

## FOROS DE DEBATE SOBRE LA REFORMA ENERGÉTICA

### **Yacimientos Transfronterizos: Negociación, Exploración y Explotación**

Adán E. Oviedo Pérez

México, D. F., 5 de Junio de 2008

#### Antecedentes.

En México la geología económico petrolera desarrollada durante 100 años ha permitido identificar 16 cuencas sedimentarias con potencial petrolero (Figura 1) y descubrir un volumen original de hidrocarburos de 350 mil millones de bpce. De este volumen se tiene una producción acumulada de 44 mil millones bpce. Al 1° de enero 2008 existe una reserva total remanente de 44.5 mil millones bpce.

Sin embargo, del área prospectiva total del país (1,050,000 Km<sup>2</sup>) se ha estudiado sólo el 20% (200,000 Km<sup>2</sup>), teniendo exploradas incipientemente a la Plataforma Continental y completamente inexploradas las aguas profundas del Golfo de México, que en conjunto suman el 80% del área prospectiva aún por explorar en México.

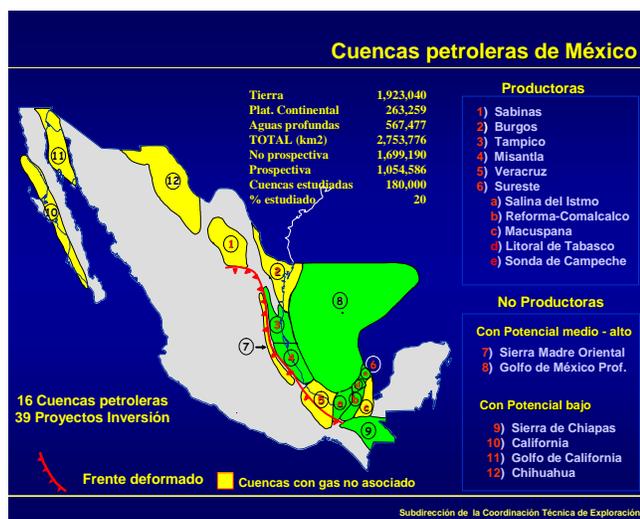
#### Definiciones y Conceptos.

Una cuenca sedimentaria es una depresión en la corteza terrestre que a través del tiempo geológico (millones de años) es rellenada por sedimentos, los cuales por efecto de presión y temperatura se transforman en rocas. Las cuencas sedimentarias son el hábitat natural de ocurrencia de los hidrocarburos.

El conocimiento de una cuenca sedimentaria, requiere de varios años de trabajo multidisciplinario, inversiones sostenidas y creación de múltiples modelos predictivos que deben ser continuamente calibrados en función de la información adquirida, lo que incluye la perforación de pozos de comprobación.

Sin embargo, para que en una cuenca sedimentaria ocurra una acumulación de hidrocarburos en el subsuelo, deben coexistir en tiempo y espacio cinco elementos:

- Roca generadora, con alto contenido de materia orgánica.
- Roca almacenadora, porosa y permeable para permitir almacenar hidrocarburos.
- Roca sello, impermeable para detener el movimiento ascendente de los hidrocarburos.
- Trampa, forma geométrica que adoptan las rocas en el subsuelo durante la evolución de la cuenca y que contiene a los hidrocarburos.
- Generación-Migración, proceso a través del cual la materia orgánica de la roca generadora se transforma en hidrocarburos, que se mueven por diferencia de presiones hasta alojarse y contenerse en la roca almacén y la trampa.



**Fig. 1. Cuenas Petroleras de México**  
Fuente: Pemex

Estos elementos constituyen el Sistema Petrolero (Figura 2).

bpce = barriles de petróleo crudo equivalente

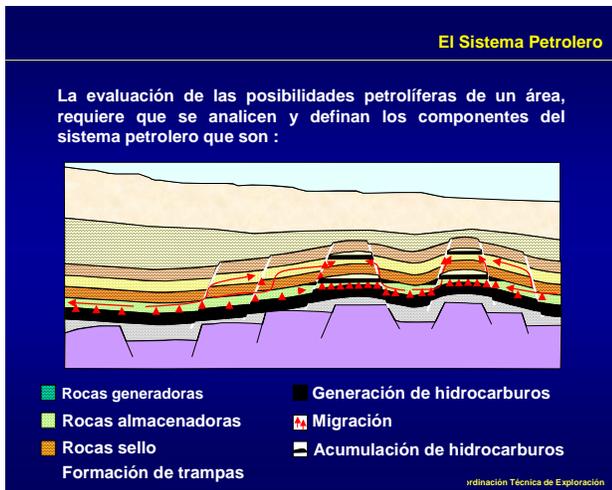


Fig. 2. El Sistema Petrolero y la cuenca sedimentaria

Como ejemplo general en México, la principal roca generadora se formó hace 150 millones de años, la principal roca almacén (Brechas de Cantarell) se formó hace 65 millones de años, la principal roca sello hace 50 millones de años, las trampas se formaron entre 70 y 15 millones de años y el proceso de generación-migración inició hace 45 millones de años y continúa activo en algunas áreas actualmente.

El proceso exploratorio se basa en el análisis de los elementos del Sistema Petrolero, así:

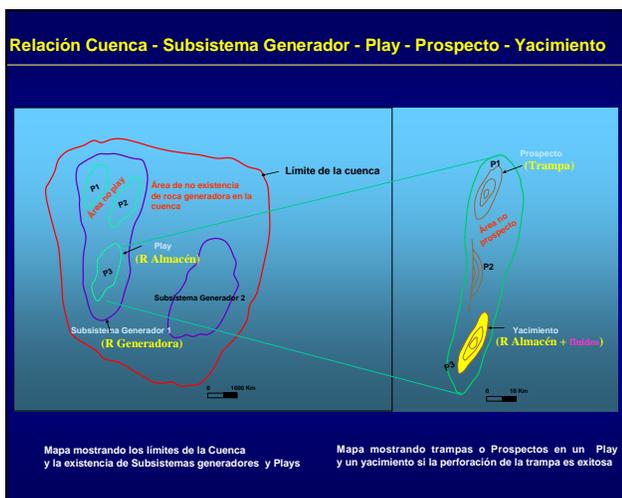


Fig. 3. De la cuenca al yacimiento en el proceso exploratorio

- Cuando se enfatiza en la génesis y evolución de una depresión rellena por sedimentos y se esbozan genéricamente los elementos del Sistema Petrolero, el análisis se realiza a la escala de la **Cuenca**. La extensión de una cuenca es por lo general de decenas o centenas de miles de kilómetros cuadrados.

- Cuando en una cuenca sedimentaria se pone énfasis en las rocas generadoras (edad, distribución, ambiente de depósito, contenido y tipo de materia orgánica), se realiza el análisis a la escala del **Subsistema generador**, el cual existe en una porción específica de la cuenca.

- Cuando en una porción específica de la cuenca donde se ha identificado la presencia de un subsistema generador se detallan las características de la roca almacén (edad, distribución, ambiente de depósito, porosidad, permeabilidad, espesor, etc.) el análisis se realiza a la escala del **Play**.

- Cuando en una porción específica de la cuenca donde se ha identificado tanto la presencia de un subsistema generador y de un play, se enfatiza en las características de la trampa (geometría, edad, mecanismo de formación, características del sello, etc.), el análisis se realiza a la escala del **Prospecto**, el cual por lo general tiene decenas de kilómetros cuadrados de extensión.

- Cuando en una porción específica de la cuenca donde se ha identificado la presencia de un subsistema generador, un play y un prospecto que, al ser perforado encuentra una acumulación comercial de hidrocarburos en el subsuelo, el análisis se realiza a la escala del **Yacimiento**. En esta ocasión volvemos a poner énfasis en la roca almacén pero a la escala de sus características tanto petrofísicas (micras en la garganta de poro), como de los fluidos contenidos en ella; es decir, se consideran por primera vez condiciones dinámicas.

Una vez descubierto el yacimiento, su comportamiento hidráulico estará definido por:

- Porosidad, relación entre el volumen de poros existentes en una roca respecto al volumen total de la misma.
- Permeabilidad, facilidad de una roca para dejar pasar fluidos a través de ella.
- Saturación de fluidos, porción del espacio poroso de una roca ocupada por un fluido en particular.

- Presión del yacimiento, presión que prevalece en un yacimiento de hidrocarburos.
- Espesor, grueso del yacimiento expresado en metros.

Dado que al iniciar la perforación de pozos de explotación, se empieza a alterar la presión del yacimiento, los fluidos contenidos fluyen directamente proporcional a la caída de presión (Ley de D'Arcy), es decir, la permeabilidad es el elemento más importante en el comportamiento hidráulico de un yacimiento.

### Yacimientos Transfronterizos.

Los Yacimientos Transfronterizos son aquellos que se distribuyen en el subsuelo, cruzando las fronteras entre países.

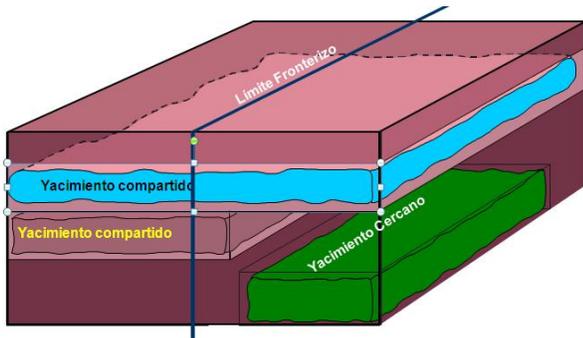


Fig. 4. Yacimientos Transfronterizos  
Fuente: Sener

En este tipo de yacimientos se enfrenta el riesgo que la explotación de un país afecte el potencial extractivo del otro; esto en función del comportamiento hidráulico del yacimiento que depende principalmente, como ya mencionamos, de la permeabilidad. Esta afectación se debe a la despresurización del yacimiento, lo que afecta la tasa de recuperación de las reservas contenidas en el mismo.

En México tenemos posibilidades de tener yacimientos transfronterizos, tanto en tierra como en mar.

En la porción terrestre, en la Cuenca de Burgos, aunque las características de permeabilidad hacen improbable una afectación hidráulica. También

podemos tener este tipo de yacimientos en la frontera con Guatemala.

En la porción marina existen altas probabilidades de tener yacimientos transfronterizos tanto en el Golfo de México como el Océano Pacífico con EUA, así como en la frontera con Cuba y en el Caribe con Guatemala y Belice.

México tiene firmados tratados de límites marítimos en EUA (1978, ratificado por el Senado Norteamericano en 1997), así como con Cuba, Belice y Guatemala; sin embargo estos tratados no contemplan el tema de Yacimientos Transfronterizos. En el año 2000 México firmó con EUA el "Tratado para Delimitar la Plataforma Continental en la Zona Occidental del Golfo de México", mejor conocido como el Tratado del Polígono Occidental o del "Hoyo de Dona". Este tratado si reconoce la existencia de Yacimientos Transfronterizos, establece una moratoria para la actividad petrolera de 10 años (se vence en enero 2011) y además define una franja de 2.8 millas náuticas a ambos lados de la frontera para no actividad sin consentimiento de la otra parte. (Fig.5)

En esta zona del Hoyo de Dona, PEMEX estimó recursos prospectivos modestos, pero sobre todo identificó la no existencia de trampas estructurales en el área.

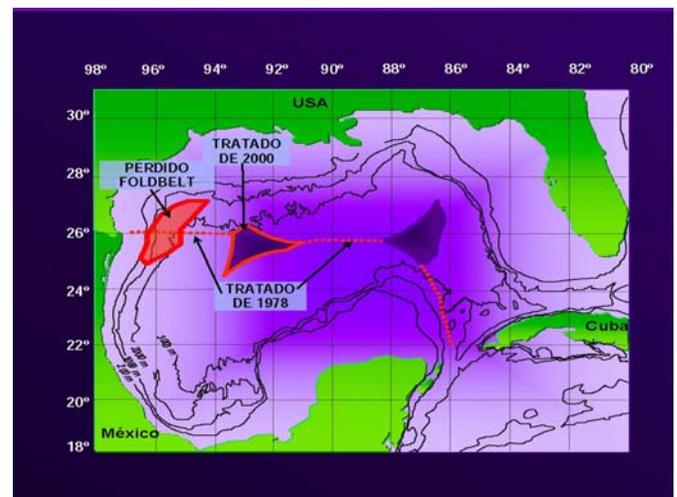


Figura 5. Límites fronterizos y Tratados vigentes.  
Fuente: Pemex

Es decir, en el Golfo de México, salvo la pequeña porción del Hoyo de Dona, México no tiene un acuerdo con EUA para ejercer su derecho sobre yacimientos transfronterizos. Esto se agrava en la Provincia Geológica conocida como el "Cinturón Plegado de Perdido", donde en 1996 se perforó el

Pozo Baha 1. A la fecha, a 180 millas de la costa, se han descubierto los campos Trident (2002) y Great White-Tobago Silvertip (2003-2006); éste último tiene programa para iniciar producción en 2010. Actualmente Shell y sus socios Chevron y BP están pre-perforando pozos de desarrollo y se encuentran en construcción las instalaciones de producción, con capacidad de manejar hasta 130,000 bd.

PEMEX cuenta con información sísmica de excelente calidad y tiene un inventario de Prospectos listos para ser perforados en el área de Perdido. El riesgo exploratorio está aceptablemente entendido, toda vez que los pozos exploratorios que han comprobado la existencia del Sistema Petrolero han sido perforados en el lado norteamericano.

En términos generales, los hidrocarburos descubiertos en Trident y Great White-Tobago Silvertip son ligeros 28 – 35° API, con porosidades entre 18 y 26 %, permeabilidades entre 6-20 mdarcy y espesores entre 15 y 50 metros. Se ubican en tirantes de agua entre 2800 y 3100 m de profundidad y el yacimiento se encuentra entre 4500 y 5800 m por debajo del fondo marino.

Sabemos que la estructura de Great White-Silvertip no se extiende hacia el lado mexicano (Fig. 6). Sin embargo el alineamiento estructural Hammerhead-Magnanimo (tirante 2420 m), tiene su mayor expresión en el lado mexicano y con seguridad contendrá yacimientos transfronterizos. La misma situación se tiene para el caso Trident-Alaminos (tirante 2850 m), donde el alineamiento estructural se extiende hacia territorio mexicano.

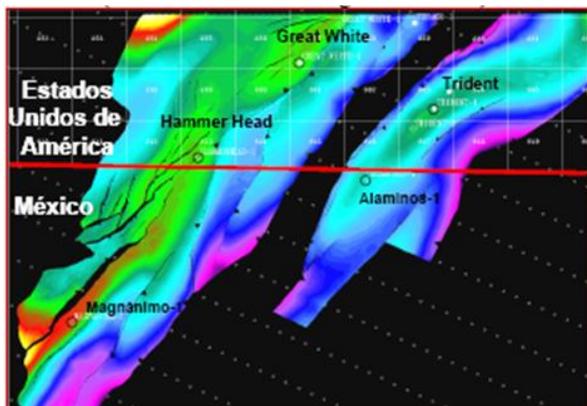


Fig. 6. Descubrimiento en el área Perdido  
Fuente: Sener

Es evidente la existencia de yacimientos transfronterizos en el Cinturón Plegado Perdido, además, de acuerdo con las características de porosidad, permeabilidad y por el tipo de hidrocarburo, es altamente probable que la explotación del yacimiento en el lado americano afecte hidráulicamente su comportamiento.

Un esquema común para resolver esta problemática es la Unitización de los yacimientos, es decir acordar las condiciones técnicas y económicas entre los países para que los yacimientos compartidos o transfronterizos puedan ser explotados mediante un esquema de operación conjunto entre los interesados. Este esquema normalmente conduce a la operación multiempresarial para el desarrollo integral del yacimiento e implica la existencia de un solo centro de producción, proceso y exportación, permitiendo la optimización económica de la reserva. (Fig. 7).



Fig. 7. Esquema simplificado de Unitización  
Fuente: Sener-Pemex

El propósito de la Unificación es:

- Maximizar el uso de los Recursos Naturales, incrementando la recuperación de la reserva y disminuyendo los costos de extracción.
- Reducir el impacto ambiental, al crear menos instalaciones de producción.
- Proveer un marco legal que protege los intereses de las partes (compañías y gobiernos).

Existen varios casos de unitización en la industria petrolera, sin embargo cada uno es particular.

Dado que la unitización es un cambio en la gobernabilidad y operación de los proyectos, normalmente es un proceso complejo, costoso y que toma tiempo. Sin embargo, al final se definen las leyes, normas, procedimientos y prácticas que deben ser implementadas y respetadas por los interesados, asegurando de esta manera el derecho soberano de los estados a proteger sus recursos naturales.

Normalmente los acuerdos de la unitización inician a regir al establecer la comercialidad del yacimiento e iniciar los preparativos para los planes de explotación.

En EUA en el área Perdido al menos ocho compañías tienen licencia sobre bloques y en los recientes descubrimientos cinco están asociadas para desarrollar los campos.

En México, sólo PEMEX tiene la licencia del estado mexicano para realizar las tareas de exploración-producción.

Ante esta situación México debe promover ante EUA un tratado para la explotación de las reservas petroleras en los yacimientos transfronterizos y hacer obligatoria su observancia a las compañías que operan en el sector americano.

Con este esquema, al menos dos escenarios pueden darse, así como varias opciones para cada uno:

- En aquellos desarrollos que los yacimientos no se extienden hacia el sector mexicano, PEMEX podría negociar con las compañías operadoras y sus socios, el uso de instalaciones de producción para no incurrir en inversiones similares en el lado mexicano. Una forma de hacerlo es directamente PEMEX vía firma de acuerdos comerciales o crear un PEMEX internacional que opere en el sector americano (no hay restricción legal).
- En aquellos casos que el yacimiento se encuentre preferentemente en México, PEMEX podría:
  - Realizar toda la tarea y sus inversiones asociadas para la exploración, delimitación y producción de la reserva.
  - Coinvertir con las compañías interesadas en la construcción de instalaciones de producción y negociar su uso para potenciales

descubrimientos satélites en el sector americano.

- Promover ante el Congreso Mexicano la alianza estratégica para la explotación de la reserva.

### **Conclusiones.**

De acuerdo con las consideraciones planteadas se recomienda.

- Formar un grupo intersecretarial para negociar con EUA un tratado respecto a los recursos naturales en la zona limítrofe en el Golfo de México, que incluya los conceptos de unitización para la explotación de los yacimientos transfronterizos.
- Fortalecer los programas exploratorios que incluyan la adquisición sísmica y la perforación de pozos exploratorios y delimitadores para avanzar en la detección de nuevas oportunidades exploratorias, comprobar los modelos geológicos en el lado mexicano, reducir la incertidumbre del volumen de los recursos prospectivos y descubrir reservas estableciendo su comercialidad; lo que permitirá un mejor dimensionamiento de las inversiones para su explotación.
- Analizar escenarios que permitan capturar sinergías (de inversión y conocimiento) para el establecimiento de zonas de desarrollo conjunto y multiempresarial de los yacimientos transfronterizos.
- Acelerar el proceso de formación de competencias técnicas y gerenciales y transferencia tecnológica y de mejores prácticas operativas para garantizar la eficiente ejecución de estos extremadamente complejos proyectos de inversión.

México tiene un enorme potencial en aguas profundas del Golfo de México. El área Perdido, es idónea para capturar las experiencias internacionales en operaciones petroleras en aguas profundas con el propósito de reducir los tiempos de ciclo, acelerar la creación de valor económico y la formación de competencias críticas para explorar y explotar los hidrocarburos en estas áreas frontera.

Deberemos ser imaginativos y respetuosos de la ley, a fin de garantizar la captura de valor de los Yacimientos Transfronterizos para beneficio de las futuras generaciones de mexicanos.