The detection and characterization of the Sierra de Chiapas Mesozoic lithostratigraphic record, was possible to great extent because of Dr. Alencáster academic influence on the geologists of Petróleos Mexicanos, Distrito de Exploración Zona Sur, during the decade and more [~1969-1982] of fruitful cooperation with them, through the involuntary inculcation of her meticulous, careful and precise methodic approach. This eventually contributed to the discovery of Southeastern Mexico's gigantic oil fields, including those of the Campeche Sound.

1. Geólogo jubilado de PEMEX, Reforma No. 5-B, Jerez, Zacatecas, 99300 México.
 Email: albertofrl@ciencias.unam.mx

2. Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, Circuito interior, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, 04510 México D. F.
 Email: ismaelfv@unam.mx

As an homage to Dr. Alencáster, we describe and characterize in this paper, the Sierra de Chiapas Mesozoic geologic discontinuities, discussing as well their regional

significance. Such discontinuities occur among the following lithostratigraphic units: (1) Chiapas Massif Complex [Late Proterozoic-Early-Middle Paleozoic]-Pueblo Viejo Andesite [Early Jurassic]; The Andesite emplacement probably occurred in the extensional tectonic framework related to Pangea disassembling and the genesis/development of the Gulf of Mexico. (2) Paso Hondo Formation [Permian]-Todos Santos Formation [Middle Jurassic]; the presence in Todos Santos of clasts provening from the Chiapas Massif and Paso Hondo, evidences an autoctonous origin for Todos Santos, and rules out the possibility of the Chiapas Massif being elsewhere [somewhere in the nascent Gulf of Mexico], by Todos Santos deposition time, as claimed in some recent regional tectonic models. (3) De la Mixtequita Batholith Complex [Late Proterozoic-Early-Middle Paleozoic]-Todos Santos Formation [Middle Jurassic]; same geologic meaning as above. (4) Pueblo Viejo Andesite [Early Jurassic]-Todos Santos Formation [Middle Jurassic]; the latter records continental deposition in cuencas developed on grabens related to the Gulf of Mexico genesis and development. [In some basins shallow marine conditions ensued, which led to extensive evaporate deposition –salt- the deposits thus formed played an important role in the development of oil traps. (5) Malpaso Formation [Hauterivian]-Xochitlán Formation [Campanian-Maastrichtian]. (6) Chinameca Formation [Hauterivian]-Xochitlán Formation [Campanian-Maastrichtian]. (7) Cantelhá Formation [Late Albian]-Angostura Formation [Campanian-Maastrichtian]. All three are paraconformities, they reflect some kind of regional tectonic instability –perhaps a trend to marine environment shallowing without exposing the floor to subaerial conditions. Detecting the paraconformities in the field was possible through a meticulous stratigraphic and paleontologic analysis, no doubt inspired by our homaged, Dr. Alencáster.

We also discuss the Laramidic and Chiapanecan deformation events impact on the genesis and makeup of the Southeastern Mexico's oil fields, doing so in the general context of this country's oil fields. Finally, we evaluate the taxonomic-nomenclatorial *status* of the lithostratigraphic units involved in the geologic discontinuities just discussed, finding that some of them, in spite of their scientific and economic importance, remain informal as yet.

Key words: Mexico, Chiapas, Lithostratigraphy, Jurassic, Cretaceous, Petroleum Geology.

INTRODUCCIÓN

Durante las sesiones de trabajo del Comité Organizador del Homenaje a la Dra. Alencáster, se consideró muy conveniente invitar a participar en el mismo, a colegas paleontólogos y geólogos que hubiesen colaborado directamente con ella en investigaciones diversas, que hubieran sido sus alumnos (formales o no), o cuyo trabajo se hubiese facilitado merced a la labor académica de la homenajead. Se intentó un balance entre estas grandes categorías, y se consideró importante resaltar la fructífera relación profesional que en la década de los 70 tuvo ella con los Geólogos de PEMEX-Zona Sur, por lo cual se extendió una invitación al Ing. Geól. Juan Manuel Quezada Muñetón, miembro de ese distinguido grupo de trabajo, para que compartiera sus vivencias y experiencias derivadas de esta relación, presentara una ponencia en las *Jornadas Paleontológicas Gloria Alencáster Ybarra*, y en su momento, escribiese un artículo que sería publicado en *Paleontología Mexicana* (Nueva Época).

El Ing. Quezada aceptó participar en este merecido homenaje [Quezada-Muñetón, 2011], para patentizarle su reconocimiento por el gran impulso recibido en su vida profesional como geólogo en la actividad petrolera, dentro y fuera de Petróleos Mexicanos. Cabe destacar que el influjo de la Dra. Alencáster se extiende a los colegas Jorge González Alvarado, Rafael Sánchez Montes de Oca (q.e.p.d.), que lo antecedieron en su trabajo con ella, así como a otros compañeros que laboraron en Chiapas.

En cuanto al artículo, el ingeniero Quezada solicitó la colaboración de Ismael Ferrusquía Villafranca, quien a su vez ha trabajado directamente en Chiapas [Figura 1, Áreas 6-12], influyó en el inicio de la relación profesional Alencáster-Zona Sur, y es amigo personal del Ing. Quezada.

La relación profesional de Quezada con la doctora Alencáster se inició en 1969, merced a su participación en el levantamiento de algunas secciones estratigráficas, como parte del *Estudio del Mesozoico Arrecifal de la Sierra de Chiapas*, proyecto de exploración petrolera de gran envergadura, iniciado por el Ing. Rafael Sánchez Montes de Oca [1969a-b], quién había realizado diversos estudios geológicos de superficie en la Depresión Central de Chiapas (~50 Km al SE de Tuxtla Gutiérrez), describiendo a detalle y recolectando fauna en diversas secciones de la tardi-cretácica Formación Angostura. Correspondió a Quezada estudiar a detalle las facies arrecifales de esta unidad en la Sección El Coyol, cuya fauna de rudistas y muestras de mano para microfauna y microfácies, se enviaron al Instituto de Geología, UNAM para su determinación.

Como una muestra del benéfico influjo que tuvo nuestra homenajead, se presenta en este artículo la descripción y caracterización de las *Discontinuidades Geológicas Mesozoicas de la Sierra de Chiapas*, discutiéndose también su significación regional. Vale destacar que el reconocimiento y caracterización de muchas de ellas, habría

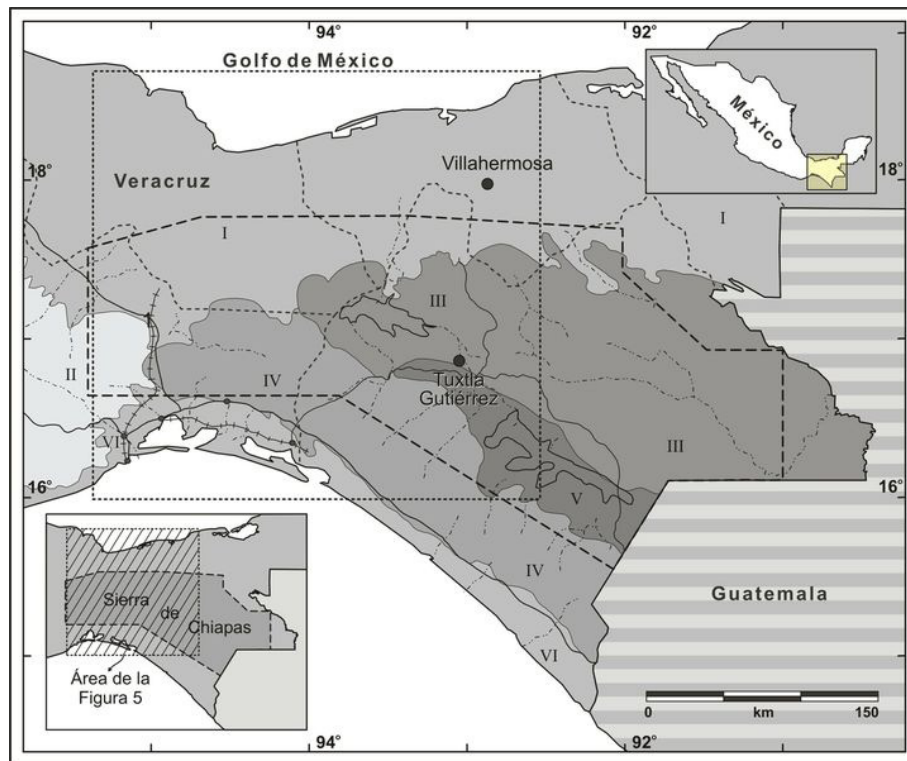


Figura 1. [Mapa geomórfico simplificado de Chiapas y el Istmo de Tehuantepec, mostrando: (a) Localización y delimitación adoptada de la Sierra de Chiapas. (b) El área de la Figura 5, la cual funge como mapa índice de las Figuras 6-9. **Provincias Morfotectónicas:** I, Planicie Costera del Golfo. II, Sierras Plegadas y Altiplanicies Norchiapanecas [incluye estas Subprovincias: Altiplanicies Norchiapanecas, Depresión de Ixtapa, Meseta de San Cristóbal, y Sierras Plegadas s.s. (la cual corresponde en gran medida a la *Provincia* (geológica) de las *Fallas de Transcurrencia*, propuesta por Sánchez-Montes de Oca, 1979)]. III, Depresión Central. IV, Sierra Madre de Chiapas [incluye estas Subprovincias: Meseta de Ocozocuatla, Cuesta de Chicomuselo, Macizo de Chiapas (su continuación en el Istmo corresponde a las Sierras Atravesadas, e incluye al Batolito de la Mixtequita), y Sierra de Soconusco. V, Planicie Costera del Pacífico. Modificada de Ferrusquía-Villafranca [1996, Fig. 3].

sido imposible sin el enfoque metodológico acucioso, detallado y exigente, que sin proponérselo inculcó la doctora en sus colaboradores de PEMEX, conduciéndolos a no pasar desapercibidos –por intemperismo o cobertura vegetal– rasgos estratigráficos significativos. Otro propósito de esta contribución, es interesar en algo a la comunidad geológica, para que mediante trabajo adicional, enriquezca el conocimiento geológico de la Sierra de Chiapas, tópico esencial para entender la evolución geológica del Sureste Mexicano.

PANORÁMICA DE LA INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA DE CHIAPAS POR PEMEX

1. Narrativa Histórica

El trabajo geológico habitual era el de efectuar cartografía geológica, principalmente de reconocimiento y semidetalle [contándose en ocasiones con fotografías aéreas], para construir mapas fotogramétricos y/o geológicos (*i.e.*, litoestratigráfico-estructurales); cuando se carecía de tales fotografías, se preparaban planos de formaciones con datos estructurales aproximados. En fin, se entregaban como productos: mapas topográficos

y/o geológicos, columnas litoestratigráficas o de otra índole, cartas de correlación estratigráfica, y secciones estructurales. El aspecto paleontológico estaba a cargo del Laboratorio de Paleontología de la Zona Sur.

A partir de 1969, y particularmente de 1972–1975 y 1979, uno de nosotros, Quezada, realizó trabajo estratigráfico de detalle en el frente norte de la Sierra de Chiapas; el material paleontológico se envió al Instituto de Geología, UNAM, entregándosele personalmente a nuestra homenajead, quien manifestó gran interés y un entusiasmo contagioso que condujo a aplicarnos mejor en el trabajo geológico, para obtener mayor calidad y claridad en los datos geológicos acompañantes, y a su vez esperar mejores resultados paleontológicos. Al efecto, las brigadas geológicas que hacían trabajos a detalle, se empezaron a equipar con microscopios binocular y petrográfico, cortadora de rocas y pulidora; ello permitía preparar láminas delgadas y superficies pulidas [para observaciones diversas, incluyendo películas de acetato]. Todo esto posibilitó un avance considerable en las descripciones geológicas que se hacían en campo, facilitando así su interpretación.

Cabe destacar, que originalmente el Instituto de Geología, UNAM, cobraría por los estudios paleontológicos, pero gracias a la calidad y novedad del material que se enviaba, y a la intervención de la Dra. Alencáster con el Director y Secretario Académico del Instituto de Geología, ingenieros Diego A. Córdoba y Manuel Patiño respectivamente, se condonó a Petróleos Mexicanos el pago de éste y otros estudios afines.

Los resultados obtenidos al investigar así las secciones estratigráficas de la Sierra de Chiapas fueron de tal interés e importancia, que sirvieron de base a estudios ulteriores (~1980-1990) de detalle, a cargo de personal del Instituto Mexicano del Petróleo, que sin embargo no condujeron a modificar significativamente las conclusiones obtenidas. Así mismo, otros investigadores realizaron sus proyectos de tesis de grado o de proyecto postdoctoral en la Sierra de Chiapas, apoyándose desde luego en las secciones estudiadas por Alencáster y Quezada [e.g. R. Michaud (Francia, 1987), F. Ortuño-Arzate (México, 1998; cf. Ortuño-Arzate *et al.*, 1998), T. Blair (Estados Unidos, 1981, 1986)]; Cabe destacar que el de este último [Área Cintalapa-SE de Tuxtla Gutiérrez], fue vendido a compañías petroleras privadas.

En 1968, cuando se inició el trabajo sobre el Mesozoico Arrecifal de la Sierra de Chiapas, casi nadie imaginaba que hacerlo satisfactoriamente, requeriría el levantamiento meticuloso de numerosas secciones estratigráficas, debidamente apoyadas en estudios paleontológicos precisos; hacerlo así permitió construir columnas litoestratigráficas confiables, correlacionarlas adecuadamente, y detectar así cambios verticales y laterales de facies [sedimentarias y paleontológicas]. A su vez, esta información permitiría bosquejar mapas paleogeográficos regionales, que servirían de base [*i.e.*, de hipótesis de trabajo] para apoyar la exploración petrolera del Mesozoico en la Sierra de Chiapas.

Con la integración de los datos de geología superficial, los puntuales de geólogos de las compañías extranjeras, y la información derivada de algunos pozos perforados en el frente norte de la Sierra, fue posible proponer modelos paleogeográficos [con sus correspondientes ambientes deposicionales] que corroborasen/modificasen los propuestos previamente como hipótesis de trabajo, con el propósito apoyar localizaciones de pozos exploratorios con objetivo profundo [*i.e.*, el Cretácico subyacente en las Cuenas Terciarias del Sureste].

Estos esfuerzos culminaron con la integración de datos geológicos y geofísicos, que permitió en 1972, el descubrimiento de yacimientos gigantes y supergigantes de aceite y gas asociado en el Área de Villahermosa, Tab., lo cual significó el establecimiento de la nueva y rica Provincia Petrolera Mesozoica Chiapas-Tabasco [así denominada entonces]. Finalmente en 1976, tras una intensa campaña

de estudios geofísicos en tierra y en la Plataforma del Golfo de México, que abarcaba hasta la Sonda de Campeche, se logró demostrar la continuidad hacia el mar de esta provincia petrolera [lo cual se logró mediante la perforación del Pozo Chac 1]. Cabe destacar que en este sitio, se logró determinar también la existencia de cuerpos estratales con interés petrolero, que se extendían hasta el Oxfordiano. A esta nueva provincia petrolera submarina, se le designó Sonda de Campeche, donde justo al noreste del Pozo Chac 1, yace el Campo Cantagrel, el mayor del país, y uno de los más grandes de todo el Mundo.

En el Apéndice 1 se reconoce la labor de los Geólogos de PEMEX-Zona Sur que participaron en este esfuerzo, en especial el de aquellos con quienes se tuvo una relación profesional más estrecha. También se indican ahí las áreas investigadas que posibilitaron la detección y caracterización de las discontinuidades geológicas que se reportan en este trabajo.

Por otro lado, es importante señalar que en ese tiempo, los geólogos de subsuelo del Área de Villahermosa, no tenían bien desarrollado el conocimiento de la estratigrafía y litologías del Mesozoico, por lo que fue necesario capacitarlos en la estratigrafía particular de las unidades involucradas, así como en la identificación clasificación y descripción detallada de los materiales que las constituían.

2. Publicación de Resultados

Los resultados de investigar las numerosas secciones estratigráficas levantadas por los geólogos de PEMEX-Zona Sur en el frente norte de la Sierra de Chiapas [llamado internamente *Homoclinal de la Sierra de Chiapas*], fueron de tal importancia que se consideró publicarlos (1975) como un volumen monográfico, para darlos a conocer a la comunidad interesada. De hecho se había pensado llamarlo *El Jurásico y Cretácico Inferior en la Sierra de Chiapas*, coautorado por Alencáster y Quezada; la primera parte se dedicaría al Área Istmo de Tehuantepec-Occidente de Chiapas, y se le conocía en el gremio como "*Volumen Cintalapa*." Infortunadamente, la cantidad misma de información a procesar, así como limitaciones de tiempo, impidieron entonces cristalizar este esfuerzo; ahora, aunque se cuenta con éste último, la publicación del mismo, por lo menos en la forma planeada originalmente, tampoco es viable por las razones que se aducen a continuación:

(a) Queda muy poco o nada del material original [textos, fotografías de afloramiento, fotografías de muestras de mano, fotomicrografías de láminas delgadas] de los Informes Geológicos que realizó Quezada, cuyos duplicados conservó en su poder mientras fungió como Jefe de la Brigada Geológica No. 4 [dependiente de la Superintendencia General de Distritos de Exploración de la Zona Sur, con

sede en Coatzacoalcos], al término de su jefatura, pasaron a ser patrimonio de aquella.

(b) Posteriormente, como resultado de cambios administrativos mayores en PEMEX, incluidos la división en 1984 de la Superintendencia General en dos Regiones [Sur, sede en Coatzacoalcos, y Sureste, sede en Villa Hermosa], y en 1988 la desaparición de las Brigadas de Geología Superficial, los archivos, planos y materiales diversos de los Informes Técnicos [*i.e.*, todos los originales] fueron adjudicados a las Regiones Sur y Sureste, según correspondía por la dependencia de las brigadas. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los lugares de alojamiento de dicho material no eran idóneos, lo cual propició que en poco tiempo quedaran destruidos.

(c) Otro tanto ocurrió con los duplicados que constituían el patrimonio de las brigadas, ya que fueron enviados a las Regiones respectivas, y alojados en lugares no aptos para conservarlos. En fin, sólo han quedado resúmenes de esta vasta y valiosa información.

(d) Adicionalmente, las ilustraciones de los Informes Técnicos no eran abundantes, habida cuenta de las condiciones climáticas y la espesa cubierta vegetal de las regiones estudiadas, que mucho dificultaban el uso de cámara fotográfica para ilustrar afloramientos, lo cual posibilita completar la descripción de muchos rasgos geológicos. Como sucedáneo, se generó una enorme colección de las fotografías de muestras de mano y de fotomicrografías, que se prepararon en formato de diapositivas, ahora obsoleto.

Al presente, 37 años después de haberse concluido esos estudios, Quezada ha publicado ya información sobre la mayoría de las secciones estratigráficas investigadas [Quezada-Muñetón (1983, 1984, 1987, 1990, 1992)], queda aún un remanente sobre algunas secciones, particularmente las correspondientes a las del Área Alto Uzpanapa, las cuales incluyen descripciones geológicas detalladas de las Formaciones El Plátano, Malpaso, Caliza Uzpanapa, y Marga El Edén. Vale decir que los estudios posteriores realizados por PEMEX en esta área, no enriquecen las columnas litoestratigráficas construidas entonces. Por lo anterior, y con el propósito de subsanar la deficiencia ocasionada por la no publicación del Volumen mencionado, se ha preparado este trabajo, y se está laborando ya en el correspondiente al Alto Uzpanapa.

LAS DISCONTINUIDADES GEOLÓGICAS MESOZOICAS DE LA SIERRA DE CHIAPAS Y SU SIGNIFICACIÓN REGIONAL

1. Comentario introductorio

Cabe destacar que el término (y concepto) *Sierra de Chiapas* [Figura 1] es informal, no corresponde con conjunto

alguno de provincias fisiográficas propuestas para el Estado [*e.g.* Müllerried (1957), Raisz (1964)], ni de provincias morfotectónicas reconocidas en el mismo [*cf.* Ferrusquía-Villafranca (1996)], ni de provincias geológicas [*cf.* Ortega-Gutiérrez *et al.* (1992), CRM (1999)]. Sin embargo, este término informal es útil como referencia práctica para abarcar el trabajo realizado durante varias décadas [~1950-1990], por las diversas brigadas de exploración geológica de PEMEX-Zona Sur, vertido en numerosos Informes Técnicos Inéditos para esta empresa paraestatal, de los que se ha publicado sólo una mínima parte; a causa de esto, se utiliza el término Sierra de Chiapas en el presente trabajo. En el Apéndice 1, se reconoce el trabajo de estos colegas, y se delimitan las principales áreas investigadas.

Por otro lado, en virtud de la importancia y significación geológica de las discontinuidades que se tratan a continuación, se consideró necesario evaluar el status taxonómico-nomenclatural de las unidades litoestratigráficas delimitadas por dichas discontinuidades, con el propósito de que sean identificadas inequívocamente a pesar de las diferencias en concepción geológica, interpretación o designación que hubiesen recibido. Esto se presenta en el Apéndice 2, para no extender innecesariamente la descripción y caracterización de las discontinuidades.

2. Localización del área

El área [Figura 2] que enmarca las distintas subáreas estudiadas principalmente por geólogos de PEMEX-Zona Sur, que sirven de base al presente trabajo, comprende toda la Sierra de Chiapas y su continuación noroccidental en el Batolito de la Mixtequita, así como la porción sur de Tabasco, el sureste de Veracruz, y la zona limítrofe con Oaxaca; es decir, el área incluye casi la totalidad de Chiapas [exceptuando, la planicie costera y parte del Macizo de Chiapas], así como zonas adyacentes de Veracruz, Tabasco y Oaxaca [Figuras 1 y 2]. Nuestra delimitación se aproxima a la propuesta por Sánchez-Montes de Oca [1978, 1979a-b], y difiere un poco de la que utilizan Mandujano-Velázquez y Vázquez-Meneses [1996], quienes la reducen considerablemente. Dado que en el texto se hace referencia a rasgos geográficos de gran extensión, tales como Depresión Central, Macizo de Chiapas, u otros, cuya definición y caracterización varía considerablemente de un autor a otro; con el propósito de evitar confusión, se les utilizará en su contexto morfotectónico regional, utilizando el esquema propuesto por uno de nosotros [Ferrusquía-Villafranca (1996)], que se presenta en la Figura 1.

3. Descripción de las Discontinuidades Geológicas.

Como antecedente geológico a la descripción y discusión subsecuente, conviene presentar aunque sea de manera muy

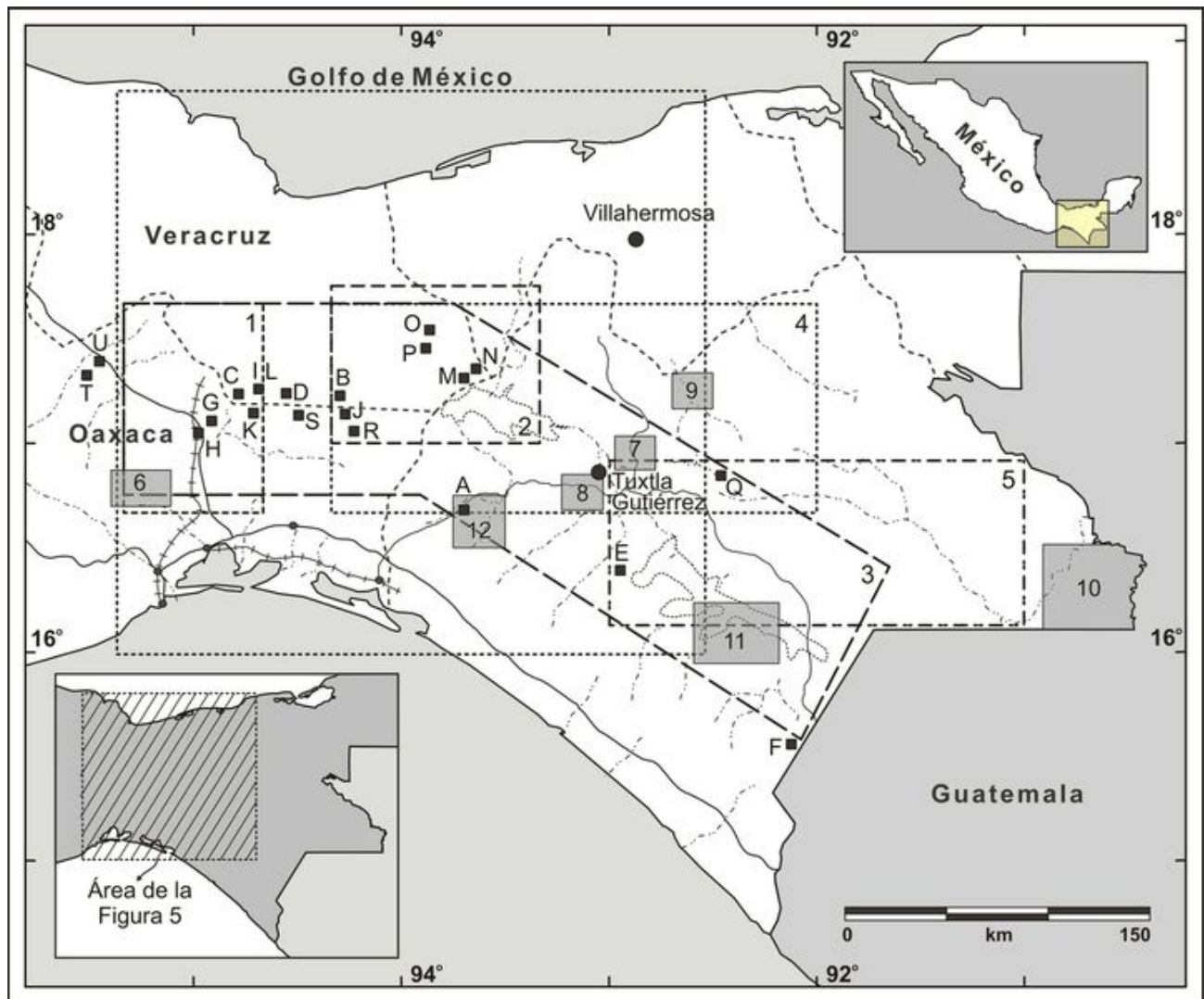


Figura 2. Mapa del Sureste de México donde se indica lo siguiente: (a) Principales áreas investigadas por geólogos de PEMEX-Zona Sur [1-5], cuyos resultados permitieron reconocer y caracterizar las discontinuidades geológicas mesozoicas discutidas en este trabajo [cf. Petróleos Mexicanos (1959-1988)]. (b) Las áreas cartografiadas geológicamente 1:50,000 por Ferrusquía-Villafranca [6-12]. (c) Algunos sitios [A-U] donde dichas discontinuidades pueden observarse. (d) El área de la Figura 5 [en achurado], la cual funge como índice de las Figuras 6-9.

Áreas investigadas: 1. Jesús Carranza, Ver. 2. Río Playas, Ver. y Oax. 3. Cintalapa-La Ventosa, Chis. 4. Caimba-Lomas Tristes, Chis. 5. Lacandona, Chis. 6. Laollaga-Lachivizá, Oax. [Ferrusquía-Villafranca (2000)]. 7. Ixtapa-Soyaló, Chis. [Ferrusquía-Villafranca (1996)]. 8. Tuxtla Gutiérrez, Chis. [Ferrusquía-Villafranca *et al.* (1999, 2000)]. 9. Simojovel, Chis. [Ferrusquía-Villafranca (2004, 2006)]. 10. Marqués de Comillas, Chis. [Ferrusquía-Villafranca (1999)]. 11. La Concordia-Socoltenango-Angel Albino Corzo, Chis. [Ferrusquía-Villafranca *et al.* (2002); Ferrusquía-Villafranca (2002)]. 12. Jiquipilas, Chis. [Ferrusquía-Villafranca *et al.* (2002)].

Sitios donde observan las discontinuidades: **Discontinuidad 3.1:** A, Cauce del Río Pueblo Viejo [norte de Cintalapa; más detalle en Figura 8], B, C, y D, Afluentes de los Ríos Uzpanapa, Solosúchil y Chalchijapa [más detalle en Figura 7], E, Cercanías de Jericó [más detalle en Figura 5]. **Discordancia 3.2:** F, (Área de Chicomuselo), en cortes de la Carretera Panamericana próximos a Guatemala. **Discontinuidad 3.3:** G, Camino Güichicovi-Mogoñé, región ístmica de Oaxaca. H, Inmediaciones de Güichicovi. **Discontinuidad 3.4:** I, Cauce del Río Pueblo Viejo. J, Cauce del Río Uzpanapa (parte alta). K, y L, Cauce de los Arroyos Seco, y Cedros [más detalle en Figura 7]. **Discontinuidad 3.5:** Formación Malpaso: M, Arroyo Marín. N, Arroyo Macabil. [más detalle en Figura 7]. **Discordancia 3.6:** O, Flanco oriental (recumbente al oriente) del Anticlinal Cerro Pelón, Veracruz. P, Rancho Echeverría [más detalle en Figura 9]. **Discontinuidad 3.7:** Q, Corte de la Carretera Oxchuc-San Cristóbal de las Casas, Chis., situado al sur de la primera. R, y S, Cauces de los Ríos Uzpanapa y Chalchijapa [parte alta; más detalle en Figura 5], T, y U, Flancos oriental y septentrional del Batolito de la Mixtequita.

breve, la Litoestratigrafía de esta compleja e interesante región. En la Figura 3 se muestran sintéticamente los hechos principales. El registro mesozoico en la región se inicia en el Jurásico Temprano con el emplazamiento de la Andesita Pueblo Viejo sobre el Complejo Macizo de Chiapas, probablemente en un entorno distensivo, asociada al desmembramiento de Pangea, y al surgimiento del Golfo de México. El siguiente evento registrado, es la sedimentación continental probablemente en un entorno de rift, donde se acumulan los materiales erosionados de los altos topográfico/estructurales [horst] constituidos por el Complejo mencionado, y la secuencia paleozoica marina, parcialmente emergida, generándose así la Formación mesojurásica Todos Santos.

Durante el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano, el ambiente marino invade la región, y se depositan secuencias carbonáticas en diferentes ambientes, probablemente respondiendo al marco geográfico-geomórfico de entonces, apreciándose marcados cambios de facies, no sólo verticalmente [cambios ambientales temporales en un mismo *locus* o *depo-center*, sino también lateralmente, en general de norte a sur], confiriéndole todo ello una compleja arquitectura sedimentaria a la región durante este intervalo geocronológico [incluyendo además períodos de no depósito y/o erosión]; esta secuencia incluye entre otras a estas unidades: Caliza Uzpanapa, Margas El Edén, y Formaciones Chinameca, Malpaso, San Ricardo, y El Plátano.

Después, en el Cretácico mesotardío, se desarrolló una extensa plataforma calcárea [registrada como Caliza Sierra Madre], seguida de un lapso de inestabilidad tectónica, al término del cual la sedimentación marina se diversificó espacialmente, depositándose así, unidades que muestran complejas relaciones faciales, que evidencian una intrincada relación genética; tales unidades son las Formaciones Ocozocuatla [un complejo arrecifal de gran extensión], Angostura [plataforma calcárea], Xochitlán [secuencia calciclástica con influjo terrígeno], y “equivalente a Méndez” [secuencia de margas que acusan un importante aporte terrígeno a la cuenca deposicional]. En los párrafos siguientes, analizaremos principalmente las relaciones verticales [es decir temporales subsecuentes] del registro lítico [principalmente mesozoico] de la Sierra de Chiapas.

3.1. Gran Discontinuidad Complejo Macizo de Chiapas (Proterozoico Tardío-Paleozoico Temprano y Medio)–Andesita Pueblo Viejo (Jurásico Temprano), Figura 4. Técnicamente esta discontinuidad geológica es una no concordancia entre dos unidades litoestratigráficas no estratales, a saber:

(a) Complejo Macizo de Chiapas, que incluye al llamado Batolito de Chiapas, un extenso y heterogéneo cuerpo granitoide [generado por varios eventos plutónicos,

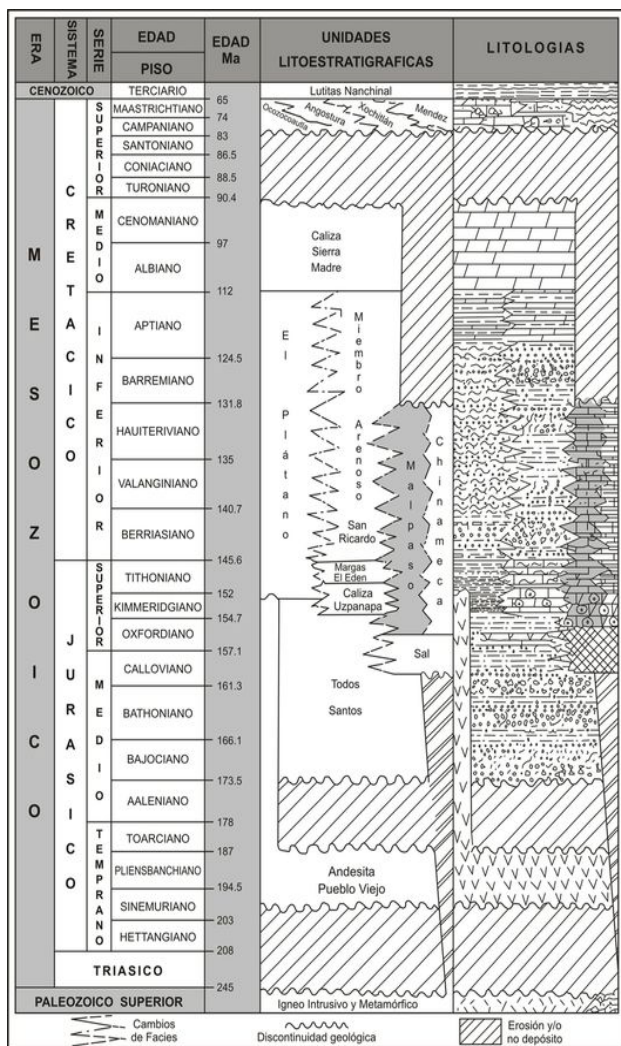


Figura 3. Columna Litoestratigráfica Generalizada de la Sierra de Chiapas (parte norte) y Área del Río Uzpanapa (parte alta), mostrando la interpretación estratigráfica adoptada.

dada la diversidad de edades radioisotópicas que se han obtenido del mismo, cf. [López-Ramos, 1979 Fig. XIX-14; de la Rosa *et al.* (1989, 1999)], y uno o más litodemas/ensambles metamórficos asociados. En consecuencia, no sorprende que la geocronología de este Complejo sea aún objeto de discusión, habida cuenta de que incluye/registra eventos metamórficos e intrusivos plutónicos de diferentes edades [estos últimos han ocurrido en distintos tiempos, durante el intervalo Mesozoico-Terciario], y ha acusado complicaciones estructurales relacionadas con las Fallas sinestrales Polochic y Motagua, lo cual había sido advertido ya hace mucho tiempo [J.C. Carfantan (1977) *vide* López Ramos (1979, p. 306)].

En suma, este complejo incluye/registra edades que abarcan del Proterozoico al Mesozoico [y aún el Terciario, si se incluyen los intrusivos cenozoicos de su parte sur], que registran eventos tectónicos y/o magmáticos ocurridos en relación al ensamble de Pangea, y a su ulterior

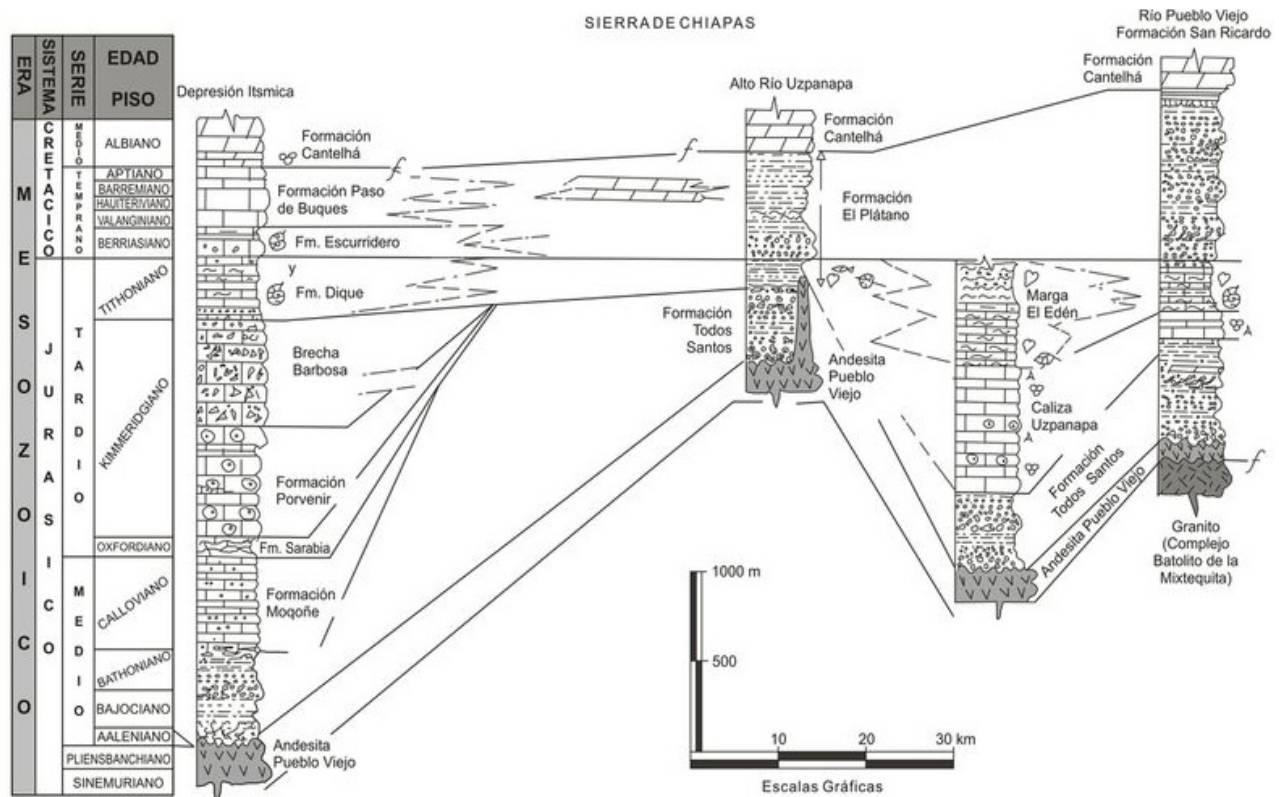


Figura 4. Correlación del registro litoestratigráfico en estas Áreas: Istmo de Tehuantepec [columna izquierda], Río Uzpanapa, parte alta [columnas centrales], y Río Pueblo Viejo [columna derecha]; se ha destacado la no concordancia entre la Andesita Pueblo Viejo y el Complejo Batolito de la Mixtequita. [Éste se interpreta como un segmento despegado del Complejo Macizo de Chiapas]. [Fuentes informativas: Quezada-Muñetón (1984, p. 46; y 1986).

disgregación [incluida la apertura del Golfo de México], cuya identificación, caracterización, edad e interpretación aún están en proceso [cf. Murillo-Muñetón *et al.* (1994), Weber (1998), Weber *et al.* (2004), Steiner (2005), Centeno-García, 2005, Ortega-Gutiérrez *et al.* (2007), Pompa-Mera *et al.* (2008)]. En el Apéndice 2, se enlistan algunos datos radioisotópicos particulares.

(b) Andesita Pueblo Viejo, la cual parece extenderse a lo largo del límite nororiental del Macizo de Chiapas; de ella se han fechado muestras procedentes de distintas partes [cf. CRM (1999)], obteniéndose edades radioisotópicas que oscilan entre 196 ± 3 Ma (Jurásico Temprano) y 148 ± 6 Ma (Jurásico Tardío), reportada por Castro-Mora *et al.* [1975, p. 9, a partir de muestras aportadas por Sánchez-Montes Oca, quien había descrito previamente (1969) el área]. Adicionalmente se tienen fechas más jóvenes para esta unidad [ca. 128 ± 3 Ma y 127 ± 3 Ma (Rodríguez-Correa, 1979)], las cuales se han interpretado como dataciones de una reactivación del volcanismo que generó a la Andesita. En el presente trabajo, se considera que la edad de la Andesita Pueblo Viejo es jurásica temprana.

El contraste litológico entre estas unidades, granitos y andesitas, marca una discontinuidad litológica regional que corresponde a un límite abrupto. Es bastante probable

que el emplazamiento de la Andesita haya ocurrido en un marco distensivo asociado a la génesis del Golfo de México, cuyo inicio se ha establecido para el Jurásico Temprano [cf. Salvador (1987), Godínez-Urban *et al.* (2011)]. Si se permite ahondar sobre esta posibilidad, cabría pensar que dicho emplazamiento habría ocurrido mediante fallas y/o fracturas temporalmente coincidentes con la génesis y evolución del Aulacógeno Huayacocotla.

Debido a que este contacto entre unidades cristalinas no es de interés económico petrolero, los geólogos de PEMEX, en general le prestaron poca atención. Sin embargo en la región ístmica existen algunos sitios donde puede observarse, siempre y cuando se asuma que el llamado Batolito de la Mixtequita, es un segmento despegado del Macizo de Chiapas, como habitualmente se le ha interpretado [cf. Quezada-Muñetón (1984, 1987), Weber (1998), Weber *et al.* (2005)]. Aceptado esto, el contacto no concordante entre el Complejo Macizo de Chiapas (representado por el Complejo Batolito de la Mixtequita) y Andesita Pueblo Viejo, puede observarse entre otros, en estos sitios [Figura 1, Sitios A-E; Figura 5, Sitio E; Figura 7, Sitios B-C; Figura 8, Sitio A]: Sitio A, Cauce del Río Pueblo Viejo [norte de Cintalapa]. Sitios B-D, Afluentes de los Ríos Uzpanapa, Solosúchil y Chalchijapa; los afloramientos están en la parte alta de

las redes fluviales correspondientes, donde se encuentran cuerpos dómicos grandes [diámetros >5 a 7 km], que podrían corresponder a los volcanes emisores de lava andesítica. Sitio E, Cercanías de Jericó; aquí parecería que la Andesita intrusionó a un granitoide del Macizo.

3.2. Gran Discordancia Formación Paso Hondo (Pérmico)–Formación Todos Santos (Jurásico Medio). Ésta es una discordancia angular y erosional, bien expuesta en el sur de Chiapas (Figura 1, Sitio F, Área de Chicomuselo), en cortes de la Carretera Panamericana próximos a Guatemala. En ellos puede observarse que la base de la Formación Todos Santos yace en discordancia angular sobre los estratos carbonáticos de la Formación Paso Hondo [Pérmico]. Esta relación está definida por un conglomerado basal de fragmentos de calizas de esta última. Ello evidencia que la Formación Paso Hondo

debió encontrarse ya en esta latitud, y constituyó el área-fuente (por lo menos localmente) de la unidad clástica mesojurásica Formación Todos Santos.

A su vez, este hecho es de gran significación regional, porque preclude interpretar que la Sierra de Chiapas migró (como una especie de cuenca viajera) del noroeste al sureste, al través de una megafalla, cuyo traza, se habría encontrado en la costa del incipiente Golfo de México [Pindell (1985)], y tampoco es congruente con el escenario modelado por Weber *et al.* [2006] para el Paleozoico Tardío-Mesozoico Temprano de Chiapas meridional-Guatemala septentrional.

3.3. Gran Discontinuidad Complejo Batolito de la Mixtequita (Proterozoico Tardío Paleozoico Temprano y Medio) Formación Todos Santos (Jurásico Medio),

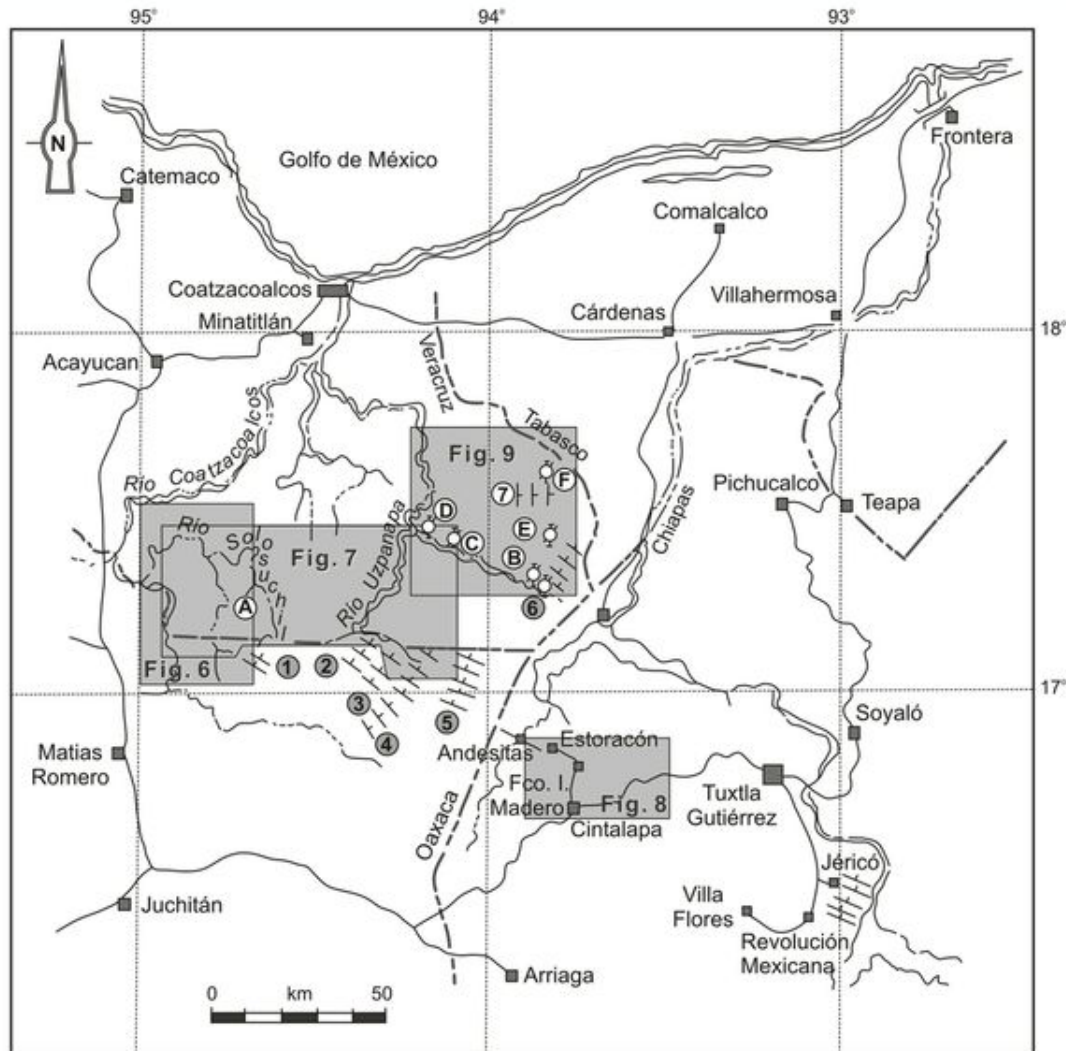


Figura 5. Mapa topográfico del Istmo de Tehuantepec, mostrando: (a) Ubicación de Secciones Litoestratigráficas Investigadas [1-7]. (b) Localización de Pozos de estudio [A-F]. Áreas de Figuras [W-Z]. **Secciones:** 1, Arroyo Los cedros. 2, Arroyo El Plátano. 3, El Eden. 4, Río Uzpanapa, parte alta. 5, Arroyo El Amate. 6, Arroyo Marín. 7, Cerro Pelón. **Pozos:** A, Solosúchil. B, Malpaso 2. C, Colonial 2. D, Cerro Nanchital 6. E, Río Playas 1 y 2. Pedregal 11 y 12. **Áreas de Figuras 6-9:** Aparecen sombreadas.

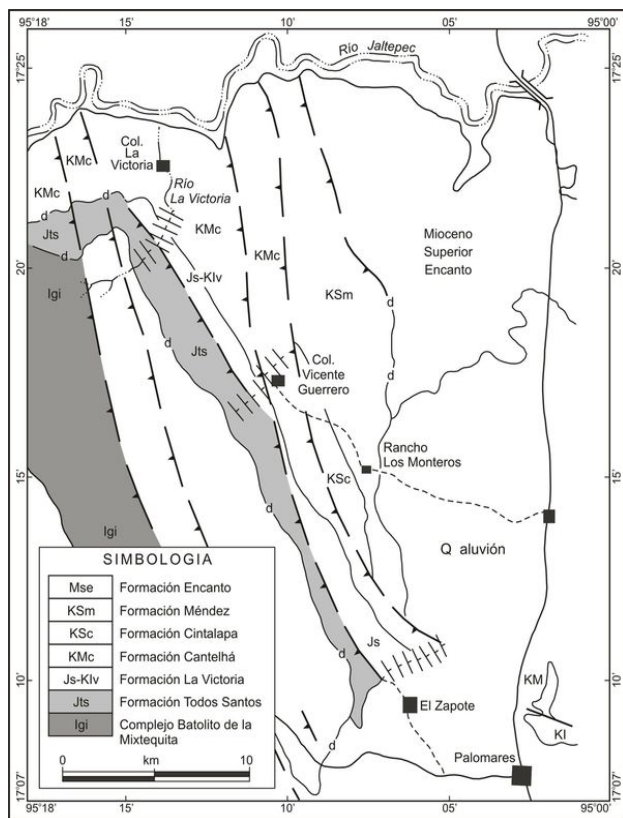


Figura 6. Mapa geológico del Área Batolito de la Mixtequita y zona adyacente [parte centro-occidental del Istmo de Tehuantepec]. Se ha destacado la no concordancia entre el Complejo Batolito de la Mixtequita y la Formación Todos Santos. Modificada de Quezada-Muñetón, 1992, Fig. 2.

Figuras 6 y 7. Esta discontinuidad geológica técnicamente es una no concordancia entre una unidad no estratal cristalina (Batolito de la Mixtequita) y una sedimentaria continental (Formación Todos Santos) que le sobreyace. Se ha interpretado que el Batolito es un bloque separado del Macizo de Chiapas al final del Pérmico [Quezada-Muñetón (1992)], por lo cual se considera que su edad debe ser la misma de aquel; tal es la interpretación adoptada en este trabajo.

Por otro lado, la edad de la Formación Todos Santos constituye un problema aún no resuelto, debido a la falta de indicadores cronológicos presentes en ella [e.g. fósiles crono-diagnósticos, cuerpos interestratificados de rocas cristalinas susceptibles de fechamiento radioisotópico o paleomagnético]. No sorprende entonces, que la edad asignada oscile del Triásico-Jurásico [cf. de la Llata *et al.* (1979), Castro-Mora *et al.* (1975)], Jurásico Medio [opinión mayoritaria, compartida también por los geólogos de PEMEX, con base en palinomorfos referibles a *Leptolepidites*, *Sheripolinites* y *Equatibossus* [cf. Castro-Mora *et al.* (*op. cit.*)], ninguno de los cuales es diagnóstico de esta edad (E. Martínez, Inst. Geol., UNAM, com. Pers. Diciembre, 2011)]. Jurásico Tardío (Calloviano) [opinión

minoritaria de algunos geólogos de PEMEX, basada en el alcance estratigráfico de algunos palinomorfos (cf. Mandujano-Velázquez y Vázquez-Meneses (1996)], o en una interpretación estratigráfica particular [e.g. Blair (1987)]. En este trabajo se suscribe la opinión mayoritaria.

Esta discontinuidad es un contacto regional que bordea los flancos oriental y septentrional del Batolito; tal vez uno de los sitios donde mejor puede observarse, es en afloramientos en el Camino Güichicovi-Mogoñé, región ístmica de Oaxaca. Oax. (Figura 1, Sitio G; y Figura 5). En otro lugar de esta región (Figura 1, Sitio H, inmediaciones de Güichicovi; y Figura 5), Quezada-Muñetón (1992) describe un grueso cuerpo conglomerático [~400 m de espesor], constituido por clastos graníticos, y que sobreyace al Batolito, designándolo Conglomerado Güichicovi. Se interpreta que tanto el Conglomerado Güichicovi como la Formación Todos Santos, registran el evento tafrogénico previo a la apertura del Golfo de México.

3.4. Gran Discontinuidad Andesita Pueblo Viejo (Jurásico Temprano Temprano)–Formación Todos Santos (Jurásico Medio), Figuras 7 y 8. Técnicamente esta discontinuidad geológica es una no concordancia entre una unidad litoestratigráfica formada por rocas cristalinas (Andesita Pueblo Viejo), y una unidad sedimentaria continental (Formación Todos Santos) que le sobreyace, cuyos estratos acusan una marcada inclinación.

Se trata de una discontinuidad de extensión regional, que puede observar en muchos sitios, entre ellos éstos (Figura 1, Sitios I-L; y Figura 5): Sitio I, Cauce del Río Pueblo Viejo, donde La Formación Todos Santos está constituida por una subunidad basal silicificada [espesor ~15 m], constituida por clastos angulosos, subredondeados derivados de la Andesita Pueblo Viejo, dispuestos en estratos medios, inclinados 30° hacia el norte, y que forman cuerpos brechosos o conglomeráticos. Sitio J, Cauce del Río Uzpanapa (parte alta). Sitios K y L, Cauce de los Arroyos Seco, y Cedros [parte alta]; en ambos sitios se observan relaciones estratigráficas espaciales semejantes a la descrita.

3.5. Gran Discontinuidad Formación Malpaso (Hauteriviano)–Formación Xochitlán (Campaniano-Maastrichtiano), Figuras 9 y 10. Técnicamente esta discontinuidad geológica es una paraconcordancia [parconformity *sensu* Dunbar and Rodgers, 1957; Neunendorf *et al.*, 2005], es decir una clase de discordancia donde las unidades arriba y debajo de ella, son paralelas, y no se aprecia evidencia de erosión; por ello son difíciles de percibir en el campo, y sólo la falta de secciones (independiente conocidas o inferidas a partir de los taxa fósiles que portan), permite identificarlas y caracterizarlas (como interrupciones en la sedimentación).

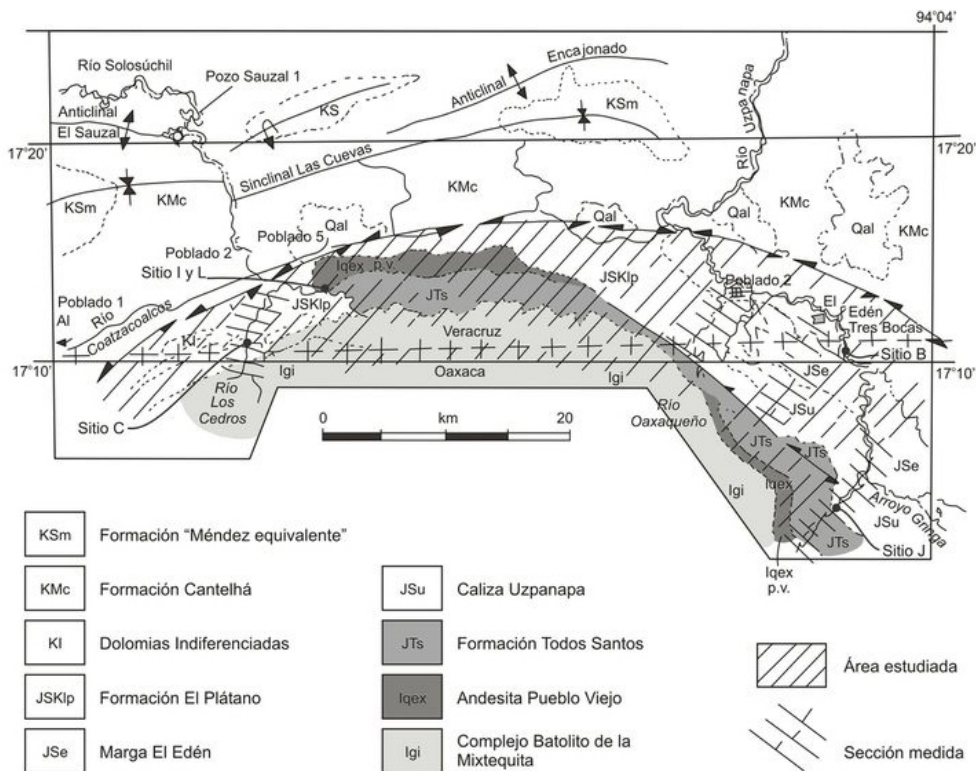


Figura 7. Mapa geológico del Área Río Solosúchil-Río Uzpanapa [parte centro-meridional del Istmo de Tehuantepec]. Se han destacado las no concordancias entre: (a) Complejo Batolito de la Mixtequita y la Andesita Pueblo Viejo. (b) La Andesita Pueblo Viejo y la Formación Todos Santos. [Se utilizó información de Hernández-García (1973), Quezada-Muñetón (1975), y Torres-Zamudio (1983)].

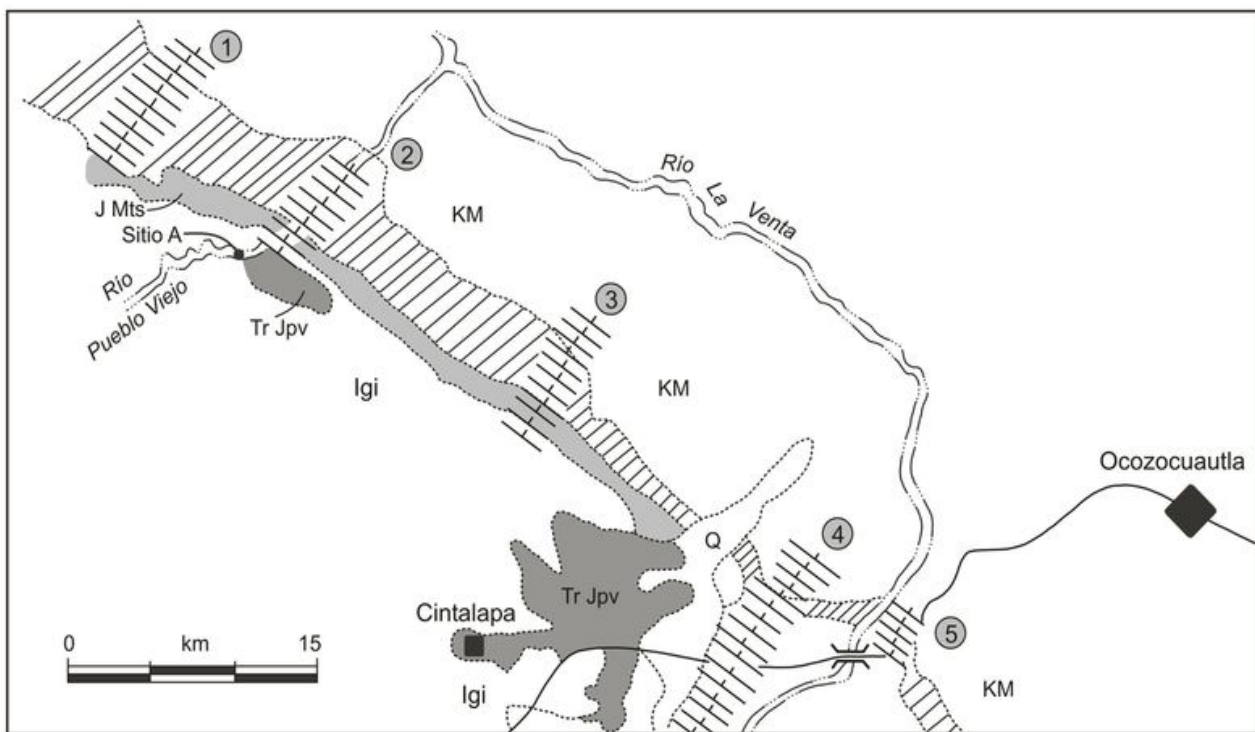


Figura 8. Mapa geológico del Área Río Pueblo Viejo-Río La Venta [Parte centro-meridional del Istmo de Tehuantepec]. Se ha destacado esto: (a) Ubicación de Secciones Litoestratigráficas Investigadas [1-5]. (b) La no concordancia entre la Andesita Pueblo Viejo y la Formación Todos Santos. Secciones: 1, Constitución. 2, Pueblo Viejo. 3, Francisco I. Madero. 4, Jiquipilas. 5, Las Flores. En achurado inclinado (a la derecha) se muestra el afloramiento de la Formación San Ricardo. Modificada de Quezada-Muñetón, 1983, Fig. 2.

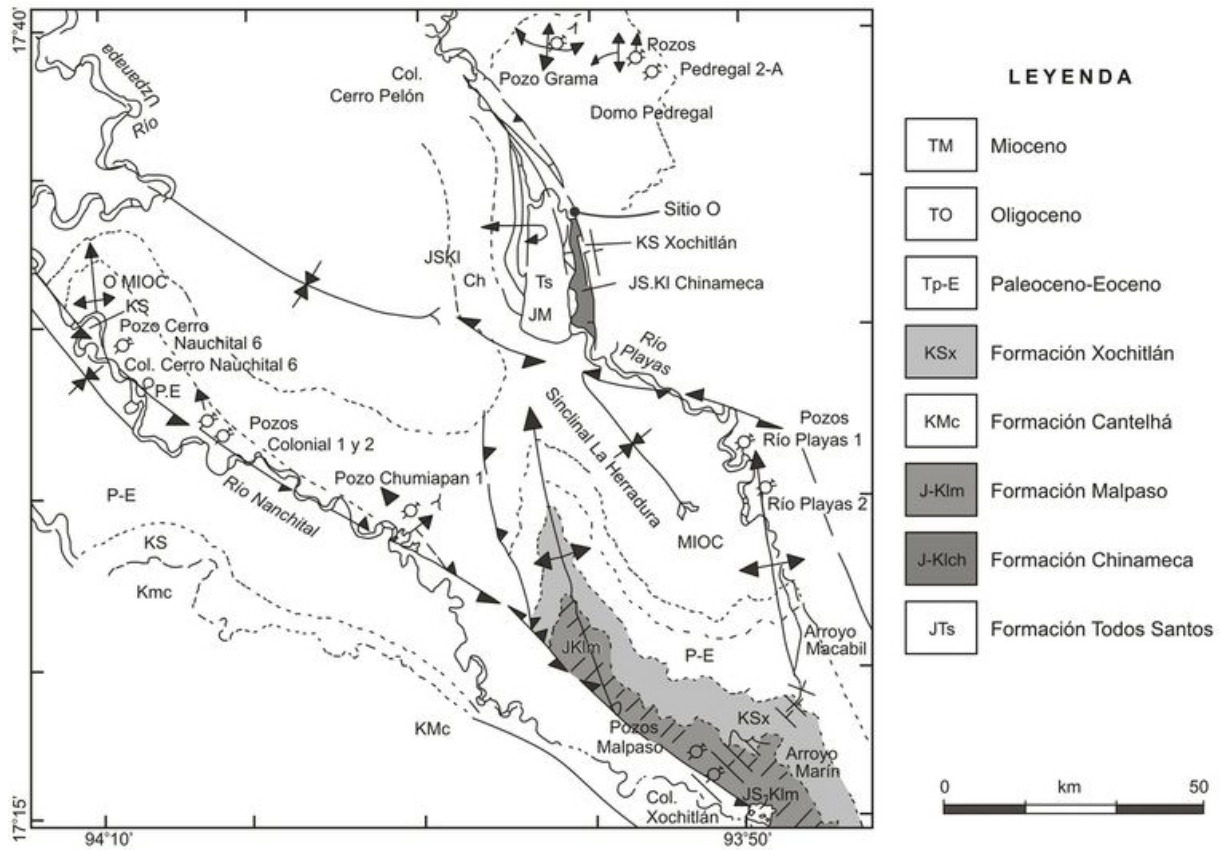


Figura 9. Mapa geológico del Área Nanchital-Río Playas [Istmo de Tehuantepec, parte septentrional]. Se han destacado las paraconcordancias entre estas Formaciones: (a) Chinameca y Xochitlán. (b) Malpaso y Xochitlán. Los Pozos Río Playas 1 [A] y Río Playas 2 [b], también están señalados. Modificada de Quezada-Muñetón (1977).

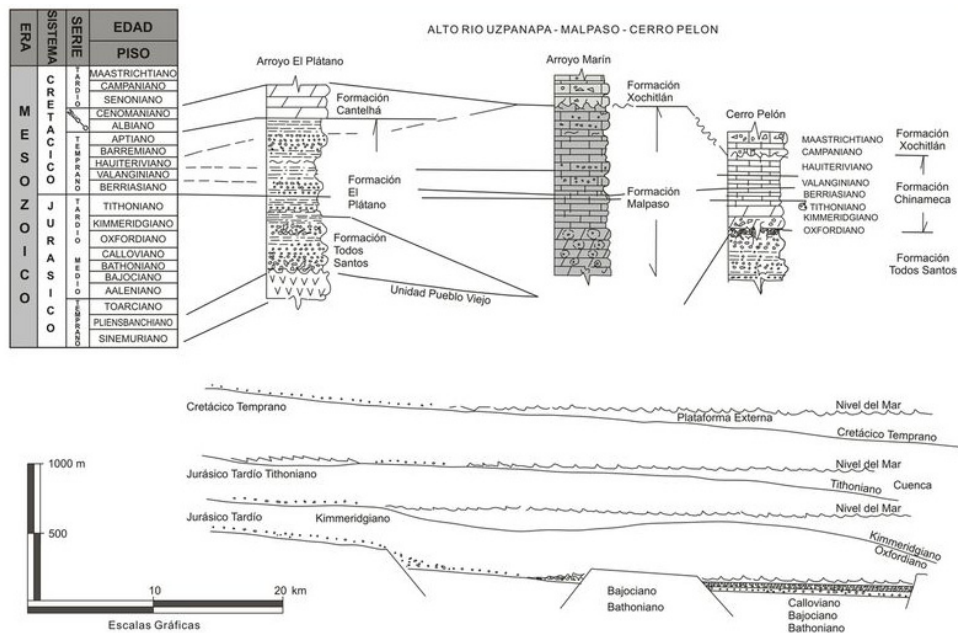


Figura 10. Correlación del registro litoestratigráfico en estas Áreas: Arroyo El Plátano [columna izquierda], Arroyo Marín [columna central], y Cerro Pelón [columna derecha]; las áreas se encuentran en el Istmo de Tehuantepec, zona septentrional. Se ha destacado la paraconcordancia entre las Formaciones Malpaso y Xochitlán. También se ilustra [parte inferior de la figura] el modelo de evolución deposicional propuesto para esta región durante el intervalo geocronológico Jurásico Tardío [Kimmeridgiano]-Cretácico Temprano [Hauteriviano].

La identificación de esta paraconcordancia ocurrió durante el levantamiento de las secciones estratigráficas situadas en el núcleo del Anticlinal El Amate, el cual está afallado en echelon, a causa de un evento de deformacional relacionado con el movimiento lateral izquierdo de la Falla Malpaso. Dichas Secciones son la del Arroyo Marín (al sur, Figura 1, Sitio M; y Figura 5), donde se encuentra la Localidad Tipo de la Formación Malpaso [Jurásico Tardío–Hauteriviano], y la continuidad de ésta hacia el norte, por el Arroyo Macabil (Figura 1, Sitio N; Figura 5), Localidad Tipo de la Formación Xochitlán [Campaniano–Maastrichtiano (Quezada-Muñetón, 1987)].

Esta paraconcordancia tiene una extensión regional. Si bien en estas secciones no se encuentra expuesta con claridad un contacto erosional entre las Formaciones Malpaso y Xochitlán [el aluvión y la densa vegetación cubren el terreno], sí puede demostrarse la ausencia estratos correspondientes al Cretácico Inferior [parte alta], y gran parte del Superior. Cabe destacar que la cima de la Formación Malpaso [constituido aquí por calizas densas margosas con tintínidos y *Nannoconus* sp de facies de mar abierto con influencia de flujos turbidíticos], confiablemente referible al Hauteriviano [Cretácico Temprano], subyace a la parte basal de la Formación Xochitlán [constituida por estratos turbidíticos y brechosos, intercalados por capas de caliza densa], la presencia de *Globo truncana* sp en los estratos de caliza, permite asignar cronológicamente esta unidad al Campaniano–Maastrichtiano [Cretácico Tardío].

Por otro lado, en los Pozos Colonial 1 y Cerro Nanchital 6 [ubicados al noroeste de las secciones mencionadas, 25 y 40 km respectivamente, atravesando bloques afallados también en echelon], se documentó esta discordancia a profundidades de 1,400 m en el primero y 590 m en el segundo. Otro tanto se observó en los Pozos Río Playas 1 y 2 [Figura 9], ubicados así mismo cerca de estas secciones. Cabe destacar que los datos del subsuelo validaron la identificación de esta paraconcordancia en superficie, a pesar de la escasez de afloramientos idóneos, lo cual ilustra plenamente como el enfoque riguroso y objetivo que inculcó la Dra. Alencáster a sus colaboradores de PEMEX, rindió fruto; otro tanto ocurrió con las otras paradiscordancias.

3.6. Gran Discordancia Formación Chinameca (Hauteriviano)–Formación Xochitlán (Campaniano–Maastrichtiano), Figuras 9. Esta discontinuidad geológica técnicamente es una paraconcordancia de extensión regional, es propia de las porciones central y norte de la Sierra de Chiapas; sin embargo uno de los sitios donde puede observarse mejor, es el flanco oriental (recumbente al oriente) del Anticlinal Cerro Pelón, Veracruz (Figuras 1, Sitio O, 5 y 9), el cual está situado inmediatamente al sur del poblado homónimo.

Otro sitio donde esta paraconcordancia puede apreciarse, es una localidad próxima al Rancho Echeverría (Figuras 1, Sitio P; y Figura 5); ahí está expuesta la Formación Xochitlán [Campaniano–Maastrichtiano, constituida por bioclastos brechosos y litoclastos andesíticos] sobreyaciendo la cima de la Formación Chinameca [Hauteriviano, constituida por estratos de caliza densa].

Es importante señalar que esta paraconcordancia se ha identificado en el subsuelo, mediante la perforación de los Pozos Pedregal, particularmente el Pedregal 2A, donde se le encontró a 1,380 m de profundidad; así mismo, se identificó esta paraconcordancia en los Pozos Río Playas 1 y 2 [perforados al norte de la Estructura El Amate]. En consecuencia, la extensión geográfica de esta multicitada paradiscordancia es de 2,500 km² por lo menos.

Esta discontinuidad geológica está íntimamente relacionado con reacomodos de diapiros salinos causados por reactivaciones de un arco andesítico, ocurridas en el Cretácico Temprano [Rodríguez-Correa (1979)], datos radiométricos inéditos]. Ello habría causado levantamiento de toda la porción media oriental de la Sierra de Chiapas, que se habría constituido en el área-fuente de las partes clásticas de la Formación El Plátano, así como del Miembro Arenoso de la Formación San Ricardo.

3.7. Gran Discontinuidad Formación Cantelhá (Albiano Tardío)–Formación Angostura (Campaniano–Maastrichtiano), Figura 11.

Esta discontinuidad geológica también es una paraconcordancia de extensión regional, reconocible en varios sitios (Figura 1, Sitios Q–U), entre ellos éstos: Sitio Q, Corte de la Carretera Oxchuc–San Cristóbal de las Casas, Chis., situado al sur de la primera. Sitios R y S, Cauces de los Ríos Uzpanapa y Chalchijapa (parte alta). Sitios T y U, Flancos oriental y septentrional del Batolito de la Mixtequita.

En la Sección Oxchuc, la Formación Cantelhá [Quezada-Muñetón (1976, 1984)] consiste de 835 m, de dolomías grises dispuestas en capas bien estratificadas de 20 hasta 200 cm de espesor, sobreyacidas por 45 m de lutita escasamente bentonítica, de color gris verdoso, con intercalaciones de estratos medios de *wackestone* y *packstone*, portadores de pelotillas, intraclastos y restos de ostrácodos, así como de foraminíferos bien preservadas referibles a *Valvulina* sp., *Nummuloculina* sp., *Favusella scitula*, *Calcisphaerula innominada* y *Nummuloculina heimi*, lo cual permite asignar esta unidad al Albiano Superior. Le sobreyacen 10 m de estratos laminares arcillosos, dolomitizados, intercalados por canales de corte y relleno e interdigitaciones arenosas. Estas capas constituyen la parte superior de la Formación

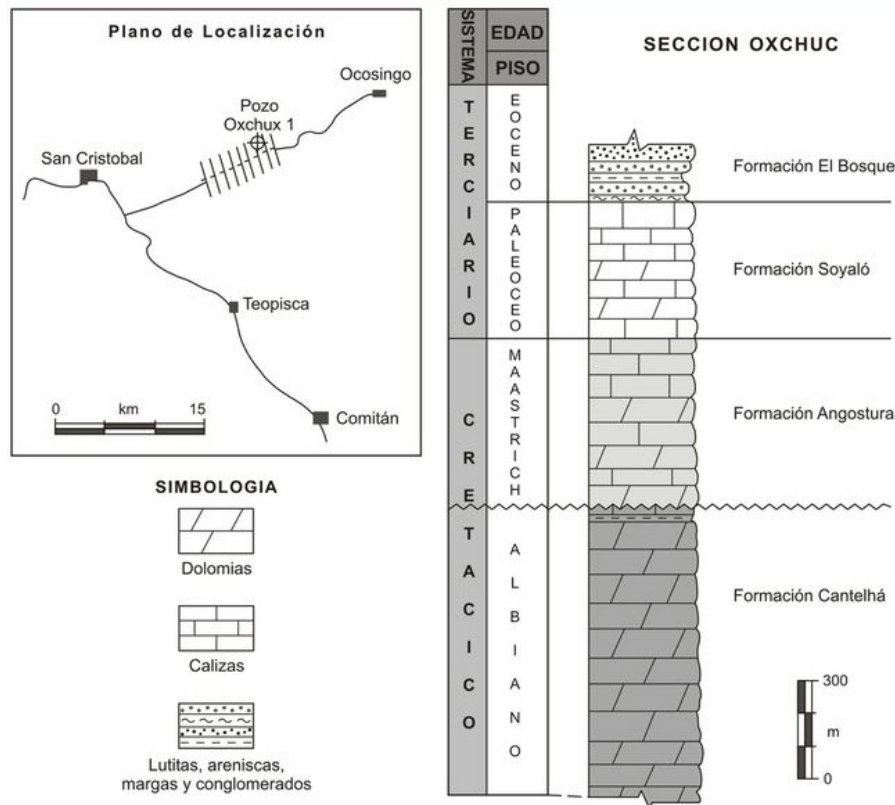


Figura 11. Columna litoestratigráfica de Oxchuc [Chiapas centro-septentrional]. Se ha destacado la paraconcordancia entre las Formaciones Cantelhá y Angostura. Modificada de Quezada-Muñetón (1987), Fig. 4.

Cantelha, y están sobreyacidas por los estratos gruesos de calizas dolomitizadas pertenecientes a la Formación Angostura [Campaniano–Maastrichtiano].

Esta paradiscordancia también se ha identificada en el subsuelo de la Sierra de Chiapas [expresada como una zona cavernosa con pérdida de fluidos de perforación], así como en el subsuelo de la Cuenca Mesozoica de Chiapas–Tabasco; ahí la secuencia Albiano-Senoniana está completa, aunque muestra adelgazamientos notables entre el Cenomaniano y Senoniano, como puede apreciarse en las Secciones Formación Jolpabuchil y Brecha Libertad (Quezada-Muñetón, 1984); tales adelgazamientos indican que aunque la sedimentación no se interrumpió, sí ocurrió inestabilidad tectónica acusada por la paraconcordancia. En el caso de la Sonda de Campeche, el acuñaamiento y/o ausencia de algunos pisos cretácicos, podría deberse a reacomodos diapíricos salinos; en el Campo Chic, esto es particularmente notable [Ángeles *et al.* (1994)].

Finalmente, conviene destacar que la significación regional de esta paraconcordancia es enorme: Por un lado, indicaría el tiempo durante el cual la Sierra de Chiapas habría estado emergida (*i.e.*, en condiciones subáreas), coincidiendo entonces con la *Fase Austríaca de Actividad Tectónica* [Carfentan (1976)] ocurrida en el Cenomaniano, y que de ser cierto esto, se habría extendido hasta el

Santoniano. Por otro lado, de acuerdo con Coney (1983), se podría considerar que esta paraconcordancia refleja cambios geodinámicos entre las Placas Kula y Farallón.

CONSIDERACIONES ADICIONALES

1. Orogénesis Laramide

La Deformación Laramide (75-35 m. a.), no afectó en forma significativa al Sureste de México, tal vez a causa del arreglo tectónico que tenían entonces [~Eoceno Medio] sus componentes principales; lo cierto es que sus efectos se registraron principalmente al occidente del Río Coatzacoalcos, generándose una serie de escamas tectónicas arqueadas (en forma de media luna) de este a oeste, asociadas a su vez con fallamiento transcurrente derecho, involucrando paquetes estratales muy deformados de las unidades litoestratigráficas “Méndez” [o su equivalente en esta región] y Cantelhá.

Otros efectos atribuibles a esta orogénesis son: (a) La formación del Anticlinal de Cerro Pelón [recumbente y orientado de norte a sur]. (b) En el centro y sureste de la Sierra ocurrió fallamiento y emersión parcial de la secuencia marina precenozoica y su basamento cristalino, que se constituyeron así en área-fuente de la Formación clástica El Bosque [~2,000 m de areniscas y conglomerados

filareníticos rojos, de edad mesoocénica (*cf.* Ferrusquía-Villafranca, 1996)]. (c) Sedimentación clástica [conglomerados y flujos turbidíticos] mesoocénica en la porción oriental de la Sonda de Campeche. (d) Ausencia de sedimentación oligocénica en una amplia zona de la Sierra, salvo en la Cuenca de Ixtapa [donde se depositó la Formación Arroyo Grande (~1,200-1,500 m de arcosa y cuarzo-filarenita fina (*cf.* Ferrusquía-Villafranca, 1996)].

2. Orogénesis Chiapaneca

La intensa deformación estructural de los Altos de Chiapas, expresada geomórficamente por sierras alargadas separadas por valles angostos, que reflejan plegamiento intenso, y fallamiento [tanto normal/inverso, como lateral (*i.e.*, a rumbo, transcurrente, o *wrench faulting*)] de la secuencia sedimentaria cretácica, y particularmente la terciaria, es un fenómeno conocido ya de antaño, y que se suponía había ocurrido en el Mioceno [*cf.* Sapper (1894a) y Müllerried (1957)]; de hecho, en función de la edad, se le parangonaba con la Orogénesis Índica, durante la cual se formó la enorme Cordillera Himalaya, y con la Fase Austriaca de la Orogénesis Alpina [*cf.* Carfantan (1976)].

Sin embargo, fue Sánchez-Montes de Oca (1979) quien propuso el término *Orogénesis Chiapaneca* para referirse a este evento, tectónico claramente diferente del Laramídico, y desde luego, lo asoció al extenso fallamiento transcurrente observado en la región [evidenciado y documentado ampliamente por el trabajo de los geólogos de PEMEX-Zona Sur], a la cual eventualmente designó Provincia de Fallas de Transcurrencia (*ibid.*). Lo significativo desde el punto de vista petrolero, es que durante este evento se originaron las trampas de hidrocarburos no sólo de la Sierra de Chiapas, sino también de la Cuenca Mesozoica Chiapas-Tabasco, y de la propia Sonda de Campeche. El principal efecto transpresivo aconteció probablemente en el Mioceno Medio, y poco después [~Mioceno Tardío], ocurrió la relajación energética asociada a eventos transtensivos, mediante los cuales la secuencia portadora de materia orgánica, quedó alojada en cuencas asociadas a fallamiento transformante que alcanza profundidades considerables, donde ocurren complejas reacciones termo-geoquímicas que transformaron dicha materia en hidrocarburos [*cf.* Nielsen and Sylvester (1995)].

Otros fenómenos geológicos asociados al evento tectónico Chiapaneco son: (a) La formación de estructuras de arrastre con producción de gas y aceite en las Cuencas terciarias del Sureste. (b) El diapirismo de sal. (c) Movimientos finales de fallamiento transcurrente [Plioceno Temprano? *cf.* Meneses-Rocha (1985); posición diferente, Ferrusquía-Villafranca (1996)].

ASPECTO GEOLÓGICO-PETROLERO

Se presenta aquí una comparación sobre la geología de principales yacimientos petroleros del país, destacando semejanzas y diferencias; al efecto se han utilizado entre otros, los estudios sintéticos de Camargo-Zanoguera y Quezada-Muñetón [1991], y González-García y Huguín-Quiñones [1992], así como información reciente de dominio público.

(a) Durante la Orogénesis Laramide, el relleno sedimentario de la Cuenca de Burgos quedó basculado hacia el este, depositándose después un gran volumen de material terrígeno, en el cual se desarrollaron sistemas de fallas lístricas, donde el componente arrastre [eocénico-miocénico], porta los entrapamientos de gas seco y húmedo, el cual a su vez, procede de estratos generadores intercalados en dicha sección.

(b) En Tampico-Misantla, la producción proviene de entrapamientos asociados a altos estructurales del basamento, directamente relacionados con la constitución y estructura de la columna litoestratigráfica. Es así que en los Campos Tamaulipas-Constituciones, los yacimientos se ubican en areniscas jurásicas. En Ébano-Pánuco, el yacimiento está asociado a pequeños arqueamientos y fracturas en las Formaciones Agua Nueva y San Felipe, ambas de edad cretácica tardía. En el Campo Arenque [marino], el yacimiento está relacionado a un alto del basamento, con trampas estratigráficas en las Formaciones San Andrés y Tamaulipas Inferior, en tanto que los estratos generadores son titonianos.

(c) En Poza Rica, los yacimientos se encuentran en montículos de las facies de talud de la Formación mesocretácica Tamabra. En el Campo Faja de Oro, el yacimiento está asociado con altos estructurales en las facies arrecifales de la Formación albiano-turoniana El Abra, los cuales progresaron sobre los bordes el Batolito de Tuxpan. En el Campo de San Andrés, el yacimiento ocurre en bancos oolíticos de la Formación kimmeridgiana San Andrés, depositados en el paleo-relieve abrupto desarrollado en el basamento cristalino formado por el Macizo de Teziutlán [del Paleozoico]; aquí los estratos generadores pertenecen a las Formaciones Jurásicas Tamán y Pimienta.

(d) Finalmente, en las Cuencas de Sabinas y del Papaloapan, los yacimientos asociados a estructuras laramídicas producen gas y aceite, pero en escasa cantidad, ya que los estratos generadores [pertenecientes a las Formaciones La Casita y Agua Nueva respectivamente], son de bajo potencial productor.

Por contraste, en el Sureste de México, la generación de hidrocarburos ocurrió posterior al evento tectónico mesomiocénico designado Orogénesis Chiapaneca, como

se mostró en el apartado respectivo. Ello fue posible, porque los estratos tardijurásico-cretácicos [y también los terciarios] portadores de materia orgánica, tanto de la Sierra de Chiapas como de la Cuenca Mesozoica de Chiapas y Tabasco [asociados más a concordancias que a las grandes discordancias descritas en este trabajo], quedaron sujetos a sepultamiento continuo, logrando así preservarse.

La excepción se da en las Áreas Malpaso, Cerro Pelón, y del Río Solosúchil, donde se documentaron las paraconcordancias Formación Malpaso-Formación Xochitlán y Formación Chinameca-Formación Xochitlán [*i.e.*, entre el Cretácico Inferior y el Superior], no se obtuvo producción de petróleo. Las causas probables de este hecho tienen que ver con que el nivel deposicional base de las cuencas respectivas, se mantuvo en una posición tan somera [sin llegar a la exposición subárea] durante un lapso considerable [~60 millones de años], que impidió la sedimentación “mesocretácica” y/o adelgazamientos notables en el Tithoniano, Berriasiano y Valanginiano.

SUMARIO Y CONCLUSIONES

1. Se manifiesta el benéfico influjo de la doctora Gloria Alencáster Ybarra en los Geólogos de PEMEX-Zona Sur, con quienes colaboró estrechamente por más de una década (1969-1980) en proyectos realizados en el Jurásico, Cretácico y Terciario (marino) de la Sierra de Chiapas; su acuciosidad y rigor científico les condujeron a mejorar significativamente su trabajo de campo y gabinete, así como a observar con gran cuidado la naturaleza, para no pasar desapercibida información potencialmente relevante.

2. Los resultados finales de estos estudios se reflejaron en una integración geológica local y regional confiable, que sirvieron tanto de base para marcar pautas en planos paleogeográficos regionales mesozoicos, como de hipótesis de trabajo en la proposición de localizaciones exploratorias con objetivo Cretácico-Jurásico (incluyendo perforación de pozos). La integración subsecuente de esta información [actualizada y verificada con estudios adicionales] con datos del subsuelo (muestras líticas y registros eléctricos diversos), e información geofísica local/regional, condujeron (1972) al descubrimiento de megayacimientos de aceite y gas en la llamada Cuenca Mesozoica de Chiapas-Tabasco, y subsecuentemente (1976) a los ubicados de la Sonda de Campeche, principal fuente de riqueza petrolera en las décadas finales del Siglo XX e iniciales del XXI.

3. En relación directa con estos estudios, se observaron, identificaron y caracterizaron, siete discontinuidades mesozoicas de extensión regional. La correspondiente al Complejo Macizo de Chiapas/Andesita Pueblo Viejo, parece reflejar la inestabilidad tectónica temprano-jurásica asociada al desmembramiento de Pangea, y desde luego

a la apertura del Golfo de México. La diversidad de hipótesis (modelos) sobre la configuración real de Pangea, y en particular de Gondwana Septentrional-Laurasia Meridional, y de los mecanismos tectónicos involucrados [*rifting* asociado a extensión o a transtensión], cinemática, profundidad cortical del fallamiento, y magmatismo asociado, impiden precisar si –como lo parece– el volcanismo que generó a la Andesita Pueblo Viejo, está directamente vinculado al origen del Aulacógeno de Huayacocotla.

4. Las discontinuidades geológicas Formación Paso Hondo/Formación Todos Santos, Batolito de la Mixtequita/Formación-Todos Santos, Andesita Pueblo Viejo/Formación Todos Santos, donde se aprecia en todos los casos, que ésta última incluye un conglomerado basal constituido por clastos derivados de la unidad subyacente [caliza paleozoica, granito y andesita] evidencian erosión/sedimentación *in situ*, y precluyen interpretar que tales unidades [y/o los bloques tectónicos formadas por ellas], y en último análisis la Sierra de Chiapas misma, hubiesen migrado del noroeste al sureste, a lo largo de una megafalla situada en la parte occidental del Golfo de México, como se propone en algunos modelos [*cf.* Pindell (1985)]

5. Las discontinuidades geológicas Formación Malpaso/Formación Xochitlán, y Formación Chinameca/Formación Xochitlán [detectadas en superficie, claro está], permitieron identificar en subsuelo, la discordancia relacionada con diapirismo salino reportada en los pozos Río Playas 1 y 2-A, Colonial 1, Cerro Nanchital 6 y Pedregal 2-A, perforados en las porciones central y septentrional de la Sierra de Chiapas. Alternativamente, se puede relacionar este evento, con las reactivaciones cretácico tempranas [*ca.* 128 + 3 Ma y 127 + 3 Ma], de la Andesita Pueblo Viejo; sin embargo tal reactivación no explicaría la falta de sedimentación barremiano-coniaciana.

6. La discontinuidad geológica Formación Cantelhá/Formación Angostura, tal vez evidencie un evento tectónico cretácico [*i.e.*, prelaramídico] mencionado por Carfantan (1976) y Coney (1983), relacionado con la geodinámica entre las Placas de Kula y Farallón, al cual el primero identificó con llamada “Fase Tectónica Austriaca.”

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Comité Organizador de las *Jornadas Paleontológicas Gloria Alencáster Ybarra*, la oportunidad de haber participado en este merecido homenaje a tan distinguida universitaria, así como la inclusión de este trabajo en la prestigiada revista *Paleontología Mexicana* [Nueva Época]; en particular manifiestan su reconocimiento al Dr. Sergio Cevallos Ferriz, por su comprensión y paciencia.

También agradecen al Dr. Juan Araujo Mendieta, por su lectura crítica a una versión temprana de este manuscrito, sus valiosos comentarios y sugerencias permitieron mejorarlo. Por otro lado, place también a los autores agradecer el apoyo del maestro José Ruiz González en todas las fases del proyecto.

Finalmente, pero no con menos emotividad, el primer autor expresa su gratitud a los ingenieros Ing. Javier Meneses de Gyves (q.e.p.d.) y José Santiago Acevedo (q.e.p.d.), en su momento altos funcionarios de Petróleos Mexicanos, por la autorización recibida para publicar el Informe Geológico 590 y sus anexos, así como otra información inédita propiedad de la Empresa.

BIBLIOGRAFIA

- ACSN, American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1961. Code of Stratigraphic Nomenclature. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 45(5), p. 645-665.
- ACSN, American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1970. Code of Stratigraphic Nomenclature, 2nd ed. American Commission on Stratigraphic Nomenclature, American Association Petroleum Geol., 22 p.
- Ángeles, A.F.J., Reyes, N.J., Quezada, M.J.M., Meneses, R.J.J., 1994. Tectonic Evolution, Structural Styles and Oil Habitat in Campeche Sound Mexico: Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies, v. 54, p. 53-62.
- Ashley, G.H., Cheney, M.G., Gould, J.J., Galloway, C.N., Hares, C.J., Howell, B.F., Levorsen, A.I., Miser, H.D., Moore, R.C., Reeside, J.B., Jr., Rubey, W.W., Stanton, T.W., Stose, G.W. and Twenhofel, W.H., 1933. Classification and nomenclature of rock units. Geological Society of America Bulletin, v. 44, p. 423-459.
- Blair, T.C., 1981. Alluvial fan deposits of the Todos Santos Formation of Central Chiapas, Mexico. University of Texas at Arlington, Master's Thesis, 131 p., inédita.
- Blair, T.C., 1986. Paleoenvironments, tectonic and eustatic control on sedimentation, regional stratigraphic correlation and the plate tectonic significance of the Jurassic-lowermost Cretaceous Todos Santos Formation and San Ricardo Formations, Chiapas, Mexico. University of Colorado, Boulder, Philosophy Doctor Dissertation, 251 p., unpublished.
- Blair, T.C., 1987. Tectonic and hydrologic control of cyclic, alluvial fan, fluvial and lacustrine rift basin sedimentation, Jurassic-lowermost Cretaceous Todos Santos Formation, Chiapas, Mexico. Journal of Sedimentary Petrology, v. 57(5), p. 845-862.
- Böse, E., 1905. Reseña acerca de la Geología de Chiapas y Tabasco. Instituto Geológico de México, Boletín 20, p. 22-25.
- Camargo-Zanoguera, A., y Quezada-Muñetón, J.M., 1991. Análisis Geológico-Económico de las Areas del Golfo de México con Posibilidades Petroleras. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 41(2), p. 1-32.
- Capellini, G., 1882 Résolutions concernant la nomenclature et le couleurs votes par le Congrès Geologique Internationale. Comptes Rendu de la 2me Session, Bologne, 1981, 196-198. Bologne, Imprimerie Fava et Garagnani.
- Carfantan, J.C., 1976. El Prolongamiento del Sistema Polochic - Motagua en el Sureste de México, Una Frontera entre dos Provincias Geológicas. Congreso Latinoamericano de Geología 3, Acapulco, México. Resúmenes, p. 27.
- Castro-Mora, J.T., Schlaepfer, C.J. y Rodríguez E.M., 1975. Estratigrafía y microfácies del Mesozoico de la Sierra de Madre del Sur, Chiapas. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, vol. 27(Nos. 1-3), p. 1-39 + 31 lams.
- Centeno-García, E., 2005. Review of Upper Paleozoic and Lower Mesozoic stratigraphy and depositional environments, Central and West Mexico: Constraints on terrane analysis and paleogeography. p. 233-258. In Anderson, T.H., Nourse, J.A., McKee, J.W. and Steiner, M.B., (Eds.). The Mojave Sonora Megashear Hypothesis: Development, Assessment, and Alternatives. Boulder: Geological Society of America, Special Paper 393, 712 p.
- CICS, Commission Internationale de Classification Stratigraphique, 1901. Rapport par E. Renevier. In Congrès Geologique internationale 8me Session Paris, Comptes Rendu, Fascicule 1, p. 192-203.
- CONCIT, 1981. Informe Geológico del Prospecto Figueroa, I.G.Z.S. 635. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur, inédito.
- CONCIT, 1982. Informe Geológico del Prospecto Puerta del Uzpanapa, I.G.Z.S. 662. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur, inédito.
- Coney, P., (1983). Un Modelo Tectónico de México y sus relaciones con América del Norte; Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, v. 15(1), p. 6-15.
- CRM, Consejo de Recursos Minerales, 1999. Monografía Geológica Minera del Estado de Chiapas. México: Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; Consejo de Recursos Minerales. 180 p.
- Damon, P. 1975 [Véase Salas, G.P., 1975].
- De la Llata Romero, R., Gutiérrez-Coutiño, R., Moreno, C. M., Buchelli, G. y Carfantan, J.C., 1979. Geología y Tectónica del Sudeste de México, principalmente del Norte de Chiapas [Zona Peñitas-Chicoasen-Itzanturi], Informe Final. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Oficina Regional del Sureste, Tuxtla Gutiérrez. Informe Final, 191 p texto, y nueve mapas esc. 1:50,000 [áreas rectangulares de 20' x 15'] de las Hojas Chapultepec, Chenalo, Copala,

- Copainalá, Fitutal, Quechula, Sayula, Simojovel, Soyaló, y Tuxtla Gutiérrez. Inédito.
- De la Rosa-Z, J.L., Eboli, M.A. y Dávila, S.M., 1989. Geología del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Comisión Federal de Electricidad [Subdirección de Construcción, Unidad de Estudios de Ingeniería Civil, Superintendencia de Estudios de la Zona Sudeste], Publicación Especial, viii + 192 p. texto, un mapa esc. 1-500,000. [Prácticamente inédita, porque es una publicación de circulación restringida a entidades gubernamentales]. [Cabe destacar que Mandujano-Velasquez y Vázquez-Meneses, 1998, la citan como "...Geología del Estado de Chiapas. CFE Ed. Harta S.A. de C.V. G-10. No se ha visto esta publicación].
- Dengo, G., 1973. Estructura geológica, historia tectónica y Morfología de América Central. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. México/Buenos Aires, Centro Regional de Ayuda Técnica, 52 p.
- Dunbar, C.O. and Rodgers, J., 1957. Principles of stratigraphy. New York: John Wiley and Sons, 356 pp.
- Estrada-Corona, J., Weber, B., Hecht, L., and Martens, U., 2007. Petrogenesis and P-T conditions of metamorphic rocks from the Chiapas Massif Complex in the Custepec Area, Chiapas, México. EOS, Transactions of the American Geophysical Union, v. 88, Supplement 23, AGU Joint Assembly, 2007.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1996 (1997). Contribución al Conocimiento Geológico de Chiapas: El Area Ixtapa-Soyaló. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 110, xi + 1 - 130 pp. 9 Figs. y 22 Láms.
- Ferrusquía-Villafranca, I., 1999(2000). Contribución al conocimiento Geológico de Oaxaca: El Area Laollaga-Lachivizá. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. de Geología, Boletín 111, 110 pp, 2 Tabs., 10 Figs. y 24 Láms.
- Ferrusquía-Villafranca, I., 1999. Reporte I (1998-1999) del Proyecto DGAPA-PAPIIT.IN-119198 Prospección geológico-paleontológico del Jurásico-Paleogeno continental del Sureste Mexicano. Parte A, pp i-vii +1-117, Tab.1, Figs. 1-26 y Láms I-XV. Parte B. p. i-vii +118-199, Figs. 27-36 y Láms XVI-XXXV. Adendum Fisiográfico: p 1-4, figs. 5-32.
- Ferrusquía-Villafranca, I., 2002. Basin and Range-like structure in the Central Depression of Chiapas, Mexico. Geological Society. America, Annual Meeting. Denver, Colo. 2002, Abstracts with Program, v. 34(6), p. 376.
- Ferrusquía-Villafranca, I., 2002. Reporte Técnico II del Proyecto CONACyT 32327-T: Prospección geológico-paleontológica del Jurásico-Neogeno Temprano continental del Sureste Mexicano. Vol. Único, pp i-v+ 1-85, Figs. 1-12 y Láms. L1-L12.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 2004. Lithostratigraphy and Structure of The Simojovel-El Bosque Area, West-Central Chiapas: A Contribution in Understanding the Cenozoic Geologic Evolution of Southeastern Mexico. Sociedad Geológica Mexicana, IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Juriquilla, Qro., Libro de Resúmenes, p. 123.
- Ferrusquía-Villafranca, I., 2006. The First Paleogene Mammal Record of Middle America: Simojovelhyus pocitosense ("Dichobunids", Artiodactyla). Journal of Vertebrate Paleontology, v. 26(4), p. 989-1001.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Applegate, S.P. and Espinosa-Arrubarrena, L., 1999(2000). First Paleogene Selachifauna of the Middle American-Caribbean-Antillean Region, La Mesa de Copoya, West Central Chiapas-Systematics and Paleontological Significance: México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana Ciencias Geológicas, v. 16, p. 155-174
- Ferrusquía-Villafranca, I., Applegate, S.P., and Espinosa-Arrubarrena, L., 2000. First Paleogene Selachifauna of the Middle American-Caribbean-Antillean Region, La Mesa de Copoya, West Central Chiapas-Geologic Setting: Idem., v. 17, p. 1-23
- Godínez-Urban, A., Molina-Garza, R.S., Geissman, J.W. and Warwrzyniec, T., 2011. Paleomagnetis of the Todos Santos and La Silla formations (sic), Chiapas; Implications (sic) for the opening of the Gulf of Mexico. Geosphere, v. 7(1), p.145-158.
- González-Alvarado, J., 1963. Exploración geológica del Área Tumbalá-Chilón, Chiapas. I.G.Z.S. 490. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur, p. 21-32, inédito.
- González-García, R. y Holguín. Quiñones, N., 1992. Rocas generadoras de México. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 42(1), p. 9-23.
- Gutiérrez-Gil, R., 1956. Geología del Mesozoico y Estratigrafía Pérmica del Estado de Chiapas. Congreso Geológico Internacional, 20ª. Sesión, México, D.F., Excursión C-15, p. 1-82.
- Hernández-García, R., 1973. Prospecto Alto Río Uzpanapa, Veracruz. I.G.Z.S. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur, inédito.
- Hinojosa-González, A., 1965. Levantamiento geológico del Área Chicomuselo. I.G.Z.S. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur, inédito.
- Kling, S.A., 1960. Permian fusulinids from Guatemala. Journal of Paleontology, v. 34(4), p. 637-655.
- López-Ramos, E., 1974. Geología General y de México. México, D. F. Publicada por el autor, 509 p.
- López-Ramos, E., 1979. Geología de México, Tomo III. México, D.F. Publicada por el autor, 446 p.
- Maldonado-Koerdell, M., 1953. Formaciones con fusulinidos del Permo-Carbonífero Superior de México. México, D.F.: Ciencia, v. 12, p.113-137.

- Maldonado-Koerdell, M., 1954. Nomenclatura, bibliografía y correlación de las formaciones arqueozoicas y paleozoicas de México. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. 6, p. 113-138.
- Mandujano-Velázquez y Vázquez-Meneses, 1996. Reseña bibliográfica y análisis estratigráfico de la Sierra de Chiapas. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, v. 45(1), p. 31-41.
- Meneses-Rocha, J.J., 1985. Tectonica Evolution of the Strike-Slip Province of Chiapas, Mexico. Master of Sciences Thesis, University of Texas at Austin, 315 p., inédita.
- Meneses-Rocha, J.J., 1990. Marco Tectónico y Paleogeografía del Triásico Tardío – Jurásico en el Sureste de México, *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, v. 39(2), p. 3-36.
- Michaud, F., 1987. Stratigraphie et Paleogeographie du Mesozoique de Chiapas [Sudeste de Mexique. Université de Paris. Thesis Doctorale, 321 p., inédita.
- Múgica, M.R., 1987. Estudio petrogenético de las rocas ígneas y metamórficas en el Macizo de Chiapas. Instituto Mexicano del Petróleo, Proyecto C-2009, inédito.
- Müllerried, F.K.G., 1957. La Geología de Chiapas. México, D.F. Ediciones del Gobierno de Chiapas, 180 p.
- Murillo-Muñetón, G., Anderson, J.L., and Tosdal, R.M., 1994. A new Grenville-age granulite terrane in southern Mexico. *Geological Society of America Annual Meeting, Abstracts with Programs*, v. 26(7), p. 48.
- NACSN, North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1983. North American Stratigraphic Code. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 67, p. 841-875.
- NACSN, North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 2005. North American Stratigraphic Code, Revised Edition. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, v. 89(11), p. 1-45. [Ver también <www.agiweb.org/nacsn>].
- Neuendorf, K.K.E., Mehl, J.P. Jr. and Jackson, J.A., (Eds.), 2005. *Glossary of Geology-Fifth Edition*, Alexandria, Virginia. American Geological Institute, 779 p.
- Nielsen, T.H. and Sylvester, A.G., 1995. Strike-slip basins. In Busby, C.J. and R. V. Ingersoll (Eds.), *Tectonics of sedimentary Basins*. Cambridge, Mass., p 425-457.
- Ortega-Gutiérrez, F., Mitre-Salazar, L.M., Roldán-Quintana, J., Aranda-Gómez-J., Morán-Zenteno, D., Alaniz-Alvarez, S., y Nieto-Samaniego, A., 1992. Carta Geológica de México, esc. 1:2,000,000. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México y Consejo de Recursos Minerales.
- Ortega-Gutiérrez, F., Solari, L.A., Ortega-Obregón, C., Elías-Herrera, M., Martens, U., Morán-Ical, S., Chiquín, M., Keppie, J.D., de León-Torres, R., y Schaaf, P., 2007. The Maya-Chortis boundary: A tectono-stratigraphic approach. *International Geology Review*, v. 49(11), p. 996-1024.
- Ortuño-Arzate, F., Valencia-Islas, J., Sassi, W., y Vanderbroucke, M., 1998. Modelado numérico de la migración de hidrocarburos en el Área Chiapas Tabasco. Proyecto de Investigación Instituto Mexicano del Petróleo-IFP, 274 p., inédito. [Este estudio fue propuesto por Felipe Ortuño Arzate al IMP como Proyecto Postdoctoral].
- Pantoja-Alor, J., Fries, C., Jr., Rincón-Orta, C., Silver, L. y Solorio-Munguía, G.J., 1974. Contribuciones a la Geocronología del Estado de Chiapas. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, v. 26 (4-6, Publicación Especial), p. 205-223.
- Petróleos Mexicanos, 1959–1988. *Petróleos Mexicanos Exploración y Producción, Informes Geológicos y de Pozos Exploratorios de autores varios. Archivos Técnicos de las Regiones Norte, Sur y Sureste*, inéditos.
- Pindell, J.L., 1985. Alleghenian reconstruction and subsequent evolution of the Gulf of Mexico, Bahamas, and Proto-Caribbean. *Tectonics*, v. 4(1), p. 1-39.
- Pompa-Mera, V., Schaaf, P., Solís-Pichardo, G., Hernández-Treviño, T., and Ortega-Gutiérrez, F., 2008. Devonian-Ordovician magmatism in Chiapas Massif, southern Maya Block. *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, v. 89, p. 53, Supplement to AGU 2008 Fall Meeting 2008.
- Quezada-Muñetón, J.M., 1975. Prospecto Cintalapa-La Ventosa, Chiapas-Oaxaca. I.G.Z.S. 590ª, *Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur*, inédito.
- Quezada-Muñetón, J.M., 1976. Prospecto Caimba-Lomas Tristes, Chiapas. I.G.Z.S. 707., *Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur*, inédito.
- Quezada-Muñetón, J.M., 1977. Informe Final del Prospecto Río Playas, Veracruz-Chiapas. I.G.Z.S. 725, *Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur*, inédito.
- Quezada-Muñetón, J.M., 1981. Prospecto Lacandona, Chiapas, I.G.Z.S. 741, *Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur*, inédito.
- Quezada-Muñetón, J. M., 1983. Las Formaciones San Ricardo y Jericó del Jurásico Medio – Cretácico Inferior en el SE de México. *Boletín Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, v. 35(1), p. 37–64.
- Quezada-Muñetón, J. M., 1984. El Grupo Zacatera del Jurásico Medio–Cretácico Inferior en la Depresión Istmica, 20 km al norte de Matías Romero, Oax. *Memorias de la VII Convención Nacional, Sociedad Geológica Mexicana*, p. 40–59.
- Quezada-Muñetón, J.M., 1987. El Cretácico Medio-Superior, y el límite Cretácico Superior-Terciario Inferior en la Sierra

- de Chiapas. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, vol. 39(1), p. 3-98.
- Quezada-Muñetón, J.M., 1992. El Jurásico Superior-Cretácico Inferior en el Borde Oriental del Batolito de la Mixtequita, en el noreste del Estado de Oaxaca. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 42(4), p. 24-33.
- Quezada-Muñetón, J.M., 2011. Gloria Alencáster y su influjo en la investigación geológica de Chiapas: Las discordancias mesozoicas de la Sierra de Chiapas y su significación regional, un ejemplo. Jornadas Paleontológicas Gloria Alencáster Ybarra [Programa y Resúmenes], p. 24-25.
- Quezada-Muñetón, J.M. y Meneses-Rocha, J.J., 1978. Prospecto Jesús Carranza, Veracruz. I.G.Z.S. 722, Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur, inédito.
- Raisz, E., 1964. Landforms of Mexico [map], 2nd. Corrected Edition, Cambridge, Mass., In Erwin Raisz Landforms maps.
- Richards, H.F., 1963. Stratigraphy of Early Cretaceous sediments in southeastern Mexico and western Guatemala. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, v. 47, p. 1861-1870.
- Rodríguez-Correa, A., 1979. Estudio radiométrico y distribución de las rocas extrusivas de la Unidad Pueblo Viejo en el borde occidental del Macizo de Chiapas. Instituto Mexicano del Petróleo, Proyecto C-1051, inédito.
- Salas, G.P., 1975. Carta y Provincias Metalogenéticas de la República Mexicana. Consejo de Recursos Minerales, Publicación 21-E, 242 p. y un mapa desplegado.
- Salvador, A., 1987. Triassic-Jurassic paleogeography and origin of the Gulf of Mexico Basin. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, v. 71, p. 419-457.
- Salvador, A. (Ed.), 1994 Second Edition. International Stratigraphic Guide. International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS International Commission on Stratigraphy. International Union of Geological Sciences and Geological Society of America, Inc. Boulder, 214 p.
- Sánchez, Montes de Oca, R., 1967. Informe Geológico del Área Suchiapa-Cintalapa, Chiapas., I.G.Z.S. 520. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur, inédito.
- Sánchez-Montes de Oca, R., 1969a. Estratigrafía y Paleogeografía del Mesozoico de Chiapas. México, D.F. Instituto Mexicano del Petróleo, Seminario sobre Exploración Petrolera, Mesa Redonda Número 5, p. 1-31. [Publicación Especial de circulación restringida, distribuida a los participantes].
- Sánchez-Montes de Oca, R., 1969b. Proyecto Mesozoico de Chiapas. I.G.Z.S. 536. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de Exploración Zona Sur, p. 26-58, inédito.
- Sánchez-Montes de Oca, R. (Coord.), 1978. Libro-Guía de la IX Excursión Geológica de la Zona Sur. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, 58 p., 4 mapas [uno esc. 1:2,000,000 y 3 esc. 1:1,000,000, y dos secciones estructurales esquemáticas, inédito.
- Sánchez-Montes de Oca, R., 1978(1979). Geología Petrolera de la Sierra de Chiapas. Sociedad Geológica Mexicana, IV Convención Nacional, México, D.F. Memoria, p. 67-97.
- Sánchez-Montes de Oca, R., Bartolini, A.C., Ángeles, A.F., Espinosa E.L, y Vélez, S. D., 1979. Geología de la Sierra de Chiapas. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 31(2-6), p. 67-96.
- Sánchez-Montes de Oca, R. y Tarango-Ortiz, G., 2005. Libro-Guía Sierra de Chiapas, Brigada de Geociencias, Entrenamiento de Campo 1. Instituto Politécnico Nacional y Petróleos Mexicanos, Abril 5-15, 2005, 38 p., inédito.
- Sapper, K., 1894a. Informe sobre la Geografía Física y la Geología de los Estados de Chiapas y Tabasco. Boletín de la Secretaría de Agricultura, Minería e Industrias, Año 3, Num. 9, p. 187-211.
- Sapper, K. 1894b. Grundzüge der Physikalischen Geographie von Guatemala. Ergänzungsheft 113, zu Petermanns Geographische Mitteilungen, Justus Perthes, Gotha, p. 1-59 mit 4 karten.
- Sapper, K., 1899. Ueber Gerbirgsbau und Boden der nordlichen Mittelamerika. Petermanns Geographische Mitteilungen, Gotha, v. 27, 119 p.
- Sapper, K., 1937. Mittelamerika: Handbuch der Regionalen Geologie. Heidelberg., Steinemann und Wilckens, 160 p.
- Schaaf, P., Weber, B., Weis, P., Gross, A., Ortega-Gutiérrez, F., and Hoehler, H., 2002. Chiapas Massif (Mexico) revised; new (sic) geologic and isotopic data and basement characteristics. Neues Jahrbuch fuer Geologie und Paleontologie Abhandlungen, v. 225(1), p. 1-23.
- SGM, Servicio Geológico Mexicano [Dirección electrónica del Léxico Estratigráfico de México: <www.sgm.gob.mx>]
- Steiner, M.B., 2005. Pangean reconstruction of the Yucatan Block: Its Permian, Triassic, and Jurassic geologic and tectonic history. p. 457-480. In Anderson, T.H., Nourse, J.A., McKee, J.W, and Steiner, M.B., (Eds.). The Mojave Sonora Megashear Hypothesis: Development, Assessment, and Alternatives. Boulder: Geological Society of America, Special Paper 393, 712 p.
- Thompson, M.L. and Miller, A.K., 1944. The Permian of southernmost Mexico and its fusulinid fauna. Journal of Paleontology, v. 18, p. 481-504.
- Torres-Zamudio, A., 1983. Estudio geológico del área entre los Río Solosúchil y Uzpanapa, Veracruz. I.G.Z.S. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General, Distrito de exploración Zona Sur, inédito.

- Vinson, L.G., 1962. Upper Cretaceous and Tertiary Stratigraphy of Guatemala. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, v. 46 p. 425-456.
- Weber B. (Ed.), 1998. The magmatic and metamorphic development of a segment of continental crust; Isotopic (sic) geochemistry and geochronology investigations of the Mixtequita Complex, southeastern Mexico. *Muechner Geologische Hefte. Reihe A, Allgemeine Geologie* v. 24, 175 p.
- Weber, B., Schaaf, P., Premo, W.R., Iriondo, A., Cameron, K., and Ortega-Gutiérrez, F., 2004. The igneous and metamorphic history of the Chiapas Massif; new (sic) insights from geochronology by SHRIMP and TIMS analysis. *International Geological Congress, 32nd Session, Venice, 2004, Abstracts 32, Part 1*, p. 799.
- Weber, B., Cameron, K., Osorio, M. and Schaaf, P., 2005. A Late Permian tectonothermal event in the Grenville crust of southern Maya Terrane; U-Pb zircon ages from the Chiapas Massif, southeastern México. *International Geology Review*, v. 47(5), p. 509-5029.
- Weber, B., Valencia, V.A., and Iriondo, A., 2006. Provenance ages of detrital zircon cores from paragneiss-anatexites; (sic) unraveling premetamorphic of the Permian Chiapas Massif, Mexico. *Geological Society. America, Annual Meeting. 2006, Abstracts with Program*, v. 38, No. 7, p. 409.
- Weber, B., Iriondo, A., Premo, W.R., Hecht, L., and Schaaf, P., 2007. New insights into the history and origin of the southern Maya Block, SE Mexico: U-Pb SHRIMP zircon geochronology from metamorphic rocks of the Chiapas Massif. *International Journal of Earth Sciences*, v. 96(2), p. 253-269.
- Weber, B., Valencia, V.A., Schaaf, P., Pompa-Mera, V., and Ruiz, J., 2008. Significance of provenance ages from the Chiapas Massif Complex (southeastern Mexico); redefining (sic) the Paleozoic basement of the Maya Block and its evolution in a peri-Gondwana realm. *Journal of Geology*, v. 116(6), p.6-19-639.
- Zavala, F.M., 1971. Estudio geológico del Proyecto Hidroeléctrico Cañón del Sumidero, Río Grijalva, Chiapas, México. *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, v, 23, p. 1-92.

APÉNDICE 1

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES, Y DELIMITACIÓN DE ÁREAS GEOGRÁFICAS

A. Agradecimiento Especial a los Geólogos de PEMEX-Zona Sur

Los resultados que se presentan en este trabajo, derivan de un extenso proyecto de investigación estratigráfica de detalle y semidetalle, desarrollado por PEMEX, en el cual uno de nosotros (Quezada) tuvo la oportunidad de participar ampliamente, así como de interactuar, intercambiar experiencias y conocimientos con numerosos colegas, enriqueciendo así la interpretación geológica de esta extensa, compleja y fascinante región.

Por ello se considera apropiado y merecido reconocer la colaboración amplia y decidida del personal de la Brigada de Exploración Geológica Superficial No. 4, Superintendencia General de Exploración de la Zona Sur, a cargo de Quezada. Así mismo, se agradece el valioso apoyo técnico de los ingenieros Fernando Villegas Russell, Melquíades Astudillo, Oscar Araujo Morales, Juan Manuel Ham Wong, Federico Galindo Becerril, Jorge Varela Santamaría, Javier Meneses Rocha, Maximiliano Jofre Garfias, y Fernando López Arriaga.

Place también agradecer al personal técnico del Laboratorio de Paleontología de la Zona Sur de Petróleos Mexicanos, integrado por los ingenieros Octavio López Gómez y Jaime Rubén Reynoso Cárdenas, los biólogos Ernesto Zavala Panza (q.e.p.d.) y Román Landeros Flores (q.e.p.d.) y Arnulfo Díaz Puebla. la realización de los estudios micropaleontológicos. Cabe destacar que los colegas citados [salvo el Ing. López Gómez], trabajaron

directamente en el Campamento de la Brigada, ayudando en la interpretación, y realizando trabajo de campo adicional para resolver dudas o muestrear localidades de las que se requería material suplementario.

B. Delimitación de áreas geográficas pertinentes a este trabajo, que fueron investigadas por los geólogos de PEMEX-Zona Sur

El trabajo estratigráfico-paleontológico que condujo al reconocimiento y caracterización de las grandes discontinuidades geológicas mesozoicas aquí reportadas, se realizó principalmente en estas áreas (Figura 1, Áreas 1-5): Área 1, Cintalapa–La Ventosa, 1972-1974. Objetivo: Definir las características estratigráficas y cambios de facies del Jurásico–Cretácico Temprano, en el Homoclinal de la Sierra de Chiapas. Área 2, Caimba-Lomas Tristes, 1975. Objetivo: El mismo propósito estratigráfico que el anterior en el frente norte de la Sierra de Chiapas, detallando el comportamiento y cambios de facies del límite Cretácico Terciario. Área 3, Jesús Carranza, Ver., 1976. Objetivo: Mapeo fotogeológico en el Istmo de Tehuantepec desde el borde del Macizo de Chiapas al sur hasta el occidente del Batolito de la Mixtequita al. Área 4, Prospecto Río Playas, Veracruz-Chiapas, 1977. Objetivo: Integrar el mapeo fotogeológico y el control estratigráfico del área al sur de los ríos Playas y Pedregal, hasta la Falla Transcurrente Izquierda Malpaso. Área 5, Lacandona, 1980-1981. Objetivo: El Cretácico–Terciario en las porciones central y oriental de la Sierra de Chiapas.

APÉNDICE 2

COMENTARIOS SOBRE EL *STATUS* TAXONÓMICO-NOMENCLATORIAL DE LAS UNIDADES IMPLICADAS EN LAS DISCONTINUIDADES GEOLÓGICAS REPORTADAS EN ESTE TRABAJO

Atendiendo el hecho de que la evaluación de cualquier unidad litoestratigráfica [*geologic rock unit* o su equivalente en otros idiomas] formalmente propuesta (o por lo menos publicada y utilizada repetidamente), debe hacerse en función de la normatividad aceptada (y/o disponible) por la comunidad geológica interesada en el tiempo (año) en que se publicó tal unidad. En el caso de las unidades de este tipo, propuestas y/o utilizadas en la descripción geológica de la región llamada Sierra de Chiapas, la normatividad aplicable particular, dependerá del año en que la unidad o unidades en cuestión haya(n) sido publicada(s), según se señala a continuación:

(a) Unidades publicadas antes de 1933: Normatividad propuesta por la Comisión Internacional de Estratigrafía, publicadas en el Congreso Geológico Internacional, Sesiones 1880-1932 [Capellini (1882), CICS (1901)]. (b) *Idem* intervalo 1933-1960: El Ashley Code (Ashley *et al.*, 1933). (c) *Idem* intervalo 1961-1969: Código Americano de Nomenclatura Estratigráfica (ACSN, 1961). (d) *Idem* Intervalo 1970-1982: Código Americano de Nomenclatura Estratigráfica, Edición Corregida (ACSN, 1970). (e) *Idem* Intervalo 1983-2005: North American Stratigraphic Code (NACSN, 1983). Con esto en mente, se evalúan las unidades litoestratigráficas involucradas en las discontinuidades geológicas consideradas, siguiendo el orden en que fueron tratadas.

3.1 Gran Discontinuidad Complejo Macizo de Chiapas (Proterozoico Tardío-Paleozoico Temprano y Medio)–Andesita Pueblo Viejo (Jurásico Temprano).

Complejo Macizo de Chiapas. El término macizo hace referencia a un rasgo topográfico o estructural, particularmente en fajas orogénicas comúnmente está formado por cuerpos rocosos más rígidas que aquellos de los alrededores; tales cuerpos pueden ser basamento cristalino emergido, consolidado durante eventos orogénicos previos, o son plutónicos más jóvenes [*cf.* Neuendorf *et al.* (2005)]. En el caso del Macizo de Chiapas, la aplicación de dicho término es satisfactoria en sus implicaciones geomórfica, estructural y tectónica, pero no así en la estratigráfica, ya que no corresponde a ninguna de las clases de unidades geológicas (*i.e.*, cuerpos de roca) reconocidas internacionalmente [*e.g.* Salvador (1994), NACSN (2005)]. Sin embargo, este es el uso que con más frecuencia ha recibido esta “unidad” [*e.g.* Sapper (1894), Gutiérrez-Gil (1956), Müllerried (1957), López-Ramos (1979), de la Rosa *et al.* (1989), CRM (1999), Weber *et al.* (2004), Pompa-Mera *et al.* (2008)].

El trinomio *Complejo Macizo de Chiapas*, utilizado muy poco [*e.g.* Estrada-Corona *et al.* (2007), Weber *et al.* (2008)], satisface parcialmente la condición anterior, haciendo de una entidad estructural/tectónica, una estratigráfica, particularmente una litodémica [NACSN (2005, Art. 31)]; sin embargo, quienes lo han utilizado, no han hecho una propuesta formal, ni satisfecho los requisitos del caso [NACSN (2005, Arts. 31 *et seq.*)]. Cabe destacar que las unidades litodémicas, al igual que todas las unidades materiales establecidas en la Guía Estratigráfica o en el Código [Salvador (1994) y NACSN (2005) respectivamente], tienen nombres binomiales no trinomiales; tal vez el término *Complejo Chiapaneco* podría resolver esto. Nosotros no lo proponemos aquí, y utilizamos la expresión Complejo Macizo de Chiapas, por ser este el único disponible que trata a la unidad en un contexto estratigráfico apropiado; pero estamos conscientes de que se trata de una unidad informal.

Como se indicó previamente, se han reportado edades muy diversas para este Complejo; aquí mencionaremos sólo algunas, agrupándolas en Precámbricas, Paleozoicas y Mesozoicas. Entre las primeras se incluyen entre otras: Pantoja-Alor *et al.* [1974, edades tardi-proterozoicas 780-702 Ma], Damon, P. [in Salas (1975), edades tardi-proterozoicas: 720 ±10 Ma, y 610 ±10 Ma, 606 ±30 Ma]. Weber *et al.* [2005, 2007], edades proterozoicas grenvillianas: 1.0-1.2 Ga or 1.4-1.5 Ga]. Edades Paleozoicas: Damon, P. [in Salas (1975), edad pérmica: 280 Ma], Schaaf *et al.* [2002, edad tardiproterozoico-cámbrica: 507 ± 97 Ma], Steiner [2005, edad pérmica 231 ± 7 Ma]. Edades Mesozoicas: de la Rosa *et al.* [1989, 158 ± 9 Ma], [*idem* CRM (1999)].

Andesita Pueblo Viejo. Sánchez-Montes de Oca (1967) reportó y describió derrames lávicos andesíticos pre-Todos Santos y post-Macizo de Chiapas, designándolos en conjunto Andesita Pueblo Viejo. Subsecuentemente Quezada-Muñetón (1975), Quezada-Muñetón y Meneses-Rocha (1978), y CONCIT (1981, 1982) entre otros, reconocieron y describieron esta unidad en distintas partes del Istmo de Tehuantepec [zona meridional], empero todos los trabajos mencionados son Informes Técnicos inéditos propiedad de PEMEX. De hecho, al presente [2011], no existe publicación alguna donde esta unidad haya sido formalmente propuesta [incluido Meneses-Rocha (1990), que satisfaga algunos requisitos del caso], *i.e.*, donde el(los) autor(es) se atengan y satisfagan lo previsto en la normatividad vigente entonces o ahora [ACSN (1970), NACSN (1983, 2005), secciones referentes a unidades

litoestratigráficas], por lo cual a pesar de su amplia utilización y significación geológica, la *Andesita Pueblo Viejo* permanece como una unidad informal.

Por otro lado, también existe cierta discrepancia en las relaciones estratigráficas de la *Andesita*. La posición mayoritaria (suscrita aquí) es que ésta sobreyace mediante una no concordancia al Complejo Macizo de Chiapas, y subyace de la misma manera a la Formación Todos Santos. La otra posición considera que la *Andesita Pueblo Viejo* es parte (basal) de la Formación Todos Santos [cf. CONCIT, 1981, 1982]. El hecho de que no haya continuidad de afloramientos entre los sitios investigados [por lo menos algunos], podría significar que hay dos o más “*Andesitas Pueblo Viejo*,” cada una con sus propias relaciones espaciales. En fin, sólo trabajo adicional multidisciplinario de detalle, podría zanjar la diferencia.

Finalmente, se han obtenido diferentes edades isotópicas de muestras procedentes de la *Andesita Pueblo Viejo s.l.*, entre otras éstas: Quezada-Muñetón [1975, edad kimmeridgiano-tithoniana 148 ± 6 Ma], Rodríguez-Correa [1979, edades aaleniano-hautherivianas entre 169 ± 4 Ma y 127 ± 3 Ma]. Cabe destacar que Godinez-Urban *et al.* [2011] fechan a la Formación Silla (pórfido andesítico en el área de la Finca Custepeques (pocos kilómetros al noroeste de Angel Albino Corzo) con una edad toarciana de 191 ± 3 Ma, y la correlacionan con la *Andesita Pueblo Viejo*.

3.2. Gran Discordancia Formación Paso Hondo (Pérmico)–Formación Todos Santos (Jurásico Medio).

Formación Paso Hondo. La presencia de cuerpos estratales paleozoicos marinos en el Sureste de Chiapas [Área Chicomuselo-Ciudad Cuauhtemoc], fue reconocida primero por Sapper [1894a, 1899], quien las asignó al Pérmico, e indicó que estaban formadas por calizas muy duras, oscuras, portadoras de una rica fauna, pero no propuso ninguna unidad geológica formal [sensu la normatividad y nomenclatura vigentes entonces: Resoluciones del IGC Second Session, Bologna, 1881; Capellini (1882)], para incluirlas. [Cabe destacar que entonces los términos *formación* y *grupo* tenían una significación lito- y cronoestratigráficas combinada, muy diferente de la actual (cf. NACSN, 2005)].

Las observaciones de Sapper fueron confirmadas por Böse (1905). Posteriormente, Thompson and Miller [1944] subdividieron el Pérmico en tres Formaciones (sensu Ashley *et al.* (1933), a saber y en orden ascendente: Formación Gruperá, Formación Vainilla, y Formación Paso Hondo. Estos investigadores estaban más interesados en la fauna fósil, particularmente los fusulínios, por lo cual, los límites físicos entre ellas (graduales más bien que abruptos), tuvieron menos valor en la diferenciación

estratigráfica, que el alcance de los taxa fósiles utilizados para distinguirlas. En suma, esos autores cumplieron la normatividad del caso [Ashley *et al.* (1933, Arts. 3-9)], y deben considerarse válidamente descritas.

A pesar de la dificultad mencionada, tales formaciones fueron utilizadas ampliamente para describir el Paleozoico del Sureste Mexicano [cf. Maldonado-Koerdell (1953, 1954; por cierto que él llamó a la Formación Paso Hondo como *Formación Paseo Hondo*, error repetido después por Kling), Gutiérrez-Gil (1956), Müllerried (1957), y Kling (1960) entre otros]. En trabajos detallados de PEMEX-Zona Sur, en algunos casos no se le pudo diferenciar, incluyéndoseles entonces en el Sistema Pérmico Indiferenciado [cf. Hinojosa (1965)]. Aunque esta postura no ha prevalecido, sí ha puesto de manifiesto la necesidad de redefinir estas unidades utilizando criterios más modernos o precisos [cf. NACSN (2005, Art. 17)].

Formación Todos Santos. También fue propuesta por Sapper [1894b, p. 8], para designar a una secuencia clástica continental roja [conglomerado clasto-soportado [*framework type conglomerate o clast-supported*], de composición lítica –metamofitas y plutonitas félsicas-areniscas subarkósicas, y limolitas cuarzo-argilíticas], expuesta en los alrededores de la Villa Todos Santos de las Cuchumatanes, Departamento de Huehuetengo, Guatemala occidental. Podría decirse que la propuesta de Sapper, se atuvo en lo general a la normatividad vigente [Resoluciones del IGC, Segunda Sesión, Bolonia, 1881].

Subsecuentemente se ha reconocida esta unidad en Honduras [cf. Sapper (1937), Dengo (1973)] y México [cf. López-Ramos (1979, Fig. XIV-11)], particularmente en Chiapas y regiones ístmicas de Oaxaca y Veracruz [cf. Böse (1905), Gutiérrez-Gil (1956), Müllerried (1957), Vinson (1962), Richards (1963), Sánchez-Montes de Oca (1967, 1969), Zavala (1971), Quezada (1975, 1978, 1992), Blair (1986), Ferrusquía-Villafranca (2002), Sánchez-Montes de Oca y Tarango-Ortíz (2005)]. En Chiapas ocupa una amplia faja en la Depresión Central, y se extiende hasta el Istmo de Tehuantepec. El esfuerzo principal de reconocimiento y descripción, lo desarrolló PEMEX-Zona Sur, cuyos resultados quedaron plasmados en numerosos Informes Técnicos, infortunadamente inéditos.

Dado que el Área Tipo de esta unidad se encuentra en Guatemala, se han propuesto en México Secciones Principales de Referencia, que fungiesen como un sucedáneo formal de Sección Tipo, e.g. Cerro Encantado Chis., al sur franco del Poblado Jiquipilas (Richards, 1963), que es hasta ahora la única formalmente propuesta [cf. ACSN (1961, Art. 13, Remark (a))]. Por otro lado, lo bien conocida que está en lo general esta unidad [incluyendo su constitución, distribución espacial y relaciones

estratigráficas] conducen a considerarla como válidamente descrita, como se señala en el *Léxico Estratigráfico de México* [SGM, (www.sgm.gob.mx)]. En nuestra opinión, dada la diversidad lítica y espesor considerable de la Formación Todos santos, sería muy conveniente proponer Secciones de Referencia adicionales [cf. NACSN (2005, Art. 22, Obs. (b))] donde estuviera mejor expuesta, para ilustrar mejor su diversidad composicional y relaciones particulares.

En el sureste de Chiapas, como se indicó ya, esta unidad subyace discordantemente a la Formación Mal Paso; en otros sitios, se le ubica sobreyaciendo en no concordancia a la Andesita Pueblo Viejo [o sus equivalentes fuera del Istmo]; sin embargo, también se ha documentado su contacto por falla con el Complejo Macizo de Chiapas [área de Ángel Albino Corzo y alrededores, por lo menos desde la Finca Tuxtepeques hasta Francisco y Madero, cf. Ferrusquía-Villafranca (2002)], la significación de este hecho no ha sido bien establecida aún, y podría relacionarse al Evento Tectónico Laramídico, aunque parece más probable con el Evento Chiapaneco. En todo caso, esta cuestión merece investigarse más. Finalmente, el problema de la edad de la Formación Todos Santo, ya fue discutido.

3.3. Gran Discontinuidad Batolito de la Mixtequita (Proterozoico Tardío Paleozoico Temprano y Medio)—Formación. Todos Santos (Jurásico Medio).

Complejo Batolito de la Mixtequita. Batolito es un cuerpo plutónico con una extensión superficial de 100 km² por lo menos [Neuendorf *et al.* (2005)], el de la Mixtequita tiene una superficie de ~165 km², está formado por leucogranito, tonalita, así como volúmenes menores de metamorfitas de alto grado [del Proterozoico], y edad general permo-triásica [cf. Múgica (1987), Weber *et al.* (1998)]; comúnmente se le interpreta como un segmento separado del Complejo Macizo de Chiapas [cf. Quezada-Muñetón (1992)], con la diversidad geocronológica que ello implica. En todo caso, un batolito no corresponde a ninguna de las clases de unidades estratigráficas internacionalmente reconocidas [e.g. Salvador (1994), NACSN (2005)], por lo cual su utilización aquí, es más que informal, porque el término Complejo Batolito de la Mixtequita ni siquiera se le ha propuesto, y nosotros lo utilizamos simplemente para poder tratarlo como una unidad litodémica informal [cf. NACSN (20205, Art. 31)]. Nótese que la mera utilización o mención del trinomio *Mixtequita Batholith Complex* [e.g. Weber (1998)], no constituye una proposición formal.

Formación Todos Santos: Fue considerada ya.

3.4. Gran Discontinuidad Andesita Pueblo Viejo (Jurásico Temprano Temprano) - Formación Todos Santos

(Jurásico Medio).

Andesita Pueblo Viejo: Fue considerada ya.

Formación Todos Santos: Fue considerada ya.

3.5. Gran Discontinuidad Formación Malpaso (Hauteriviano)—Formación Xochitlán (Campaniano-Maastrichtiano).

Formación Malpaso. Quezada-Muñetón [1977] propuso designar así a una secuencia calcárea densa, margosa asociada a calcilititas oscuras, portadora de microfauna típicamente hauteriviana, interpretada como depositada en un ambiente alejado de la costa [*offshore deep facies*], que aflora en las cercanías de la Presa Netzahualcoyotl [ahora Presa Malpaso, señalando como Localidad Tipo al Arroyo Marín, donde existe una sección muy bien expuesta. Subsecuentemente, Sánchez-Montes de Oca [1978, p. 77] en su integración geológica de la Sierra de Chiapas, la menciona y señala su posible extensión regional. Dado que la proposición de la Formación Malpaso no se ciñe a la normatividad vigente entonces [ACSN (1970, Arts. 22-24)], ni ha sido formalmente propuesta al presente, se sigue que su *status* taxonómico-nomenclatural es informal.

Formación Xochitlán. Sánchez-Montes de Oca [1969] describe una secuencia de brechas calcáreas, arenisca, micrita, marga, y conglomerado calcilitítico, ubicada en las cercanías de la Presa Malpaso —entonces Presa Netzahualcoyotl—designándola *Formación Méndez Equivalente*, la cual fue ubicada en el Maastrichtiano Inferior por Castro-Mora *et al.* [1975]. Posteriormente -1976 y 1981- Quezada Muñetón reinvestigó el área, concluyendo que dicha secuencia constituye una unidad litoestratigráfica no descrita, lo cual establece formalmente en 1987, ciñéndose a lo previsto en la normatividad vigente [cf. NACSN (1983, Arts. 22-24, y 30)], salvo en algunos aspectos [e.g. designación del estratotipo de unidad [Art. 8(a)]; esta unidad fue designada Formación Xochitlán. En virtud de lo anteriormente expuesto, se considera que el *status* taxonómico de esta unidad es formal.

3.6. Gran Discontinuidad Formación Chinameca (Hauteriviano)—Formación Xochitlán (Campaniano-Maastrichtiano).

Formación Chinameca. Quezada-Muñetón [1977] designó así a una secuencia de calizas micríticas densas, de color gris moderadamente oscuro, dispuesta en estratos medianos a gruesos, portadora de microfauna hauteriviana, que aparece expuesta en las inmediaciones de Cerro Pelón, Veracruz, y también en las cercanías de Rancho Echeverría (misma zona), de la misma región. En la integración que hace Sánchez-Montes de Oca sobre la geología de la Sierra de Chiapas (1978), la menciona, e indica su posible extensión regional y significación petrolera. Cabe destacar, que como

la proposición de esta unidad no se ciñó a lo establecido en la normatividad vigente entonces [ACSN (1970, Arts. 22-24)], ni ha sido formalmente propuesta desde entonces, su *status* taxonómico-nomenclatural es informal.

Formación Xochitlán: Fue considerada ya.

3.7. Gran Discontinuidad Formación Cantelhá (Albiano Tardío)–Formación Angostura (Campaniano-Maastrichtiano).

Formación Cantelhá. González-Alvarado [1963] propuso subdividir la Formación Sierra Madre, en dos miembros, al inferior lo designó Caliza Cantelhá [una plataforma calcárea de edad albiano-cenomaniana], y al superior lo llamó Caliza Jolpabuchil [secuencia calcárea micrítica gris, de “cuenca” y edad turoniano-santoniana]. Posteriormente Sánchez-Montes de Oca [1969] define el Miembro Cintalapa [una plataforma calcárea de edad turoniano-santoniana sensu Castro-Mora *et al.* (1975)] de esta misma formación; subsecuentemente, este mismo autor la eleva a rango de grupo [Sánchez-Montes de Oca (1978)], constituido por las Formaciones Cantelhá, Jolpabuchil y Cintalapa. Cabe destacar que ninguna de estas propuestas, se ciñó a lo establecido en la normatividad vigente [ACSN (1961, Arts. 4-16), (1970, Arts. 4-16)], por ello, en general no se aceptaron fuera del ambiente profesional petrolero [*cf.* López-Ramos, 1974, 1979].

Finalmente, Quezada-Muñetón [1987] subsana esta deficiencia en lo concerniente al Grupo Sierra Madre y a las Formaciones Cantelhá y Jolpabuchil, ateniéndose

a lo establecido en la normatividad vigente [*cf.* NACSN (1983, Arts. 22-24, y 30)], aunque quedaría abierta a cuestionamiento, la satisfacción de algunos requisitos [*e.g.* demostración de que obedece a un propósito [Art. 4(a), designación de estratotipo de unidad o de sección tipo (Art. 8)]. Sin embargo, como en lo general se satisfacen los requisitos del caso [implícita o explícitamente], se consideramos que esta unidad tiene un *status* formal, y diferimos de la evaluación presentada para esta formación en el Léxico Estratigráfico de México [www.sgm.gob.mx].

Formación Angostura. Sánchez-Montes de Oca [1969a-b] propuso el término para designar una secuencia calcárea –de plataforma– que aflora en las cercanías de la Presa Angostura [sita sobre el Cauce del Río Grijalva en la Depresión Central, Chiapas]. Dicha propuesta no se ajusta a la normatividad aceptada [ACSN (1961, Arts. 4-7)], especialmente en esto: (a) Medio de publicación, un reporte privado, restringido e inédito. (b) No se describe la Sección Tipo. (c) Dicha sección está cubierta por la Presa de la angostura, y convendría proponer una Sección de Referencia. (d) Discriminación cartográfica insatisfactoria [en un mapa escala ~1:805,000. (e) Descripción insuficiente. Posteriormente, Quezada-Muñetón (1987) subsana en lo general estas deficiencias, y describe esta formación de acuerdo con la normatividad vigente [NACSN (1983, Arts. 22-27)], salvo en algunos aspectos del mismo [*e.g.* Art. 3(i), explicitar “la intención designar ... una unidad formal”)]. En nuestra opinión, lo argumentado permite considerar que la Formación Angostura tiene un *status* taxonómico-nomenclatural formal.
