**ESTUDIO GEOLOGICO DEL CAMPO PETROLERO
RODOLFO OGARRIO.**

HECTOR PEREZ RINCON (*)

I

GENERALIDADES

INTRODUCCION

El desarrollo petrolero en la Cuenca Salina del Istmo, se inició desde principios de este siglo, que fué cuando se descubrieron los campos de San Cristobal, Soledad, Tecuanapa, Ixhuatlán, etc., al Sur del Estado de Veracruz. Sin embargo, el conocimiento de la existencia de manifestaciones de hidrocarburos en la superficie del terreno, se remonta por lo menos a la segunda mitad del siglo pasado cuando con motivo del proyecto de comunicación interoceánica que culminó con la construcción del Canal de Panamá, se hicieron reconocimientos en el Istmo de Tehuantepec.

(*) Geólogo; Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos.

En este Istmo, y con el mismo propósito, se construyó finalmente el ferrocarril que comunica el puerto de Coatzacoalcos, Ver. en el Golfo de México con el de Salina Cruz, Oax. en el Océano Pacífico.

Fué en la construcción de esta vía cuando por primera vez se efectuaron estudios geológicos en esta región, durante los cuales se observaron numerosas chapopoterías que hicieron pensar en la existencia abundante de petróleo en el subsuelo.

De esta manera, en el año de 1902 se iniciaron las primeras perforaciones de pozos con el objeto de explorar las posibilidades petrolíferas en la parte norte del Istmo de Tehuantepec, región que geológicamente se conoce actualmente con el nombre de "Cuenca Salina del Istmo", por existir un gran depósito de sal, que ha originado las estructuras favorables para la acumulación de petróleo.

Desde la fecha del descubrimiento de esta cuenca salina, como zona petrolífera, se han efectuado numerosos trabajos de exploración que han dado como resultado la localización de diversos levantamientos salinos.

Dado el interés económico petrolero y azufrero que tiene dicha zona, podemos decir que es una de las regiones de México en la que mayor número de trabajos geológicos y geofísicos se han llevado a cabo.

El presente trabajo es un estudio geológico económico llevado a cabo de acuerdo con la poca experiencia que ha logrado hasta ahora el autor. Hay que considerar además, que al realizarlo se encontró con que es muy restringida la cantidad de datos que hay hasta ahora, relativos a la estructura de Ogarrio, Tab., a la cual se referirán concretamente estas notas, por lo que no es posible dilucidar completamente las condiciones geológicas por lo que respecta a las partes de la estructura aún no perforadas. Sin embargo, se ha hecho un esfuerzo

para interpretar las condiciones generales de la estructura y de ello deducir cuales sitios son en los que debe perforarse.

Para alcanzar tal objetivo, el que escribe se ha valido de la información geofísica previa y de los resultados de las perforaciones que se han hecho, así como de la experiencia lograda en otras estructuras inmediatas, las que por su semejanza se prestan para establecer comparaciones que son útiles para el fin económico que se persigue.

Los planos que acompañan a estas notas ilustran la secuencia de trabajo seguida.

Como podrá verse en dichos planos, la porción de la estructura en que se ha perforado es aún muy limitada y los fenómenos estructurales son bastante complicados por los fallamientos dificultando en gran parte la interpretación geológica,

LOCALIZACION DEL AREA DE OGARRIO

Se localiza en la parte occidental del Estado de Tabasco, entre los ríos Zanapa y Blasillo, ambos tributarios del río Tonalá, río que sirve de límite entre los Estados de Veracruz y Tabasco. Del poblado y campo petrolero de Agua Dulce, Ver., media una distancia aproximada de 30 Km. hacia el suroeste, y geográficamente, el área queda situada entre los paralelos $18^{\circ} 00'$ y $8^{\circ} 08'$ de latitud norte y entre los meridianos $93^{\circ} 50'$ y $93^{\circ} 58'$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich. (ver mapa de localización).

VIAS DE COMUNICACION

Las vías de acceso al campo de Ogarrío son los caminos provisionales construídos por Petróleos Mexicanos y la carretera que sigue el paralelo 18° , que une al puerto de Coatzaco-

coalcos, Ver., con la Ciudad de Villahermosa, Tab. Además, hay comunicación terrestre con el poblado de Agua Dulce, Ver., que dista 30 Km. de Ogarrio aproximadamente.

La comunicación terrestre en general es bastante accesible excepto en épocas de lluvias las que por ser tan abundantes, traen como consecuencia el mal estado de los caminos, volviéndolos en algunas ocasiones prácticamente intransitables.

Aún cuando la comunicación fluvial a este campo no se ha hecho necesaria, cabría la posibilidad de efectuarse en caso que así lo ameritara, utilizando el río Tonalá y su tributario el Blasillo.

Por la vía aérea, la comunicación a este campo ha sido posible gracias a que cuenta con pista de aterrizaje.

FISIOGRAFIA.

El área en estudio forma parte de la llanura costera del Golfo de México, constituida predominantemente de tierras bajas pantanosas, generalmente inundadas y con una vegetación herbácea compuesta principalmente de zacatones y mangles.

Las porciones de tierra firme que escasamente sobresalen del nivel del mar, están cubiertas por una vegetación exuberante.

Topográficamente, el área es prácticamente plana pues las elevaciones sobre el nivel del mar, raramente exceden de 1 m.

El principal conducto de drenaje del área de Ogarrio lo forma el río Blasillo.

II

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS GENERALES DEL AREA DONDE ESTA EL CAMPO.

El campo de Ogarrio se encuentra emplazado dentro de la Cuenca Salina del Istmo de Tehuantepec. Hasta ahora no ha sido posible delimitar la amplitud de dicha cuenca, aunque solamente se abrigan algunas ideas respecto a su límite occidental y de una parte de su límite sur. Todo lo que puede decirse al respecto es que se encuentra en parte, en el extremo sureste del estado de Veracruz, en parte en el Estado de Tabasco y que su límite norte debe encontrarse dentro del Golfo de México.

Fisiografía e Hidrografía:

La Cuenca Salina se encuentra ocupando una porción de la planicie costera del Golfo, en la que predominan las tierras bajas pantanosas con escasos relieves notables; hacia el sur del área se observan algunas elevaciones que constitu-

yen las estribaciones del macizo granítico de Chiapas.

La principal red fluvial está constituida por el río Coatzacoalcos con sus tributarios Coachapa y Uzpanapa y el río Tonalá con sus afluentes que son los ríos Zanapa, Tancochapa y el río Blasillo.

Geología:

En la región del Istmo, afloran **rocas sedimentarias** de edades que van desde el Triásico-Jurásico hasta el Reciente.

Rocas ígneas solo se localizan fuera de los límites de la cuenca, es decir, hacia el sur donde aparecen expuestas rocas intrusivas de tipo granítico; hacia el noroeste están las rocas efusivas del macizo de San Andrés.

Las rocas sedimentarias aparecen expuestas desde las mas antiguas a las mas jóvenes, de sur a norte, lo que es una evidencia de las condiciones regresivas del mar con cortos períodos transgresivos.

Las grandes masas salinas de esta cuenca debieron obedecer a la existencia de un depósito de agua en un mar cerrado, sujeto a intensa evaporación, quizá durante el Permo-Triásico, que dió lugar a que se depositaran grandes cantidades de evaporitas las que posteriormente se conformaron en domos salinos o en otras formas de levantamientos.

Desde el punto de vista petrolero, las condiciones estructurales resultantes en la Cuenca Salina, revisten gran importancia ya que todas las acumulaciones de hidrocarburos descubiertas dentro de ella están íntimamente relacionadas a estas estructuras; así mismo son importantes desde el punto de vista azufrero ya que sobre el casquete (Cap rock) de algunos domos se explotan considerables cantidades de este mineral.

La columna sedimentaria que se conoce en la región desde el contacto con el macizo granítico de Chiapas hacia el norte es como sigue:

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA

PERIODO		FORMACION
Reciente		
Pleistoceno		
Plioceno		
Mioceno	Superior	Cedral Agueguexquite
	Medio	{ Paraje Solo/Cong. Acalapa Filisola
	Inferior	{ Concepción Superior. Concepción Inferior. Encanto.
Oligoceno	Superior	Depósito/Cong. Nanchital
	Inferior	La Laja
Eoceno.		Lutitas Nanchital/Cong. Uzanapa.
Cretacico	Superior	Méndez
	Medio	Calizas Sierra Madre
	Inferior	{ Calizas Chinameca
Jurásico	Superior	
Triásico		Formación Salina
Paleozoico (?)		Pizarras y Esquistos
Basamento Conti- nental.		Granito.

III

CAMPO DE RODOLFO OGARRIO

ANTECEDENTES

La región en que se encuentra localizado el campo de explotación petrolera "Rodolfo Ogarrio," forma parte de la zona pantanosa del límite occidental de Tabasco, por lo tanto no se encuentran afloramientos de las formaciones antiguas.

Entre las primeras exploraciones petroleras que se efectuaron en las cercanías del área de Ogarrio, merece atención mencionar la desarrollada por Petróleos Mexicanos en el año de 1943, trabajo que consistió en estudios sismológicos y algunos de geología superficial en La Venta, los cuales en realidad estaban encaminados a detallar esta estructura salina.

El trabajo sismológico se basó en el empleo del método de reflexión llamado "perfil continuo" del cual se obtuvieron resultados poco satisfactorios, optándose por abandonarlo.

El método de refracción empleado posteriormente, mediante el sistema de abanicos y líneas, dió mejores resultados que el anterior; sin embargo, solo se obtuvo información estructural para el área de La Venta. En este trabajo se tiró una línea orientada Norte-Sur aprovechando el camino Arroyo

Blasillo-La Venta, de la cual no se obtuvo ninguna evidencia acerca de la estructura de Ogarrio.

De cualquier manera, estos trabajos fueron el principio de una serie de estudios que finalmente llegaron al conocimiento de la estructura que nos ocupa.

En los trabajos de Geología superficial realizados en el area de La Venta, por falta de afloramientos, se empleó el método de fosas, siendo los resultados muy poco satisfactorios.

En el año de 1953 se reanudaron los trabajos exploratorios empleando el método sismológico de reflexión, con el objeto de estudiar el domo salino de La Venta y el área denominada Los Soldados, habiéndose extendido estos trabajos hacia el sureste, hasta ligarlos con el realizado anteriormente sobre el área El Rosario. De esta manera se encontró, hacia el sur del campo El Plan, una estructura que se denominó Bodegas.

En el mismo tiempo al noreste del campo El Plan, se exploró el área Blasillo (actualmente conocida por Ogarrio).

Los trabajos efectuados sobre el área que nos ocupa, consistieron en tirar líneas de reflexión espaciadas cada 4.5 Km., con una orientación Norte — Sur y Este — Oeste, con las cuales se logró una interpretación que esbozó la existencia de un anticlinal seguramente asociado con un levantamiento salino orientado con rumbo NW-SE. Sin embargo, aún con estos trabajos, la estructura se consideró aún mal definida por lo que fué necesario complementarla con otro trabajo adicional. Para tal objeto, se programaron algunas líneas de detalle sobre el alto estructural con el fin de corroborar la información obtenida, tratando en lo posible de mejorarla.

La finalidad perseguida en este último trabajo, no se alcanzó plenamente, en virtud de que las condiciones atmosféricas imperantes fueron adversas por las lluvias intensas, de tal manera que el avance en el trabajo quedó supeditado a lo que permitían realizar estas condiciones.

Estos nuevos trabajos se efectuaron de noviembre de 1953 a junio de 1954 y con los nuevos datos, y los ya obtenidos por el estudio anterior, se hizo una reinterpretación del area. Las configuraciones sismológicas elaboradas fueron: la de un horizonte fantasma intermedio y la del cuerpo de "Sal".

La interpretación en un principio resultó muy confusa, ya que los datos obtenidos en la parte occidental del área fueron de muy mala calidad, presumiéndose la posibilidad de la existencia de una zona de fallas en la parte central, lo cual

impidió que se hiciera una buena correlación continua del horizonte fantasma; no obstante, la existencia de un levantamiento estructural fué evidente aunque difícil de precisar su culminación. En esta configuración los flancos norte, sur y este, quedaron bien definidos: en cambio el flanco oeste se trazó con información muy pobre, aunque un tiro en abanico hecho posteriormente, indicó la presencia del flanco occidental.

Por lo que respecta a la masa de sal, (se le llamó así, por la posibilidad de que existiese una base salina en el área) se consideró así en forma tentativa aunque con datos escasos, pero característicos de los que se conocen de los domos salinos, lo que dió una idea de la posición y profundidad de la culminación.

De acuerdo con todos los datos obtenidos y presentados de una manera generalizada, fue propuesta la perforación de dos pozos de exploración, los cuales quedaron localizados, uno en lo que se creyó que sería la culminación de la estructura salina, y el otro hacia el buzamiento norte de la misma.

De estas dos proposiciones solo se perforó el pozo No. 1, habiendo sido abandonada la otra localización, pero en cambio se perforaron varios pozos que son los que nos han dado la información que sirvió para la interpretación que se expone en este trabajo.

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA CONOCIDA A TRAVES DE PERFORACIONES EN EL CAMPO DE OGARRIO.

En abril de 1957, se procedió a perforar el primer pozo, nombrado originalmente pozo Blasillo No. 1, al que después se le llamó pozo Ogarrío No. 1.

Como pozo de exploración se trató, en primer término de conocer la columna geológica y de determinar la profundidad a la que se encontraba la masa de sal y además conocer las posibilidades económicas de esta estructura.

Los resultados obtenidos desde la perforación del primer pozo llenaron ampliamente los objetivos de la exploración,

pues aparte de la información arriba indicada, se logró coronar el éxito con el hallazgo de arenas aceítíferas comercialmente explotables.

Respecto a la secuencia estratigráfica, esta resultó ser en parte la misma que se conoce en la región, es decir:

Mioceno	Superior	{ Cedral Agueguexquite (ausente)
	Medio	{ Paraje Solo Filisola
	Inferior	{ Concepción Superior Concepción Inferior Encanto.

Discordancia

Triásico — Jurásico?

Sal

En orden descendente se describirá la clase de material encontrado y los accidentes estratigráficos que el que esto escribe ha observado.

RECIENTE

El material del Reciente está formado por una capa de suelo con espesor del orden de un metro, inmediatamente debajo de la cual se encuentra la formación Cedral.

Formación Cedral.

Tiene un espesor aproximado de 500 metros, y se encuentra compuesta por depósitos continentales o de aguas salobres formados por arenas de cuarzo de grano fino a grueso, de color gris claro, unos con aristas angulosas, otros redondeados y suelen aparecer algunos fragmentos de pirita y de óxido de hierro.

Dentro del cuerpo de arena se encuentran intercalaciones de material arcilloso lignítico.

La fauna que esporádicamente se encuentra consiste de restos de moluscos no maltratados.

Debajo de ésta se encuentra la formación Paraje Solo, estando ausente por lo tanto, la formación Agueguexquite.

Formación Paraje Solo.

El espesor de esta formación alcanza hasta 500 metros. Está constituida por una serie de cuerpos de arena color gris claro, de grano fino a muy grueso, unos angulosos y otros redondeados; hay intercalaciones delgadas de lutitas carbonosas y restos de plantas. Predominan los granos de cuarzo y en cantidad subordinada se encuentran pirita, óxidos de hierro, lignita y fragmentos de conchas.

En la parte inferior de la formación aparecen microfósiles como *Amphistegina lessonii* d'Orbigny.

La separación de esta formación con la Filisola que se encuentra inmediatamente abajo, no ha sido posible de fijar y solo en algunos casos se ha hecho tal separación mediante el uso de los registros eléctricos donde se observa un cambio que se considera como el principio del cuerpo de arenas de la formación Filisola.

Formación Filisola.

El espesor de esta formación es difícil de precisar, aunque estimativamente se ha creído que llega hasta 800 metros.

Está constituida de arena gris claro con intercalaciones de arenisca calcárea bien cementada y de lutitas suaves, ligeramente arenosas de color gris verdoso.

— Como se dijo, esta formación solo puede identificarse por medio del registro eléctrico y su paso a la Concepción Supe-

rior lo determina la diferencia petrológica y la fauna característica de ésta. Sin embargo, el paso entre estas dos formaciones en Ogarrio, no es a la manera que se encuentra en otras localidades, es decir, precisamente por la desaparición del cuerpo arenoso para penetrar en lutitas, sino que el paso va siendo gradual y a veces no aparece la fauna que caracteriza a la Concepción Superior; por lo tanto, se presentan dudas para poder fijar correctamente el contacto entre ambas formaciones.

Formación Concepción Superior.

El espesor de esta formación es de aproximadamente 500 metros.

Como se indicó anteriormente, en este campo no se ha podido precisar el contacto entre la formación superyacente y la Concepción Superior, a causa de la escasez e irregularidad de la microfauna determinativa; es decir, donde debiera aparecer *Robulus vaughani* (Cushman) o bien la persistencia de *Robulus rotulatus* (Lamarck), se encuentra un conjunto de microfósiles no determinativos, pero que en general siempre va acompañado de aquellos, lo cual nos guía a pensar en un cambio de formación, dado que en la Filisola no aparece este conjunto. Además nos guiamos también por los resultados de los registros eléctricos, especialmente cuando hay cambios de potencial.

Sorpresivamente, por no ser en este campo el caso común, en el pozo No. 6 se encontró petróleo en cantidad comercial en esta formación aunque sin flujo espontáneo.

Formación Concepción Inferior

Esta formación tiene un espesor en el campo de Ogarrio que varía entre 200 y 500 metros.

En la mayoría de los casos solo se han encontrado segmentos de ella. Tal variación se debe a los afallamientos que la

LAM. No. 4.

afectan, lo cual ha dado lugar a que en algunos casos se encuentre en contacto directo con la masa de sal, como en los pozos No. 8 y No. 13.

Petrológicamente predominan las lutitas de color verde oscuro ligeramente arenosas con trazas de yeso, generalmente son plásticas y suelen aparecer lechos delgados de arenisca; hacia su base aparecen débiles manifestaciones de hidrocarburos.

El contacto de la Concepción Superior y la Concepción Inferior lo señala la aparición de *Marginulina marginulinoi-des* (Göes) o de cualquiera de sus variedades. Otros fósiles comunes en esta formación son: *Bulimina mexicana* Cushman, *Martinottiella comunis* (d'Orbigny) y *Lagenonodosaria hirsuta* (d'Orbigny).

Formación Encanto.

Esta formación es la que se ha encontrado reposando en la cima de la intrusión salina y por lo mismo quizás, la que ha resentido más los efectos de la ascensión de la sal, de todas las formaciones del Mioceno, por ello es que su espesor es muy variable de pozo a pozo. La potencia máxima que se ha encontrado en este campo, es como de 800 metros.

Petrológicamente la composición de esta formación en Ogarrío consiste de arriba hacia abajo de lutita verde oscuro, gris oscuro y a veces verde olivo; es plástica en la parte superior y dura y calcárea hacia la base. Intercalados entre las lutitas aparecen cuerpos arenosos de color gris claro, de grano fino a muy fino y anguloso. Estas arenas se encuentran a distintos niveles en la columna de esta formación, pero las que aparecen impregnadas de hidrocarburos comercialmente explotables se encuentran en su parte inferior.

Los microfósiles que contiene son abundantes y la cima de esta formación se marca por la primera aparición de *Hopkinsina notohispida* Finlay. Además de esta especie se utilizan para identificarla *Cyclammina cancellata* Brady, *Uvigerina laviculata* Coryell & Rivero y otras especies.

Cuerpo de Sal.

Hasta ahora en el campo de Ogarrio, el cuerpo de sal se ha encontrado inmediatamente debajo de la formación Encanto, probablemente porque los pozos han sido perforados en la parte culminante del levantamiento salino.

Hasta la fecha de escribir este trabajo, once pozos habían alcanzado la cima del cuerpo de sal. De estos pozos, siete fueron terminados al llegar al casquete de anhidrita y cuatro penetraron directamente en la sal, sin encontrar el casquete, por lo tanto se ignora como está distribuido el espesor de éste. En donde se encontró está formado primero, de yeso con un espesor muy reducido y después anhidrita. Es posible y hasta probable que en aquellos casos en donde las perforaciones no encontraron material del casquete se deba a los afallamientos del mismo que dejaron descubierta a la sal.

La información evidente de que se dispone hasta la fecha por lo que respecta a la extensión y forma del levantamiento salino, es aún muy incompleta y solo se dispone de los resultados de la exploración sísmológica para estimarla.

CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

Las estructuras geológicas que se encuentran en la Cuenca Salina son las que se han formado por la migración de la sal, unas veces en forma de masas como anticlinales que tienen deformaciones variadas; otras veces, creando columnas verticales de sección horizontal circular o elíptica, que conocemos con el nombre de "domos". Las primeras se encuentran en la parte occidental de la Cuenca y las últimas en la parte oriental de la misma hasta ahora conocida. El período en que se depositó la sal parece haber sido durante el lapso Permo-Triásico.

La cantidad de sal que se depositó debe haber sido inmensa, a juzgar por los tamaños que tienen las masas en extensión y profundidad, de la cual se han medido en un caso más de 2,500 metros de espesor, sin haber logrado atravesarla.

160 13 2 72 99-A N.M.

0 1 2
KILOMETROS

LAMINA 5

DOMO OGARRIO
SECCION TRANSVERSAL
PERTURBACION OCASIONADA POR
ZONA DE AFALLAMIENTO Nº1
HECTOR PEREZ RINCON.

160 13 2 72 99-A N.M.

0 1 2
KILOMETROS

LAMINA 5-A

SECCION TRANSVERSAL
PERTURBACION POSTERIOR
AL AFALLAMIENTO Nº 1
HECTOR PEREZ RINCON.

De acuerdo con la dinámica de la sal, esta adopta las formas que hemos señalado arriba, por su condición plástica, especialmente en el período en que aún contiene una gran humedad, que es cuando su flujo se realiza con mayor facilidad. Su escurrimiento, que se orienta hacia los lugares en que se encuentra ahora acumulada, fué forzado por el peso de los sedimentos que se depositaron sobre su superficie, pues por una parte, dichos sedimentos tienen una densidad específica mayor que la de la sal y ésta, por otra parte, es de condición plástica, por lo tanto las áreas de concentración del flujo de la misma deben haber sido aquellas que favorecían al fenómeno o sean las zonas de menor resistencia, las que probablemente pudieron ser relieves positivos del terreno sobre el cual descansa la sal o bien zonas de fractura.

El crecimiento de las masas salinas formadas por su concentración en una área dada, dependió de la cantidad de sal existente en la zona de alimentación y de la magnitud del peso de los sedimentos que forzaron la ascensión de la masa.

Los levantamientos salinos siempre o casi siempre tienen, en su parte superior, un material compuesto de sulfato de calcio, a veces en forma de anhidrita o bien en forma de yeso de espesor variable. A esta cubierta se le distingue con el nombre de "Casquete de la sal" (cap rock).

El casquete se forma con los residuos insolubles que contiene la sal al disolverse ésta por la circulación de las aguas que bañan su superficie; esos residuos se van precipitando hasta formar una costra sobre la superficie de la masa salina.

Es común encontrar en esa costra cuerpos de caliza, o más bien, calcita. Esta se forma a costa del sulfato de calcio que a manera de anhidrita primero, se transforma después en yeso cuando hay presencia de agua abundante; el yeso a su vez, cuando existe en su ambiente algún agente químico reductor, se desdobra en sus componentes de azufre y calcio por la pérdida de oxígeno.

Todo el proceso del mecanismo que sigue la sal desde su depositación hasta alcanzar el tamaño y las formas en que se encuentra ahora, son bastante conocidos por lo cual no creemos necesario repetirlo en sus detalles.

ESTRUCTURA DE "OGARRIO"

La estructura de Ogarrio fué originada por un levantamiento salino en forma de domo; su eje mayor tiene un rumbo sensiblemente orientado NW-SE.

La sección horizontal de la masa de sal es aparentemente elíptica, según los resultados de las observaciones sismológicas, lo cual, en parte, se ha comprobado hasta ahora con las perforaciones que han llegado a la sal.

Las deformaciones que han sufrido los cuerpos sedimentarios que cubren a la sal, han sido gobernadas estrictamente por el mecanismo ascendente del cuerpo salino, sin la intervención aparente de ningún otro esfuerzo exterior.

Dado que desde el final del Plioceno no hubo acumulaciones notables de sedimentos, que de existir hubieran obligado a una mayor ascensión de la sal, puede pensarse que el cuerpo de sal se encontrará en un estado estable.

Fallas.

La estructura de los sedimentos que se encuentran sobre la sal en el campo de Ogarrio, ha resentido dislocaciones notables. En primer término debe citarse el hundimiento que ha sufrido la parte sedimentaria sobre el lado occidental del domo, dislocación que siguió a lo largo del plano del flanco de la masa de sal, según puede verse en la sección vertical esquemática No. 5. La magnitud del deslizamiento vertical ha alcanzado 700 metros aproximadamente, según se ha comprobado con la perforación del pozo No. 160, localizado en el flan-

160
NM MR. 238

13
MR. 537

2
MR. 508

72
MR. 032

99-A
MR. 042

co occidental de la estructura, reforzado con los datos obtenidos de los otros pozos que se han perforado sobre el flanco oriental. A esa gran falla se le ha designado con el No. 1.

El esquema No. 5-A es un intento de reconstrucción de las condiciones de la deformación producida por ese fallamiento el cual ocasionó un arrastre en la cresta del arqueamiento estructural que afectó en algunos sectores hasta más de 500 metros horizontalmente del flanco oriental, cuyos sedimentos de la parte afectada vinieron a formar parte del flanco occidental, como puede verse en dicho esquema.

Al tratar de hacerse la correlación de las formaciones que se cortaron con las perforaciones sobre el flanco oriental de la estructura, se encontró que no puede hacerse llanamente porque existe una serie de accidentes producidos por fallamiento en la parte no afectada por la falla No. 1, accidentes que han dado lugar a diversas interpretaciones; la que ha prevalecido de ellas es la que considera que dichas fallas tienen bloques descendentes contra la pendiente de la masa de sal, lo que a juicio del autor resulta difícil de explicarse si de tales fallamientos no ha participado el cuerpo salino que es la base de sustentación de los cuerpos sedimentarios.

La explicación que encuentro mas viable para la presencia de esas fallas en contra de la pendiente de la sal es: que se trata de deslizamientos que se han efectuado siguiendo la pendiente del flanco oriental de la estructura, deslizamientos que son posteriores al ocurrido en la zona afectada por la falla No. 1. En consecuencia, las trazas de estas fallas que se encuentran en este flanco oriental y dirigidas en contra de la pendiente de la sal, no son otras sino que es la misma que forma la No 1, transportada hacia abajo con los deslizamientos posteriores ocurridos en el flanco oriental, tal como se ilustra en el esquema No. 5-A.

Claro está que los detalles deben ser variados por las irregularidades que deben existir como consecuencia de este fenó-

meno; pero en principio, esta es la explicación que particularmente creo mas satisfactoria.

Para la distinción de los fallamientos hasta ahora localizados, se ha enumerado cada una de ellas con la progresión 1, 2, 3 y 4 a partir de la proximidad de la sal hacia el exterior.

La localización precisa del área afectada por la falla No. 1, aún no se puede delimitar en toda su magnitud, pero probablemente con lo que se conoce de ella, si puedan fijarse las localizaciones de pozos en cierta extensión de la estructura, sin peligro de situarlas dentro del área de máxima perturbación.

Creo que no sería posible por ahora fijar las magnitudes de los desplazamientos de cada uno de los bloques en el flanco productor de petróleo, en virtud de la dificultad que existe para hacer correlaciones precisas tanto con los registros eléctricos como con el procedimiento de analizar el material desde el punto de vista micropaleontológico. En los casos de tales perturbaciones como la que se observa en Ogarrio, sería muy valioso que hubiera una zonificación faunística de las formaciones que sirviera para medir los desplazamientos en las fallas y precisar hacia donde buscar los cuerpos arenosos de interés, pero desgraciadamente se carece de este medio de control.

La configuración estructural que se ha hecho, según el plano No. 4, para tratar de señalar las áreas de interés comercial, ha sido usando las primeras arenas productoras de petróleo que en general corresponden en posición con la forma estructural que le ha dado la sal a los cuerpos sedimentarios; las perturbaciones y la lenticularidad de las arenas impiden hacer una correlación precisa, por lo tanto debe considerarse como simplemente tentativa y como para base de trabajo.

NW 55° SE
14 550 m.

LA VENTA

100
(1935)

17 15 9 10 128

OGARRIO

40 42 2 3 4

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

17 15 9 10 128

100
(1935)

SECCION GEOLÓGICA
LA VENTA - OGARRIO

1:50,000

RELACION ENTRE LA CONFIGURACION DE LA SAL Y DE ALGUN OTRO HORIZONTE O FORMACION CON LA ESTRUCTURA SISMOLOGICA.

Los resultados de la exploración sismológica en relación con los obtenidos con la perforación de los pozos, puede decirse que coinciden en cuanto a la configuración del cuerpo salino, aunque no en cuanto a la profundidad a la que se encontró dicho cuerpo, en lo que se puede comparar hasta ahora. El eje de la estructura, obtenido con dicho método de exploración geofísico, coincide estrictamente con la realidad, no obstante que las trazas reflejantes del cuerpo salino no fueron del todo claras, por lo que no aparece señalada la gran pendiente del flanco occidental tal como se ha encontrado con los pozos. Sin embargo, podemos decir que fué un éxito positivo la interpretación sismológica, aún cuando esta haya sido incompleta.

Por lo que respecta a la configuración estructural sismológica de los cuerpos sedimentarios sobrepuestos a la sal, puede decirse que no es comparable con los resultados obtenidos con las perforaciones, a causa de que el horizonte fantasma que sismológicamente se trazó, aparece a un nivel inferior al alcanzado por los pozos en aquellos horizontes que sirven para la configuración basada con los datos de los pozos. Además, debe advertirse que los reflejos logrados con dicho mé-

todo no son persistentes y suficientemente claros, de tal modo que ello abunda para no intentar hacer estimaciones de comparación.

RELACION ENTRE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES Y LA ACUMULACION DE HIDROCARBUROS.

Las condiciones de acumulación de hidrocarburos en esta estructura son las mismas que se han encontrado en otros campos similares de la región, es decir, el levantamiento salino ha arqueado en forma positiva a los estratos sedimentarios de manera que el petróleo ha migrado hacia el alto estructural siguiendo los cuerpos porosos y permeables como son las arenas selladas por cuerpos no permeables en su parte superior e inferior.

Las condiciones actuales de acumulación del yacimiento están controladas por fallamientos normales producidos por el movimiento ascensional del cuerpo salino.

De acuerdo con el criterio particular del autor, es probable que dichos afallamientos hayan ocurrido posteriormente a la migración del petróleo hacia la cresta estructural, pues de otro modo, es posible que las fallas hubieran interrumpido la migración de éste, por lo menos parcialmente.

Este caso puede ser prueba de que los deslizamientos de los bloques sedimentarios empezaron a presentarse mucho después de que se había totalmente depositado la formación Encanto, que es la principal productora de petróleo en el Istmo de Tehuantepec.

En cuanto al número de cuerpos arenosos que contienen petróleo en dicha formación, se distinguen hasta ahora, cuatro grupos, los cuales han sido difíciles de correlacionar entre pozo y pozo, en virtud de lo perturbado que se encuentran por los fallamientos. Los registros eléctricos, aún cuando sirven de

una gran ayuda, son sin embargo insuficientes para tal objeto, por lo tanto muy poco es lo que puede hacerse para fijar de manera segura los límites del área productiva.

Los espesores que forman los cuerpos de arenas productoras varían entre 3 y 32 metros aproximadamente. La impregnación de las arenas es buena, lo que ha hecho considerar a este campo como uno de los de primera categoría, dentro de los que se encuentran en la Cuenca Salina del Istmo.

Desgraciadamente, la gran perturbación causada por el deslizamiento del flanco occidental redujo notablemente la superficie aprovechable de esta estructura, pues sin esta circunstancia adversa, el área de recolección que circunda a la estructura es de las más amplias y por lo tanto el volumen de petróleo almacenado sería de lo más notable en esta región. Sin embargo, debe aceptarse que la superficie explotable es aún considerable.

Las secciones transversales marcadas con los números 6 y 7 ilustran las condiciones de acumulación de petróleo en este campo. En ellas pueden verse los afallamientos hasta ahora localizados y la disposición de los bloques de acuerdo con la interpretación que ha hecho el suscrito.

En el pozo Ogarrío No. 6, se encontró un grupo de dos capas de arena impregnadas de petróleo en la formación Concepción Superior. Como este caso es único en este campo, de lo que se conoce hasta ahora, y teniendo en cuenta los efectos de arrastre de la falla No. 1, seguramente se trata de una invasión de petróleo de la formación Encanto a la Concepción Superior, al quedar las arenas aceítíferas de aquélla frente a ésta.

IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las deformaciones en el orden estructural que se observan en el campo de Ogarrio, pueden compararse, en cierta forma, con las de la estructura de Tonalá, de tal modo que no constituye ningún caso particular por lo que respecta a esos deslizamientos sobre marcadas pendientes de los cuerpos salinos.

Como en el caso de Ogarrio, la estructura de Tonalá también tiene una gran área de recolección de petróleo y la cantidad que de este fluido se ha obtenido en Tonalá ha sido aproximadamente, de 54 millones de barriles.

En cuanto al futuro desarrollo del campo de Ogarrio, puede decirse que será hacia la mitad del arqueamiento Noroeste y sobre la parte Sur de la estructura, salvando la parte perturbada. Por lo que respecta al flanco oriental deberán perforarse algunos pozos de exploración, pues aunque el pozo No. 99-A resultó sin arenas impregnadas, debe tenerse en cuenta que es posible que se trate de un caso de esterilidad

local, producido por los fallamientos. Otro pozo que se perfore al oriente del 47 ó del 76, puede aclarar si aún hay petróleo sobre esta parte del flanco, teniendo en cuenta el área de captación que tiene esta estructura.

Sobre la parte noreste del campo, tanto en la masa de sal como en los sedimentos, aparece una especie de nariz estructural independiente de aquel de la tendencia general del levantamiento salino. Probablemente esta deformación subordinada haga extender el área productora hacia ese rumbo.

Para finalizar esta exposición, parece obvio referirse a las condiciones en que se han encontrado las acumulaciones de petróleo en los campos de La Venta y de Ogarrio. En ambos levantamientos salinos han ocurrido deslizamientos, sobre sus flancos, de las masas sedimentarias sobrepuestas a ellos, solo que en el caso de La Venta la zona productora más significativa desde el punto de vista comercial, se ha encontrado, hasta ahora, sobre la parte deslizada y en cambio aparece como prácticamente estéril, el área aparentemente no perturbada. En el caso de Ogarrio se encuentra invertida esa condición, a semejanza, en cierta forma, al caso del campo de Tonalá, aún cuando en Ogarrio al deslizamiento occidental siguió posteriormente el de la parte oriental sin afectar en mucho las formaciones productoras en este flanco. (Véase lámina 8).

Esta observación debe llevarnos a la conclusión de que en ningún caso debe dejarse sin investigar con perforaciones la periferia total de los levantamientos salinos, pues los casos arriba citados nos indican la complejidad que representan los fenómenos que intervienen para la acumulación de petróleo.

Por último el autor cree pertinente recomendar que se investigue con una perforación el bloque alto de la falla localizada sismológicamente (si ésta es de fiar) entre La Venta y Ogarrio que parece ser atractiva para la acumulación de petróleo.

BIBLIOGRAFIA .

- J. B. GIBSON.—El proceso mecánico de la acumulación de Sal Gema y su relación con las Sales Potásicas y los criaderos de Azufre. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros Vol. X (5-6) 1958.
- L. BENAVIDES G.—“Notas sobre Geología Petrolera de México”.
Simposium sobre Yacimientos de Petróleo y Gas. Tomo III. XX CONGRESO GEOLOGICO INTERNACIONAL. México, 1956.
- L. BENAVIDES G.—El Anticlinal del Cerro Pelón, Municipio de Minatitlán, Veracruz, Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. II (10), 1950.
- W.L.F. NUTTALL.—Notes on the Stratigraphy of Southeast México. (inédito)1929.
- AUTORES VARIOS.—Informes Sismológicos e Informes Finales de Pozos; Superintendencia de Exploración de Petroleos Mexicanos, Zona Sur. (inéditos).