

La reactivación petrolera: Sus áreas y cuencas. Recuento y descripción. Un esfuerzo de apoyar el estudio de sus impactos regionales

Fabio Barbosa Cano¹

Cualquiera que sea el desenlace de la llamada Reforma Energética, sea que la apertura se logre o que continúen las restricciones al capital privado, ya se encuentra en curso una reactivación de la actividad petrolera, desde luego en las ramas de exploración y producción. La declinación de Cantarell está impulsando un conjunto de proyectos de exploración, de desarrollo de nuevos campos, de reactivación de otros; en todos los casos ensayando nuevas tecnologías, por lo anterior, por la extensión geográfica y los volúmenes de las inversiones adelantadas, puede afirmarse que en este país se ha iniciado un nuevo y peculiar periodo de la actividad petrolera.

El objetivo de esta ponencia es formular un recuento de las cuencas, áreas y campos en donde la reanimación se está desarrollando; describir brevemente los programas en ejecución, especialmente los resultados ya obtenidos. **El autor considera que este esfuerzo podría apoyar los estudios de sus impactos regionales.**

La nueva inserción de Pemex en el orden petrolero mundial condiciona la reanimación **orientándola** a la rama de las actividades primarias: la exploración y la producción. Las labores que en ellas se desarrollan son la construcción de brechas, que permitan el acceso a las áreas que serán exploradas con los nuevos instrumentos y métodos de geofísica. El "barrido" permitirá obtener **localizaciones de perforación**. Una vez que estas **ubicaciones** sean documentadas y aprobadas será necesario construir caminos y puentes para trasladar las torres de perforación así como miles de toneladas de cemento, barita, varilla y otros insumos. Así, un pequeño número de las localizaciones estudiadas **se convertirán en nuevos pozos**, la mayoría de ellos serán fallidos, resultarán hoyos secos, encontrarán solo agua, sufrirán accidentes mecánicos, pero un pequeño número de los pozos, serán exitosos: **se convertirán en nuevos campos** petroleros de México.

¹Investigador Titular del IIEc-UNAM

Por otro lado, un conjunto de los programas en curso se ubican **en campos ya conocidos**. Es una “reentrada” a pozos cerrados o a campos que, con la tecnología tradicional estaban “desahuciados”. En esta nueva etapa de la industria se busca reactivarlos, o mejorar su factor de recuperación, atenuar su declinación, o, se pretende encontrar, también con nuevas tecnologías, sus **posibles extensiones**. Dependiendo de las inversiones que se adelanten, de la respuesta favorable de la geología y de la eficiencia de las ingenierías de explotación, se requerirán más caminos, construcción o reubicación de instalaciones de proceso, plantas de separación, de bombeo y desde luego de ampliación o modificación del sistema de ductos.

Finalmente, no con demasiada confianza, también esperamos la ampliación del sistema nacional de refinación, la construcción, o su inicio, de por lo menos una refinería más, **antes de que concluya el sexenio**. También esperamos algunas inversiones en petroquímica, documentaremos nuestras expectativas más adelante.

Desde luego, paralelamente a las actividades de Pemex, ya está ocurriendo una expansión de las industrias proveedoras de bienes y servicios a las ramas de actividades primarias. No ha sido nuestro objeto de estudio, pero como un esfuerzo de colaboración con el Doctor Carlos Bustamante Lemus, incluiremos unas breves notas sobre la reactivación en ramas proveedoras de bienes, insumos y servicios, entre ellas la fabricación de ductos, **muy importante en México desde hace más de medio siglo en Veracruz**. La construcción de plataformas marinas en Tuxpan y Pueblo Viejo en Veracruz y Tampico; así como otras como la fabricación de láminas de acero en Monterrey, equipos electrónicos en Querétaro y desde luego las cementeras. Desde la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio, este segmento se ha visto castigado con la reducción de sus contratos, desde la academia hemos pugnado por la ampliación del contenido nacional en las compras del gobierno.

LA GEOGRAFIA PETROLERA: REGION NORTE.

En la Región Norte Pemex explota hidrocarburos en seis cuencas: 1) Sabinas; 2) Burgos, 3) Tampico-Misantla, que comprende diversas áreas, como la Faja de Oro, Poza Rica y Chicontepec; 4) Lankahuasa, que es una nueva cuenca en el golfo; 5) El atolón Arenque, frente a las costas de Tamaulipas y 6) Veracruz, cuenca gasera al sureste del puerto del mismo nombre.

Sabinas y Burgos

Siguiendo el curso del río Bravo, en la frontera con los Estados Unidos, tenemos dos cuencas maduras, que desde el gobierno de Zedillo se han logrado rehabilitar alcanzado **nuevos picos de producción**: la cuenca Jurásica de Sabinas que se extiende en Coahuila y parte de Durango y la Terciaria de Burgos, en Tamaulipas y Nuevo León. En ellas se ha logrado un éxito muy importante. Podemos resumirlo señalando que las inversiones realizadas permitieron elevar la producción de 414 millones de pies cúbicos diarios de gas (pcd), en 1996, antes del arranque del Programa Estratégico de Gas (PEG), a 1 345, millones de pcd en 2006, este resultado muestra que, con los montos de inversión requeridos, es posible rehabilitar cuencas muy antiguas. No se ha realizado un estudio completo del PEG, apenas hemos formulado una enumeración de sus áreas (Barbosa: 2001).

Estudiando los montos de los compromisos píderegás, puede verse que las inversiones se iniciaron en el gobierno de Zedillo, como ya anotamos, pero en el sexenio de Vicente Fox **las inversiones se incrementaron nueve veces**. El gobierno de Calderón ha emprendido nuevas obras para la expansión de las plantas de proceso de gas².

La parte más importante del potencial petrolero de la Cuenca de Burgos se encuentra en las extensiones costa afuera. Se trata de las mismas formaciones geológicas que han demostrado ser productoras en tierra y han permanecido sin ser explotadas. Para desarrollar esos recursos Pemex ha formulado el proyecto "Delta del Bravo", incluido en su Cartera de Proyectos, pero en el sexenio de Fox se le dedicaron menos del 50% de la inversión prevista (Guzmán, 2006). Con los escasos recursos asignados **solo se pudieron realizar dos perforaciones**. El programa seguirá suspendido hasta que se cuente con financiamientos. Este es un ejemplo de uno de los rasgos que caracterizan la rama de actividades primarias de Pemex: cuencas enteras han permanecido vírgenes o casi intactas porque los escasos recursos de inversión, se han orientado hacia zonas más prometedoras, en el corto plazo.

²El 15 de enero de 2007, Ingenieros Civiles Asociados, ICA, inició la construcción de dos nuevas plantas para el proceso de gas, en las cercanías de Reynosa, Tams. Espera concluir en el segundo semestre de 2008. Con las nuevas obras Pemex contará con capacidad para procesar 1 200 millones de pcd (*La Jornada*, 15 de enero de 2007).

Tampico Misantla.

Trasladándonos unos kilómetros hacia el sur de Tamaulipas, encontramos el río Soto La Marina. De ese punto, hasta aproximadamente el río Nautla, en Veracruz, se encuentra otra de nuestras principales cuencas: Tampico Misantla.

En tierra la conforman diversas áreas: 1) La zona de pesados del Norte, con campos como: Ébano, Chijol, Pánuco, y otros; 2) la llamada Faja de Oro, 3) El área de Poza Rica y 4) Chicontepec.

Después de una larga espera y múltiples estudios para rehabilitar la zona de pesados del Norte, finalmente, en abril de 2007, el nuevo gobierno de Calderón lanzó la primera licitación para servicios de optimización y desarrollo de 400 pozos. Expresamente lo señala la convocatoria: “400 pozos en operación en el sector Ébano-Pánuco-Cacalilao, del activo Poza Rica Altamira”³. Las actividades comenzaron en julio de 2007 y sus actividades se prolongarán por seis años. Ciudades petroleras que surgieron como tales hace un siglo, como Ébano, San Luis Potosí, o hace 80 años, como Pánuco, Veracruz, hoy son presas de **una gran ansiedad** por el reinicio de las actividades. Personalmente considero que algunos de los presidentes municipales de la región **exageran las expectativas**⁴.

El potencial petrolero más importante de esta cuenca se encuentra costa afuera, para desarrollarlo Pemex Exploración y Producción (PEP) y la Secretaría de Hacienda, formularon varios programas, entre ellos el “Proyecto Arenque”, ubicado frente a Tampico con extensiones en el litoral sur de Tamaulipas. En esta área durante décadas sólo habíamos explotado un campo, es uno de los más elocuentes ejemplos de **la baja densidad de perforación**, resultado de crónica sub inversión.

La versión 2003 del Plan de Negocios incluyó más de diez prospectos; solo se han perforado dos de ellas, la llamada “Lobina” descubrió un nuevo campo, que arrancó operaciones, el 28 de abril de 2006, está ubicado frente al puerto de Tampico. La otra perforación descubrió el

³ “Pemex opens Poza Rica-Altamira services tender”, (www.rigzone.com, 5 de abril de 2007).

⁴ El Presidente Municipal de Ébano, señor Crispín Ordaz, espera la perforación de 600 pozos y consiguientemente la creación de muy numerosos empleos, véase “Extracción petrolera en S.L.P. y Veracruz. Excavaciones en Ébano, Pánuco y Cacalilao, desde enero”, El Sol de San Luis, 27 de octubre de 2007.

nuevo campo “Mejillón”, pendiente de desarrollo. También se han descubierto extensiones del viejo campo “Arenque”. Repetimos que están pendientes de perforarse otras localizaciones⁵.

Faja de oro marina.

Desde el gobierno de Fox, se ha iniciado su reactivación. Nuevas perforaciones descubrieron en 2004 extensiones de los campos “Atún” y “Bagre”. El profesor Rueda-Gaxiola, de la Unidad de Ciencias de la Tierra, de la ESIA-IPN, ha comentado que el descubrimiento de las extensiones de Atún y Bagre **son “un acontecimiento de gran importancia para la economía de nuestro país**, ya que permite renovar el interés productor de hidrocarburos de la Zona Norte. Por otra parte este hallazgo facilita la comprobación de las hipótesis [...] acerca del gran potencial petrolero en algunas áreas del Golfo en el norte de nuestro país” (Rueda Gaxiola, 2002). Atún y Bagre también son ejemplos de viejos campos agotados que ahora son rehabilitados o reactivados. Para el último se encuentra en construcción (o ya está en operación) una nueva plataforma fabricada en Tuxpan según informó en un artículo el Vicepresidente de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (Lara Puig, 2005).

El proyecto de nuevos desarrollos de La Faja de Oro Marina también comprende la explotación de campos que por décadas se mantuvieron sin producir. Se les ha llamado campos “marginales”, y en ocasiones campos “abandonados”. Volveremos más adelante sobre estas definiciones. Así, el 25 de agosto de 2006, casi a finales del sexenio pasado, se instaló una nueva plataforma para la explotación del campo “Carpa” que ha comenzado a enviar crudo y gas a las costas. Este campo fue descubierto en 1972 y **esperó treinta y cuatro años** para que se instalara la plataforma, tuberías y otros equipos que permitieran recuperar su producción. Insistimos en estas realidades en Pemex: el Carpa permaneció virgen desde el gobierno del presidente Echeverría hasta que en el de Fox se le puso en operación. Como este caso hay otros, lamentablemente las insuficiencias de nuestros bancos de datos nos impiden precisar su número⁶. Adicionalmente Pemex cuenta con nuevas localizaciones de perforación como las llamadas: “Delfín”-1 y 2, “Boquerón”-1 y “Sirena”-1.

⁵ Véase información más amplia incluyendo mapas en [Petróleo y Electricidad](#), México, DF., Año 8, Núm. 91, diciembre de 2003-enero de 2004.

⁶ Conjeturamos que, de aproximadamente 20 campos descubiertos sólo han sido explotados la mitad. Es decir aproximadamente 10 campos han permanecido vírgenes.

Lankahuasa.

Se ubica inmediatamente al sur de la Faja de Oro Marina, la zona más explorada y ya en explotación incipiente se ubica frente a las costas de Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz. En sólo un sexenio pasó del primer pozo descubierto, al arranque de producción. La primera perforación se inició a finales del gobierno de Zedillo pero las pruebas de producción se realizaron hasta 2001, en el sexenio de Fox. A la fecha operan dos campos: uno llamado “Lankahuasa” y el otro “Kosni”.

Trabajando contra reloj el proyecto ya ha iniciado producción. En 2006 se inauguraron en “El Raudal”, cerca de la desembocadura del río Nautla, instalaciones de proceso con una capacidad de 300 000 pies cúbicos diarios⁷.

La versión 2006 del Plan de Negocios de Pemex, en agosto de 2006, que inferimos fue reformulada por el equipo de transición del presidente Calderón, propone realizar 62 nuevas perforaciones en Lankahuasa. El programa de construcción de plataformas en desarrollo comprende una plataforma más para esta área (Lara Puig, 2005).

Chicontepec.

Sobre Chicontepec se ha producido, y continúa desplegándose, un intenso debate. Algunos de nuestros más destacados científicos han publicado numerosos estudios sobre las insuficiencias y errores en el trabajo de geología (Cantú Chapa, 1986 y 1991). Otros estudios han planteado que el proyecto era inviable en la etapa de precios bajos y que “el desarrollo de reservas tan importantes como las del Paleocanal de Chicontepec tiene como **prerrequisito** lograr niveles de costo mucho más bajos” (Lajous, 1994). Más recientemente, estudios del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), hacen énfasis en las insuficiencias tecnológicas para enfrentar la escasa presión de los yacimientos, su pequeñez y las prematuras caídas de la producción provocadas por el bloqueo de gas (Cinco Ley, 2008).

El nuevo programa de desarrollo partió de la sectorialización y división en áreas y de una nueva estrategia que podemos llamar “desarrollo por etapas”. Se inició en el sexenio pasado de Fox, en cuatro sectores: 1) Agua Fría, en el Estado de Puebla 2) Coapechaca, 3) Tajín y

⁷ Véase Fabio Barbosa, “Irracional quema de gas en Lankahuasa”, *Petróleo y Electricidad*, México, D.F., Año 10, Número 100, septiembre-octubre de 2005.

4) Amatlán, en Veracruz. Estimamos que se perforaron unos 250 pozos y se terminaron otros 50. En los tres primeros sectores: 200, y, en Amatlán, muy al Norte, otros 50.

En esta primera se experimentó **muy exitosamente** con nuevos equipos como las perforadoras de pozos múltiples, casi 80% de los pozos fueron direccionales (inclinados). Los nuevos equipos han permitido perforar hasta 19 pozos en una hectárea de terreno y han logrado disminuir el tiempo de perforación a sólo 10 o 12 días. No menos importante es que también se han abatido los costos a la mitad, de 25-30 millones de pesos, a 15-16 millones de pesos (Drillers Technology Corporation 2004). Una de las contratistas, Schlumberger también informa sobre otras innovaciones recientes desarrolladas como la utilización de tubería de producción como columna de perforación, lo que también contribuye en abatimiento de tiempo y costos (Roca Ramisa, et al., 2004).

La nueva administración de Calderón, ha multiplicado la actividad, a unas semanas de su inicio, el 3 enero de 2007, lanzó una nueva licitación internacional para el desarrollo de los campos del Norte, ampliando el área ya mencionada de Amatlán; a comienzo de 2008 arrancó un nuevo programa de sísmica tres dimensiones, **muy vasto pues cubre 20 municipios y más de 3 mil kilómetros cuadrados** y, apenas el pasado julio, Pemex constituyó un nuevo activo abocado exclusivamente a la explotación de Chicontepec y, el propio Director General de Pemex, al informar oficialmente a las autoridades del Estado y municipios, aseguró la creación de **50 mil nuevos empleos y la duplicación de la producción** de Chicontepec, antes de que termine este año de 2008.

Por la índole y la amplitud de los impactos regionales, nos detendremos brevemente a describir qué significan las campañas de sísmica 3 Dimensiones. Comenzaron en el sexenio pasado, entre ellos el proyecto llamado “Coyula-Humapa-Cacahuatengo 3D”, cubrió mil 300 kilómetros cuadrados (Martínez Camacho, 2005); en el nuevo sexenio el “Estudio Sismológico Furbero-Presidente Alemán-Remolino 3D” comprende 3 mil 420 kilómetros cuadrados, es decir triplica la extensión del área a explorar (Pemex Exploración y Producción, 2008). La llamada sísmica 3 dimensiones es un trabajo muy detallado y el último paso para **determinar localizaciones de perforación**⁸. La lista completa de los municipios,

⁸ Implica que ya se han realizado los trabajos previos de dos dimensiones, se dispone del modelo geológico y que la información antecedente, como registros eléctricos y núcleos de las pozos existentes, ha sido estudiada.

cuatro de ellos en Puebla, dos en Hidalgo y casi 20 en Veracruz, nos muestra la fuerte presencia indígena en el área del proyecto⁹. Aunque los programas aún se encuentran en sus etapas iniciales se han presentado ya numerosas quejas y protestas de algunas comunidades.

Para continuar el desarrollo de campos descubiertos hemos adelantado que Pemex lanzó una nueva licitación el 3 de enero de 2007, para continuar la explotación de las áreas Agua Fría, Coapechaca y Tajín, y ahora también para “producir hidrocarburos” incluye a “las áreas Amatitlán, Profeta, Tzapotempa y Vinazco y otras a lo largo de la frontera entre Veracruz y Puebla”¹⁰. Como ya dijimos Reyes Heróles ha anunciado que se espera duplicar la producción este mismo año, es decir que la producción actual de 30 mil barriles diarios estará en 60 mil barriles diarios para diciembre (Reyes Heróles, 2008). Para una región tan difícil, son resultados espectaculares, desde luego, comparándolos con los pozos excepcionales de Cantarell, el incremento es insignificante, pero 60 mil barriles diarios equivalen a la producción actual de Cuba en tierra y costa afuera.

Entre las empresas que ganaron este segundo contrato se encuentra Swecomex, filial del Grupo Carso. No existe información exacta sobre el número de pozos que serán perforados, solo contamos con informaciones contradictorias¹¹, de lo que no cabe duda es que el

Ahora se abrirán brechas y el área del proyecto quedará, literalmente, “cuadrículada”. En la retícula se perforarán pozos someros de 21 metros de profundidad promedio, se les denomina “pozos de tiro” que detonarán dinamita generando ondas sísmicas (la “fuente impulsiva”), sobre las mismas líneas se plantan los sismodetectores, o geófonos. Las ondas de la fuente impulsiva viajan por las distintas capas del subsuelo y son reflejadas o refractadas al encontrar cambios en las propiedades físicas de las rocas o contactos entre capas o estratos de la corteza terrestre. Las ondas sísmicas reflejadas retornan a la superficie en donde son captadas por los sismodetectores, los cuales las envían al sismógrafo en donde se graban en forma digital. La siguiente fase se realiza en laboratorios de interpretación. En ellos geólogos especializados obtendrán datos como las profundidades de ciertos estratos (convirtiendo velocidad y tiempo en distancia) e interpretarán otros datos para detectar estructuras, trampas posiblemente yacimientos, y proponer localizaciones de perforación. Para Pemex se trata de información vital: los datos sísmicos de tres dimensiones si presentan buena resolución y calidad permitirá **definir** la componente estratigráfica-estructural de las rocas arenos arcillosas del Paleoceno-Eoceno Inferior, su espesor y su distribución lateral en forma de abanicos submarinos ya identificados con la sísmica 2D. Los habitantes de la zona afectada, se quejan de que las actividades dañan sus árboles, siembras y ganado, y las explosiones debilitan sus viviendas.

⁹ La lista de los municipios de Puebla y Veracruz, en los que se desarrolla exploración sísmica en 2008 es la siguiente: Puebla: 1) Venustiano Carranza, 2) Acateno, 3) Tenampulco, 4) Zihuateutla.; Veracruz: 5) Gutiérrez Zamora, 6) Tecolutla, 7) San Rafael, 8) Martínez de la Torre, 9) Papantla, 10) Espinal, 11) Coxquihui, 12) Chumatlán, 13) Filomeno Mata, 14) Mecatlán, 15) Coahuatlán, 16) Coyutla, 17) Coatzacoatlán, 18) Tihuatlán y 19) Poza Rica; Hidalgo: 21) Huautla y 22) Xochiatipan. Fuente: Diario Oficial, 16 de abril de 2008 (Primera Sección).

¹⁰ “Mexican estate oil company Pemex’s E&P launched on Tuesday an international works and services tender to produce at hydrocarbon wells in the Palocanal Chicontepec. The work will be carried out in the areas of Agua Fría, Coapechaca, Tajin, Amatitlan, Profeta, Tzapotempa, Vinazco and others along the border of Veracruz and Puebla states, according to bidding rules” (“Pemex Launches Paleocanal Works Services Tender”, www.rigzone, 3 de enero 2007).

¹¹ El licenciado Faruk Fayad Zellek, vocero oficial de Pemex en la Región Norte, aseguraba que para el área de la región Norte de Chicontepec, es decir la de los pozos Amatitlán y otros en los márgenes del río Vinazco, se perforarían en este sexenio 595 pozos y para todo Chicontepec el plan consistía en perforar 2 mil 500 pozos entre

programa se encuentra en desarrollo y su amplitud dependerá de los financiamientos. Cabe mencionar que entre las iniciativas enviadas por el gobierno como parte de la reforma energética, una muy importante, enviada en mayo de 2008, es la que pretende un nuevo régimen fiscal, más favorable para Chicontepec (y aguas profundas).

Finalmente, el pasado 14 de julio de este 2008, en jubilosa reunión en Poza Rica, Reyes Heróles anunció formalmente la creación del nuevo activo para Chicontepec llamado "Aceite Terciario del Golfo". El gobernador veracruzano aseguró que sus expectativas quedaban "reforzadas" y que "la etapa de reclamos" quedaba concluida. Según el boletín oficial, el Ejecutivo estatal asentó que el Presidente Felipe Calderón "sabe que cuenta con Veracruz para la reforma" [energética]. En el evento se insistió en la expansión de industrias de bienes de capital, como las constructoras de plataformas petroleras en Tuxpan, y Villa Cuauhtémoc y en las posibilidades de establecer otras como reparadoras de plataformas en Alvarado, donde ya hay una inversión extranjera directa de Petróleos de Brasil (Petrobras)". No hemos podido confirmar esta última.

Cuenca gasera Veracruz.

Esta cuenca de gas no asociado producía en 1995, 105 millones de pies cúbicos diarios, para 2005 se había elevado a 450 millones de pcd¹². PEP presume: "el caso de la cuenca de Veracruz es excepcional, ya que la producción se ha triplicado del año 2002 a 2005 (Pemex, 2006).

REGION SUR

En esta tenemos cuatro cuencas en tierra: Salina del Istmo, Comalcalco, el Área de Reforma y Macuspana. Adicionalmente, en los últimos cinco años, en Salina del Istmo y Macuspana se ha trabajado en sus extensiones costa afuera y se han descubierto varios nuevos campos.

El Maestro Carlos Morales Gil, Director General de PEP, ha revelado que para hacer frente a la caída de Cantarell, Pemex ha pasado a la cartera de inversiones 64 proyectos y que más

2007 y 2012 (<http://www.oem.com.mx/elsoldetampico/notas/n209252.htm>). Otras fuentes insisten en mil pozos anuales para las dos áreas hoy en desarrollo.

¹² *El Financiero*, 31 agosto de 2005.

de la mitad de ellos se encuentran en las cuencas del sureste, tanto en tierra como costa afuera¹³.

Cuenca Salina del Istmo.

Comprende campos en el sur de Veracruz y en la zona de Tabasco que colinda con esa entidad. Su reactivación fue planeada y débilmente iniciada desde el sexenio de Zedillo, con el proyecto llamado "Cuichapa Profundo", que intenta cruzar las capas de sal, características en el subsuelo de la región y descubrir hidrocarburos a profundidades muy pocas veces alcanzadas en este país. Las perforaciones se iniciaron en el gobierno de Fox, con algunos pozos en los municipios de Moloacán y Cuichapa, para una de ellas el pozo "Guince-1" se espero largamente y con impaciencia la llegada del equipo perforación capaz de alcanzar 7 mil metros de profundidad. Las perforaciones fueron realizadas en 2005 y uno de los pozos sufrió un accidente. Ambos fueron cerrados, no se dispone de información oficial sobre sus resultados. Existe una enorme impaciencia entre los presidencias municipales, el comercio y en los medios sindicales por la reanudación de las actividades. En 2006, al parecer, se han conseguido los primeros resultados positivos con el descubrimiento del nuevo campo "Nelash" en el Istmo de Tehuantepec, este permanece pendiente de desarrollo.

Salina costa afuera.

Las extensiones en el mar de esta cuenca fueron exploradas e incluso se perforó un pozo, llamado "Tortuguero", frente a Coatzacoalcos, desde el periodo de vigencia de los contratos riesgo, en los años 50. Durante el sexenio de Fox se reemprendió la reentrada a la cuenca, a través del llamado "Proyecto Coatzacoalcos". Entre 2001 y 2006 se han descubierto cuatro nuevos campos que permanecen pendientes de desarrollo¹⁴.

Cuenca Comalcalco.

El principal proyecto de rehabilitación de sus campos fue el "El Golpe-Puerto Ceiba", el campo más importante del proyecto, El "Puerto Ceiba", logró importantes incrementos de producción. En esta cuenca, como en otras de Tabasco, también se ha ensayado la aplicación de diversas técnicas, llamadas sistemas artificiales de producción, como el bombeo mecánico y neumático y la inyección de gas natural a boca de pozo El bombeo

¹³ *Energía y Ecología*, suplemento de Diario Olmeca, Villahermosa, Tab., 13 de febrero de 2007.

¹⁴ Los nuevos campos son: 1) "Amoca", 2) "Xaxamani", 3) "Itla" y 4) "Poctli"

mecánico ensayado exitosamente en “Tintal” elevó cuatro veces su producción (Patiño Mendoza, et al., 2000). Se ignora si estas técnicas han agotado sus posibilidades o se han abandonado por las seculares restricciones financieras.

Área de Reforma.

Los tres proyectos más importantes para esta cuenca en el Plan de Negocios son: el de inyección de nitrógeno al complejo “Antonio J. Bermúdez” (AJB); el de nitrógeno para Jujo-Tecominoacán y el Proyecto Delta del Grijalva.

El AJB es el proyecto más importante del Sureste, es el complejo de campos en tierra, más grande de Pemex. Fue aprobado por el Congreso desde 2002 y, después de años de permanecer en espera, finalmente, a finales de 2006 se inició la construcción de las plantas, mismas que entraron en operación en el actual sexenio. La compañía “Praxair”, ganadora de la licitación, informó que había firmado el contrato por quince años, para la **construcción, operación y mantenimiento, de las dos plantas**, estas casi igualan la capacidad de la que opera actualmente en Atasta, Campeche, para Cantarell.

Por otro lado se han realizado descubrimientos de **extensiones** tanto en campos del complejo AJB, como en Jujo-Tecominoacán, así como otros menores como Juspi, Girdaldas, Sitio Grande y Agave (Martinez Kemp, 2005), Pemex ha elevado el número de pozos a perforar. Así todavía en 2004 planeaba realizar 48 nuevas perforaciones, pero ahora, en su reporte de 2006, a la SEC, informó que planea perforar sesenta nuevos pozos (Pemex Exploración y Producción, 2006a).

El Proyecto Delta del Grijalva comprende los campos Sen, Caparroso, Pijije-Escuintle, Escarbado, Luna-Palapa y Tizón. La optimización comenzó desde el gobierno de Zedillo. Las nuevas perforaciones realizadas en el sexenio de Fox han permitido el descubrimiento de extensiones del campo “Sen”, en 2003 y en el campo “Tizón” en 2004.

Cuenca Macuspana.

Esta es una cuenca muy antigua, es decir una cuenca madura, su producción acumulada es de 3.779 billones de pies cúbicos de gas (Guzmán Vera y Aranda García, 2001) y sin embargo también ha sido posible la reentrada a algunos pozos, la búsqueda de extensiones de la cuenca y el descubrimiento de nuevos campos. En el pasado se ubicaba

fundamentalmente en Tabasco, con la exploración reciente ahora se extiende a varios municipios de Campeche, como veremos más adelante.

El proyecto de rehabilitación comenzó desde el gobierno de Zedillo como parte del Programa Estratégico de Gas y continuó en el gobierno de Fox, durante el cual se descubrieron siete nuevos campos, solo uno de ellos ha iniciado producción y seis permanecen pendientes de explotación¹⁵.

En el gobierno de Fox se inició el avance hacia un área que, estando en la cuenca Macuspana, se encontraba protegida por medidas ambientales: los Pantanos de Centla, lo que originó una controversia legal que llegó a la Suprema Corte de Justicia. En el gobierno de Calderón continúa ese avance con nuevos proyectos como los llamados “Laguna Alegre” y “Pradera Sur 3D”; respecto al primero, se ha publicado que comprende 24 localizaciones de perforación, 10 en Palizada, Campeche y 14 en Jonuta, Tabasco¹⁶. Respecto al segundo, de exploración con sísmica 3D, que ya describimos, comprende 4 mil, 625 detonaciones, en una superficie de 242 kilómetros cuadrados, de los que 150 kilómetros cuadrados se ubican en los municipios de Jonuta y Centla, en Tabasco y 91 kilómetros cuadrados en el municipio de Palizada, Campeche¹⁷. Subrayamos el elevado número de 4 625 puntos de explosión, de los cuales, algunos se convertirán en localizaciones de perforación.

Macuspana marino.

La cuenca Macuspana en tierra comprende 7 mil 300 kilómetros cuadrados. Sus extensiones en el mar comprenden mil 800 kilómetros cuadrados. En el sexenio anterior se descubrieron los primeros cinco campos en esta nueva cuenca marina, permanecen pendientes de desarrollo¹⁸.

¹⁵ Saramanko, Shishito, Guaricho, Gubich, Isiw, Rasha y Viche, adicionalmente también se han descubierto extensiones en Vernet. El único campo que comenzó producción de inmediato, es el Saramanko.

¹⁶ Tabasco Hoy, Villahermosa, 11 de febrero de 2007.

¹⁷ La autorización de Semarnat había sido concedida desde el 27 de septiembre de 2004, véase información en Tabasco Hoy, 12 de febrero de 2007.

¹⁸ Los nuevos campos son: Uchak, Yetic, Namaca, Centli y Teekit.

LAS GRANDES REGIONES MARINAS FRENTE A CAMPECHE Y TABASCO.

En este apartado reseñaremos las actividades recientes en tres áreas: la de pesados que Pemex llama Región Marina Noreste; la de ligeros, Región Marina Suroeste y El Litoral Tabasco, de ultraligeros.

Región marina noreste (RMNE).

Hace casi tres décadas esta gran área, con unos 10 mil kilómetros cuadrados, se convirtió en **el centro de gravedad** de la industria petrolera de México, cuando, en junio de 1979 llegaron a las costas, los primeros barriles de Cantarell. Treinta años después sigue siendo muy importante con una producción mayor a la del conjunto de pozos de toda la sección de los EE. UU. en el golfo de México, misma que comprende medio millón de kilómetros cuadrados.

Fue largamente anunciado que Cantarell declinaría y que se preparaba al complejo Ku Zaap Maloob (KZM), para reemplazar, parcialmente, los enormes volúmenes que se perdían. Al comenzar el sexenio de Fox, KZM producía 250 mil barriles diarios. Hacia finales del mismo sexenio, para noviembre de 2006, gracias a la plataforma “Ku-M”, había alcanzado ya casi medio millón de barriles diarios. Apenas comenzado el gobierno de Calderón arribó a la Sonda de Campeche la gran plataforma “Ku-S”, la cual arrancó operaciones el 3 de marzo de 2007, un año más tarde en KZM tenemos una producción de **800 mil barriles diarios**. Para comparar **la magnitud de esa producción y la velocidad de las actividades en México**, que en diversas ocasiones hemos llamado “**una carrera contra el tiempo**”, podemos señalar que, en el segmento de los Estados Unidos en el Golfo de Mexico, se está instalando con grandes dificultades, y aún no concluye, una plataforma para un campos gigante, descubierto hace diez años: el “Thunder Hourse”, que producirá: **250 mil barriles diarios**.

También en la RMNE se han descubierto nuevos campos. Al comenzar el sexenio del licenciado Calderón la situación es la siguiente: entre los dos activos de la región (Cantarell y KZM), ahora existen 20 campos, de los cuales siete son nuevos descubrimientos en espera de arranque de producción¹⁹.

¹⁹ Al comenzar 2007 en Cantarell existen un campo sin producir el nuevo campo Utan. En el activo KZM, los campos nuevos, que aun no entran en operación, son: Baksha, Numan, Pohp, Ayatsil, Kayab y Tson.

Los planes de Pemex en la RMNE son de continuar una intensa actividad de perforación. En 2001 Pemex informó a la Securities and Exchange Commission que en KZM tenía 40 pozos produciendo y planeaba perforar 64 pozos; en el último informe que Pemex envió a la SEC en los EE. UU., en junio de 2006, le informó que tenía 62 pozos produciendo y planeaba perforar 103 nuevos pozos y en documentos más recientes Pemex aumentó el número de pozos a 118: “el proyecto KZM contempla la perforación de 112 pozos de desarrollo, más seis inyectores” (Pemex Exploración y Producción, 2006a). El Proyecto KZM incluía originalmente la instalación de 16 nuevas plataformas, ahora se han agregado dos más²⁰.

Región marina suroeste (RMSO).

Esta región, como la anterior, con campos muy viejos, cuya producción comenzó hace veinticinco años y por lo tanto todos se encuentran en declinación, revertió esa tendencia a la baja en 2005 y ha logrado en los últimos años mantenerse en alrededor de los 400 mil barriles diarios. Ello obedece a que algunos campos inscritos en el Programa de Crudo Ligero Marino pertenecen a la RMSO, como Ixtal y Manik, el primero entró en operación desde 2005²¹. Para Manik se encuentra en construcción una plataforma en Tuxpan, Probablemente ya entró en operación o su arranque es inminente.

En la RMSO, entre 2002 y 2007 se han descubierto ocho campos nuevos todos pendientes de desarrollo²².

Litoral Tabasco.

En el periodo de las presiones de los Estados Unidos para abrir el sector petrolero en el Tratado de Libre Comercio, se iniciaron campañas de sísmica que permitieron el surgimiento

Adicionalmente, en 2003, el pozo “Pakal” descubrió extensiones en “Ku” parte del complejo KZM y en 2005 un nuevo pozo, el “Pit-1”, descubrió extensiones de “Baksha”.

²⁰ En el “Balance 2001-2006, ya citado ahora se anuncian 18 plataformas: 4 de producción, 8 de perforación, 4 habitacionales, una de enlace y una más de telecomunicaciones.

²¹ En “Ixtal” se descubrieron hidrocarburos desde 1994, empero el campo se mantuvo cerrado por invasión de agua; a fines del sexenio pasado se corrigió el problema perforando un nuevo pozo en una sección más arriba de la estructura. Desde 2005 el campo está produciendo 17 500 barriles diarios de crudo de 32 grados API y casi 26 millones de pcgd, los datos de producción en Pemex, Gerencia Corporativa de Comunicación Social, Boletín, 1 de diciembre de 2005.

²² Estos nuevos campos son: Chukua, Akpul, Hap, Tel, Winak, Pokoch, Tumut, y Wayil, también se han descubierto **extensiones** de los campos Misón y Chuc.

de esta nueva área. Al comenzar el sexenio de Fox, comprendía 17 campos²³. Un dato verdaderamente importante es que el gobierno de Fox los recibió absolutamente intactos, **después de más de diez años de su descubrimiento, no habían producido un barril de crudo ni una molécula de gas**, con excepción de tres²⁴. Se inició el desarrollo de una primera parte de estos campos hasta bien entrado el sexenio de Fox, comprendió las primeras ocho plataformas frente a Tabasco: cuatro para Sinán, dos para May, una para Yaxché y una más para Citam. Aún no se instalan todos los equipos y no obstante, ocho plataformas son insuficientes para la explotación de los 17 campos descubiertos antes del año 2000 a los que se agregan cinco nuevos campos descubiertos en el sexenio de Fox²⁵

En el área del proyecto “Litoral Tabasco” también se han descubierto extensiones de campos conocidos. En 2006 el pozo “Yaché-101” descubrió nuevas extensiones del campo del mismo nombre, de inmediato, el 4 de abril de 2007, se lanzó una nueva licitación para otra plataforma para Yaxché, según las bases de la licitación, para perforar 4 nuevos pozos²⁶, y dos semanas más tarde se lanzó una nueva convocatoria para licitar una plataforma semisumergible para perforar tres pozos más en Sinán²⁷.

Las aguas profundas del Golfo de México.

Las aguas profundas del golfo de México albergan la mayor parte del potencial petrolero de este país. Desde luego se espera un muy importante volumen pero no un “tesoro” inagotable. La última estimación rigurosa, la sitúa en casi 16 mil millones de crudo y 30 billones de pies cúbicos de gas natural²⁸. La cifra anterior, publicada oficialmente se modificará conforme avance la exploración ya en curso, como se sabe, ya han sido descubiertos poco más de 2 billones de pies cúbicos de gas natural (Pemex 2008), pero los

²³ Alux, Ayín, Bolontikú, Citam, Hayabil, Kab, Kax, Kix, Kopó, Makech, May, Mison, Och, Sinán, Uech, Yaxché y Yum.

²⁴ Kax que había producido unos 20 millones; Och y Uech a los que se les habían extraído cincuenta millones a cada uno y solo por no omitir ninguna información agregaríamos a “Yum” un pozo que se incendió y que produjo de manera intermitente, es decir fue cerrado por varios períodos, se han extraído, en total, alrededor de un millón de barriles de crudo.

²⁵ Los campos descubiertos entre 2001-2006 son Kopó, Homol, del que se han descubierto extensiones en 2006; Nak; Etkal y Xanab

²⁶ “Pemex Launches Sonda de Campeche Rig Tender”, www.rigzone.com, 4 de abril de 2007.

²⁷ “Pemex Launches Sonda de Campeche Rig Tender”, www.rigzone.com, 18 de abril de 2007.

²⁸ Pendiente de insertar una nota metodológica explicando cómo se obtiene esa cifra que contrasta notablemente con la propaganda sobre los 54 mil millones de barriles. Subrayamos que anotamos 16 mil millones como “recurso” para todo el Golfo profundo, es decir un área de más de medio millón de kilómetros cuadrados. Para comparar la modestia de nuestra cifra recuérdese que los brasileños andan pregonando que sólo sus recientes descubrimientos ascienden a más de 30 mil millones.

hallazgos de crudo han sido pobres. En 2006 al fin, después de casi 18 perforaciones con modestos resultados, en tirantes no convencionales, Pemex alcanzó un éxito importante con el pozo Lakach-1, en la nueva cuenca de Catemaco, que descubrió 250 millones de pies cúbicos de gas como reserva probada y más de un billón de pies cúbicos de gas como reserva total. Recientemente Pemex ha constituido un nuevo activo, llamado Holok-Temoa, para acelerar las primeras explotaciones de campos profundos ya descubiertos y ha contratado equipos que aseguran unas 35 perforaciones entre 2007 y 2015 (Barbosa, 2008). La posible extensión de estos proyectos dependerá de los presupuestos que le sean asignados a Holok Temoa.

Hacia una visión de conjunto y conclusiones.

Hemos repasado alrededor de veinte áreas petroleras. Doce de ellas maduras, es decir en etapa de declinación irreversible, pero con posibilidades de reentradas a pozos y rehabilitación de campos aplicando sistemas de producción artificial o métodos de recuperación secundaria o terciaria. No obstante su antigüedad en todas esas cuencas maduras se han descubierto extensiones de campos y algunos campos nuevos.

Asimismo hemos descrito **nueve áreas que se encuentran vírgenes o sólo apenas iniciada su explotación**, como las extensiones costa afuera de Burgos, la Faja de Oro Marina, Lankahuasa, Salina costa afuera, Macuspana Marino y Litoral Tabasco. Por otro lado, al comenzar mayo de 2007, se encontraban 46 equipos perforando en el Golfo de México. El programa de construcción de 32 plataformas marinas será insuficiente para explotar ese potencial petrolero y sin duda será ampliado.

Hemos repetido constantemente que en todas las cuencas maduras se encuentran campos pendientes de desarrollo, algunos muy antiguos como los de la Faja de Oro Marina, “en espera” algunos desde los setenta; o los de Litoral Tabasco, “en espera” desde los noventa. En Pemex, como ya dijimos, se les ha llamado “campos marginales”, una excelente definición explica que no se desarrollaron porque había otros más rentables. La mejor definición de los campos marginales de México la ha ofrecido el Dr. Luis Roca Ramisa, director en México de Schulmberger: “Los campos maduros y/o marginales en México se definen como aquellos campos donde el margen de utilidad es rentable pero no suficientemente competitivo con otros proyectos en la cartera de inversiones de Pemex

Exploración y Producción. El concepto de madurez y/o marginalidad es dinámico, es decir puede ser temporal en función de las condiciones del mercado y nivel de costos de extracción y producción. En los EUA se considera como maduro y/o marginal, **aquellos campos de aceite con producciones inferiores a 10 barriles diarios por pozo** (Narváez y Roca Ramisa, 2005). Es decir que Cantarell, un caso excepcional, anuló, **temporalmente**, la rentabilidad relativa de otros proyectos. Pero, en la situación actual cuyo rasgo determinante es la declinación de la producción, encabezada por la caída del citado Cantarell, todas las posibilidades están regresando a la cartera de inversiones de Pemex Exploración y Producción.

Un indicador muy importante, sobre el que hemos insistido, quizá hasta la reiteración innecesaria, es **el número de localizaciones ya obtenidas por cuenca, por proyecto o por campo**. Ciertamente hemos confesado las insuficiencias de nuestros bancos de datos y sólo hemos anotado las que pudimos documentar. Un experto cuya autoridad es indiscutible, el Contador Francisco Rojas, ex director de Pemex, asegura que para marzo de 2008 el número total de localizaciones disponibles en Pemex ascendía a 300, de las cuales 100 se encontraban en tierra y el resto en aguas someras del Golfo de México (Rojas, 2008). En suma, con o sin reforma en el futuro inmediato de Pemex hay un escenario de intensa actividad. El problema es que se limita a la extracción de materia prima.

Hemos mencionado los impactos ya perceptibles de la intensa actividad en la rama de actividades primarias, en un pequeño grupo de industrias, de capital nacional o extranjero, pero asentadas en territorio mexicano, como las de fabricación de tuberías y de plataformas de perforación y otras²⁹, si eso es todo, es decir, si el aparato productivo del país vinculado a la industria petrolera se reduce a ese puñado de empresas, entonces podríamos concluir que, ese tipo de expansión, presenta rasgos ominosos para México, acaso, por primera vez en décadas, este país enfrenta un futuro incierto.

México se encuentra atado al nuevo orden petrolero mundial, reducido a proveedor de crudo, con ingresos imprevistos de divisas que lo llevan a depender exageradamente de importaciones y a abandonar la producción interna de manufacturas, como analiza un autor, “acaso tipificando un caso vernáculo de la enfermedad holandesa” (Ibarra, 2008), con uno de

²⁹ Pendiente de actualizar los datos sobre el número de trabajadores, las ventas y el mercado interno y externo, así como las informaciones sobre la reciente expansión de TAMSA; el número de empleos directos e indirectos debidos a la instalación de las fábricas de plataformas marinas en Tuxpan y en ambos márgenes del Pánuco.

cada tres mexicanos buscando empleo en el extranjero, con una demanda anual de un millón 500 empleos, el desafío de Pemex no es elevar la producción de petróleo crudo para la exportación, sino impulsar la transformación industrial de sus recursos: incrementar la refinación y petroquímica; vigorizar la investigación tecnológica, elevar el contenido nacional en el desarrollo de los proyectos, para incluir a las empresas nacionales, sobre todo las pequeñas y medianas, en el suministro de bienes y servicios: cemento, varilla, laminados, válvulas, por lo menos partes en los componentes de equipos automatizados, uniformes, calzado y otros suministros. Todo ello significaría empleos, con respeto a los derechos laborales, empleos de calidad, bien remunerados, que vigorizarían el mercado interno.

¿Cómo aprovechar eficientemente estos ingresos de divisas en programas de remediación de suelos, afectados por la propia industria petrolera?, ¿cómo en inversiones para atacar los dramáticos problemas de la escases de agua, que ya se presenta en grandes regiones y numerosas ciudades?, por mencionar algunos de los problemas más urgentes, la búsqueda de respuestas es lo que este país nos demanda.

BIBLIOGRAFÍA.

Ángeles Cornejo, Sarahí (2007), "Producción y suministro de gas natural en México", en José Luis Calva, Coordinador, Agenda para el Desarrollo, Política Energética, México, UNAM, Dirección General de Publicaciones, LX Legislatura de la Cámara de Diputados, Miguel Ángel Porrúa, 2007.

Barbosa Cano, Fabio (2001), "Pemex targets major increase in natural gas production to meet soaring domestic demand", Oil & Gas Journal, Tulsa, Ok, Jan. 22.

Abelardo Cantu Chapa (1991), "Subsurface Mapping and Structural Elements of the Top Jurassic in Eastern Mexico (Poza Rica and Tampico Districts)", in C. Bartolini, R:T:Buffler, and J. Blickwede, eds., *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics: AAPG Memoir 79*, p. 330-339.

Drillers Technology Corporation (2004), "Corporate Presentation", Houston, Texas, may [Power Point],

Guzmán Baldizán, Alfredo Eduardo (2001), "Exploration and Production in Mexico: Challenges and Opportunities", Houston TX., Adaptation of Presentation to Houston Geological Society, August 28.

Guzmán Baldizán, Alfredo Eduardo (2006), Documento Representativo y Anuario Estadístico de la Región Norte, México, Pemex Exploración y Producción.

Guzmán Vera, Enrique y Mario Aranda García (2001), "Inversión estructural. Un nuevo concepto sobre la evolución de la cuenca de Macuspana y sus implicaciones en la acumulación de hidrocarburos" [Documento interno de los Activos de Exploración Macuspana y Misantla Golfo de México]

Ibarra, David (2008), "El desmantelamiento de Pemex", EconomíaUNAM, vol. 5, núm. 13, abril.

Lajous Vargas, Adrián (1994), "La reestructuración de la industria petrolera en México", discurso en el XXXII Congreso de la Asociación de Ingenieros Petroleros de México, AIPM, Tampico, Tamps, 13 de mayo.

Lara Puig, Luis (2005), Vicepresidente Nacional de Hidrocarburos de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, "Fortalecer a empresas mexicanas en la construcción de plataformas marinas", Energía a Debate, México, Año 2, núm. 11, octubre-noviembre.

Martínez Camacho, Enrique (2005), "Estudio Coyula-Humapa-Cacahuatengo 3D", Revista Sinergia, Compañía Mexicana de Exploraciones, COMESA.

Martínez Kemp, Leonardo (2005), "Posibilidades de extensión en los campos del área Chiapas-Tabasco", Ponencia presentada en la IV Exitep, Veracruz, Ver. 20-23 de febrero.

Narváez, Antonio y Luis Roca Ramisa, de Schlumberger Oilfields Services (2005), "Reactivation of mature fields in Northern Mexico", artículo presentado en la IV E-Exitep, 20-23 de febrero, Veracruz, Ver.

Patiño Mendoza, Gerardo, et al. (2000), "Resurgimiento del campo Tintal mediante instalación de bombeo mecánico", Horizonte Sur, Boletín de PEP, Región Sur, Villahermosa, Tabasco, año 8, número 13, julio-septiembre.

Pemex (2005), Las reservas de hidrocarburos de México. Evaluación al 1 de enero de 2005, México, Edición de Pemex (disponible en: www.pemex.com)

Pemex (2006a), Reporte Anual 2005 a la SEC del gobierno de EE.UU. en Washington (www.pemex.com)

Pemex (2006b), Las reservas de hidrocarburos de México. Evaluación al 1 de enero de 2006, México, Edición de Pemex (www.pemex.com)

Pemex Exploración y Producción (2006a), "Plan de Negocios PEP", agosto.

Pemex Exploración y Producción (2006b), "La evolución del negocio. Balance 2001-2006", México, Pemex, noviembre.

Pemex Exploración y Producción. Subdirección de Ingeniería y Desarrollo de Obras Estratégicas, México [documento interno, s.f.]

Roca Ramisa, Luis (2004) y Jesús Mendoza Ruiz (Ciudad de México), Nayelli García Esparza Tapia (Poza Rica, México); Jean-Fraçois Mengual (Río de Janeiro, Brasil), Schlumberger y Andrés Sosa Cerón de Pemex, en Reynosa, Tamps., México, "Construcción de pozos y desarrollo de campos petroleros en México", Schlumberger, Oilfield Review, primavera.

Rojas González, Francisco (2008), "Aguas profundas y alianzas estratégicas", La Jornada, 30 de marzo.

Rueda-Gaxiola, Jaime (2002). Unidad de Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN, "Implicaciones Tectónicas y Económicas del Descubrimiento de Gas en la Discordancia Cretácico Medio-Mioceno Inferior del Atolón de la Faja de Oro Marina en el modelo de la Triple Unión para el origen del Golfo de México" (inédito).

PUBLICACIONES PERIÓDICAS

El Sol de Tampico, Tampico, Tamaulipas.

Diario del Istmo, Coatzacoalcos, Veracruz.

Petróleo y Electricidad, México, DF.

BOLETINES ELECTRONICOS: www.rigzone.com