

INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DE CHILE

**GEOLOGIA DE LOS TERRENOS
PETROLIFEROS DE MAGALLANES
Y LAS
EXPLORACIONES REALIZADAS**

POR

AUGUSTO HEMMER

GEÓLOGO DEL DEPARTAMENTO DE MINAS Y PETRÓLEO



SANTIAGO DE CHILE
SOC. IMP. Y LIT. UNIVERSO
AHUMADA 32

1935

1935

GEOLOGIA DE LOS TERRENOS PETROLIFEROS DE MAGALLANES Y LAS EXPLORACIONES REALIZADAS

POR

AUGUSTO HEMMER

Geólogo del Departamento de Minas y Petróleos.

Interesante charla dada por el señor Augusto Hemmer ante los miembros del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, en Enero del presente año, en los salones de la Sociedad Nacional de Minería.

Ningún otro ramo de la geología práctica ha avanzado tanto en los últimos años como la geología del petróleo. Esto se debe a que las exploraciones petrolíferas requieren mayores inversiones que las otras ramas de la minería, de manera que solamente las sociedades fuertes o las empresas fiscales pueden dedicarse a estas actividades. Estas grandes inversiones permiten recurrir a todos los medios que puede ofrecer la ciencia a fin de evitar perforaciones estériles, cuyo costo es muy elevado. Así hemos llegado a la situación actual, en que las grandes compañías poseen un servicio geológico muy amplio, dotado de las facilidades para realizar toda clase de investigaciones. Dicho servicio se encuentra subdividido, a grandes rasgos, en la forma siguiente: Los geólogos de los campos de explotación, que ubican las nuevas sondas en los campos conocidos, vigilan su ejecución, especialmente con respecto a las aislaciones de agua, indican las capas que hay que ensayar para petróleo y gas y se ocupan también de los problemas relacionados con la producción. Esto último parecerá algo extraño a primera vista, pero hay que recordar que un pozo normal en el transcurso del tiempo de producción exige manipulaciones técnicas, en general sencillas, pero de vez en cuando, un detalle de la ejecución, especialmente si las aguas se encuentran inmediatamente encima o debajo del horizonte petrolífero, puede dañar el pozo y los geólogos de exploración, ocupados en la búsqueda de probables campos nuevos, cuya misión comprende el levantamiento geológico general, en el que se trata de aclarar la estratigrafía y la tectónica, y la confección de mapas estructurales de las estructuras favorables en todos sus detalles para la ubicación de los pozos de exploración.

En general, es necesario ejecutar antes o simultáneamente, perforaciones de profun-

dididad reducida, que se llaman perforaciones de estructura, para completar estos mapas, porque son raros los casos donde los afloramientos naturales existentes son suficientes para indicar con toda exactitud los factores que pueden haber influenciado la formación y acumulación del petróleo. Los estudios comprenden también, en determinados casos, la observación de ciertos problemas que son de la incumbencia de los geofísicos.

Para la ayuda de ambos grupos de geólogos se tiene, además, otro de diferentes especialistas.

Hay especialistas en tectónica, que deciden si se deberá estudiar una zona o no, y que efectuados dichos estudios, resumen los diferentes informes para separar las líneas fundamentales de las menos importantes. Hay especialistas en paleontología, que determinan las faunas coleccionadas en el terreno, dando así el fundamento seguro para la estratigrafía. Entre ellos los más importantes son los especialistas en foraminíferos. Una de las características de los complejos petrolíferos es que los fósiles de mayor tamaño aparecen destruidos, debido a que ciertos componentes del petróleo tienen la facultad de disolver las cubiertas calcáreas.

Para mencionar un caso concreto de la importancia del papel de estos especialistas, me referiré a las perforaciones de exploración ejecutadas por la Standard-Oil, en la parte Noreste de Venezuela, frente a la Isla Trinidad. Se sabe que el petróleo se encuentra allí en ciertas areniscas intercaladas en las arcillas del Mioceno, que con una discordancia pronunciada descansan sobre arcillas del oligoceno, pero petrográficamente muy parecidas. Los pocos bivalvos y gasterópodos que se encuentran en ambas series son prácticamente iguales, solamente la fauna de foraminíferos es diferente. Se

pueden producir perforaciones estériles por falta de las intercalaciones arenosas en el Mioceno, o sea que este último falta por completo debido a las discordancias existentes, de manera que las perforaciones pasan de capas más modernas directamente al Oligoceno. Esta serie es bastante conocida para asegurar que no existe petróleo y perforar en ella es dinero perdido. En vista de esta situación la Standard no ha vacilado en mantener al lado del Geólogo de exploración un especialista en foraminíferos, solamente para vigilar tres perforaciones en trabajo.

La recopilación de estas experiencias demuestra que los yacimientos de importancia se encuentran, casi sin excepción, en las orillas de los antiguos geosinclinales, donde se han depositado arcillas o margas. Si en tales zonas, a causa de movimientos tectónicos, o por haberse rellenado lentamente por sedimentos, se produce un cambio de nivel, se depositan, en vez de arcillas puras, arcillas arenosas con intercalaciones de arena, areniscas o bancos de caliza y dolomita. Por la presión ya sea de los sedimentos que se sobrepone, o por acciones tectónicas, las arcillas basales se pueden transformar en arcillas esquistosas o esquistos arcillosos. Si sigue el sollevamiento de la zona se formarán sedimentos siempre más gruesos y las capas de arcillas aparecerán más delgadas y menos frecuentes; finalmente puede ocurrir el caso que se encuentren conglomerados y mantos de carbón. Un complejo de esta índole se llama, según Blumer, un complejo petrolífero. El petróleo mismo, se encuentra en la parte media donde las arcillas alternan con intercalaciones porosas. Corresponde a las características de los geosinclinales que los movimientos se pueden suceder varias veces, de manera que en una región se pueden repetir varios complejos petrolíferos, uno encima del otro. Quiero hacer hincapié en que esta repetición de complejos no tiene nada que ver con los números de los mantos petrolíferos explotables, que pueden ser muy variables en cada complejo mismo. Se conocen varios que contienen solamente una capa explotable y para demostrar un caso máximo citaré el ejemplo de Bacú, donde en un espesor de 1.200 m. aproximadamente, para el complejo petrolífero en el sentido estricto de la palabra, se encuentran 16 horizontes explotables que, todavía, de vez en cuando se encuentran subdivididos. Se entiende así, que el domo de Bibi-Eibat, al Sur de Bacú, es

el lugar que ha dado la mayor producción de petróleo en el mundo, calculado por Km. de superficie. En efecto el *Plot 19*, situado en la culminación de este domo, con 60 perforaciones, ha producido durante 20 años alrededor de 8.000.000 de toneladas lo que corresponde a 75 toneladas por M² y el campo de Bibi Eibat en su totalidad ha dado 50 toneladas por M². Para apreciar estos datos hay que tener presente, como se ha comprobado por el procedimiento de galerías, que la recuperación por medio de sondas alcanza, según Schneider a 22% y según Ohambrier solamente a 17% del total del petróleo que se encuentra en una capa. Por galerías se puede recuperar 52% y 43% respectivamente, quedando siempre un resto de 26% y 40% que se puede recuperar en parte, lavando las arenas con agua caliente; pero en la práctica se ha comprobado que este último procedimiento no es económico. Una variación interesante del esquema a que acabo de referirme, presenta el campo de Comodoro Rivadavia. La parte basal del complejo petrolífero está formada por la parte inferior de las arcillas azuladas, que tienen hasta 200 m. de espesor. La parte superior de las mismas arcillas forma el complejo petrolífero verdadero y contiene 3 arenas explotables, en un espesor de 150 m. Hasta este punto las condiciones corresponden perfectamente al esquema. Pero, en lugar de un sollevamiento paulatino se produjo un cambio brusco, de manera que siguen encima del horizonte petrolífero capas de carácter semicontinentales, de color predominante colorado. La era continental no duró mucho y un nuevo hundimiento ocasionó la transgresión senoniana, empezando con las arenas glauconíticas.

He discutido tan ampliamente este esquema de la formación del petróleo porque nos ha servido de base para las exploraciones en Magallanes. Mencionaré, de paso, que bajo ciertas condiciones tectónicas se pueden formar también yacimientos explotables de esquistos bituminosos, como en el caso del campo Plaza Huincul, en el Territorio del Neuquén y en el campo de Cacheuta, que es el campo petrolífero más antiguo conocido en la Argentina y se mantuvo abandonado durante muchos años, hasta que últimamente los Yacimientos Petrolíferos Fiscales han reanudado los trabajos, al parecer con éxito.

Para formarse el petróleo en un complejo petrolífero como el que acabamos de escribir, se necesita calor. Este calor puede ser producido por el peso de las capas super-

puestas, especialmente si durante la sedimentación de éstas se produce un hundimiento, de manera que el complejo alcance una profundidad a la cual corresponda una temperatura más elevada. En la mayoría de los casos, la presión tectónica, que ha formado los plegamientos debe haber sido suficiente para la transformación de la materia orgánica en hidrocarburos. Teóricamente existe hasta hoy una viva discusión sobre la temperatura mínima y máxima, entre las cuales puede haberse producido esta transformación. Ensayos muy recientes, basados en procedimientos fisiológicos, trabajando con solventes como cloroformo y empleando el espectro han comprobado por la existencia de Porphirina ácida que la temperatura no puede haber pasado de 250°. También es interesante anotar que se ha comprobado la existencia de cantidades relativamente elevadas de clorofila, demostrándose, así, que en la formación del petróleo crudo han participado materias vegetales en escala más elevada que lo que se suponía. —Es curioso también, el hecho de haberse comprobado la presencia de hormonas que corresponden a la fauna de ese tiempo. Parece que además del calor, la presencia de agua salada es, si no absolutamente necesaria, favorable a la formación de petróleo. Son suficientes para este resultado las aguas marinas que han quedado en las capas una vez depositadas éstas.

La formación del petróleo mismo no habría que considerarla como una destilación sino como una absorción.

Parece un hecho que cuando empieza la transformación de la materia orgánica en hidrocarburos, el complejo petrolífero contiene una mezcla de agua salada, petróleo y gas. Es interesante anotar, que una de las expediciones científicas para explorar el Mar Atlántico Norte ha extraído casualmente con las sondas marinas algunas mezclas de esta naturaleza, lo que comprueba, que todavía hoy se forma petróleo de la manera indicada. Una comisión especial de las grandes instituciones científicas de los Estados Unidos ha estudiado los sedimentos modernos de la orilla de los océanos actuales, que tienen analogía con los sedimentos de los campos petrolíferos, comprobando que muchos de ellos contienen sustancias bituminosas; pero solamente en uno que otro caso se constató la presencia de petróleo ya formado, en cantidades muy reducidas. Esta mezcla de petróleo, gas y agua, que se forma primeramente, busca en seguida las interca-

laciones porosas. Se conocen casos donde la separación de los componentes de esta mezcla se ha producido solamente debido a la diferencia de peso específico, de manera que se han formado yacimientos explotables en regiones no plegadas, pero estas son excepciones pues en el momento de presentarse, al menor plegamiento se observa la influencia de éste.

Como el objeto principal de este estudio es la región de Magallanes, que es bastante plegada, discutiré directamente la influencia de la tectónica sobre la acumulación de petróleo.

Nuestros conocimientos al respecto se han resumido en la teoría de los anticlinales. En su aspecto más sencillo las cosas se presentan en esta forma: Al formarse un anticlinal o terraza tectónica, la mezcla se disgrega, buscando el gas y el petróleo las partes más altas y el agua las partes más bajas, o sean los sinclinales, produciéndose, al mismo tiempo, por el aumento de presión, una acumulación más concentrada del líquido en las partes más porosas. Teóricamente, en la cúpula misma se debe encontrar solamente gas, pero la experiencia ha demostrado, que tratándose de campos petrolíferos y no de gases exclusivamente, siempre se encuentran también cantidades variables de petróleo en la cúpula que aumenta con la densidad del petróleo que existe en el anticlinal respectivo. Pero este aspecto sencillo se complica en la misma forma, como se complica la tectónica o la estratigrafía. Las fallas o el hecho que las intercalaciones porosas que, como se desprende de las condiciones de su sedimentación, son casi siempre lenticulares no alcanzando al eje de la estructura, pueden impedir al petróleo llegar hasta la cúpula. También pueden formarse yacimientos secundarios, es decir, acumulaciones de petróleo en capas porosas, que no pertenecen al complejo petrolífero, pero que han sido puestas en contacto con él especialmente por medio de fallas. Tipos de yacimientos secundarios son los yacimientos de Rumania y Alemania del Norte, con sus domos de sal. Los domos de sal, son en estos casos solamente factores tectónicos que han producido una mayor acumulación del petróleo. Esto es muy evidente en los campos alemanes, donde en los anticlinales normales de las mismas series, que se encuentran en los alrededores de los domos de sal, no se han encontrado aún acumulaciones productivas. Comodoro Rivadavia representa el caso de tener yacimientos primarios en los

anticlinales y horizontes secundarios en las sinclinales de las mismas estructuras. Es digno de observar que en el caso de Comodoro Rivadavia, las producciones grandes provienen del horizonte secundario, las areniscas glauconíticas, que ya he mencionado. El horizonte primario da producciones más reducidas, pero con una vida más larga.

Los horizontes primarios de la Rumania pertenecen a la formación de sal, de edad mioceno. Esta formación contiene hoy día arenas petrolíferas de gran potencia, pero prácticamente estériles, produciendo algunas sondas 1 tonelada de petróleo lo que es una insignificancia en comparación con las producciones obtenidas de los pozos que explotan los yacimientos secundarios de los cuales el más importante ha dado 11.000 toneladas en 24 horas.

El pozo que mayor producción registra, es el de Cerro Azul, de Méjico, el cual ha llegado a 40.000 toneladas en 24 horas.

Para demostrar la influencia de factores aparentemente muy insignificantes, mencionaré el caso de Pechelbronn, donde una sonda quedó prácticamente estéril en la cercanía de otra muy rica. La galería, que una vez agotado el campo, llegó a la parte correspondiente de la arena petrolífera, demostró que en la cercanía de la sonda pobre se hallaban algunas vetitas de arcilla, que no tenían más de 5 mm. de espesor, siendo ello suficiente para impedir la afluencia de petróleo. Este fenómeno se explica por el hecho de que en el pozo vecino o sea el que estaba en producción, había descendido considerablemente la presión del petróleo y gas.

Pechelbronn es un tipo de campo donde no existen anticlinales. Su tectónica se asemeja mucho a la tectónica del Terciario de Arauco en Chile. Las fallas de Pechelbronn tienen rumbo Norte-Sur y son genéticamente ligadas a las fallas grandes que han producido el foso tectónico del valle del Rin. Ellas mismas tienen en general un salto de 3—8 m. La inclinación de las capas es muy suave al Este. Las acumulaciones se han producido siempre en las partes más elevadas del mismo trozo de capas entre dos fallas. Las condiciones se complican mucho en este campo por la forma lenticular de las arenas en la serie petrolífera.

Ejemplos como este de la influencia de la estructura son muy frecuentes.

El estudio geológico general de una región nueva permite llegar a establecer uno o varios horizontes petrolíferos por sus afloramientos y fijar sus situaciones stratigráficas.

Entonces resulta relativamente fácil indicar una o varias estructuras favorables para su exploración, allí donde las capas no se encuentran a una profundidad demasiado grande, aunque bastante protegidas contra la influencia de la erosión que origina una polimerización y oxidación del petróleo. Desgraciadamente, en la región de Magallanes no se ha podido llegar a tal resultado, debido a que los indicios de petróleos se encuentran diseminados en casi toda la serie sedimentaria. Esto sorprende más aún en vista de que, años atrás, antes de empezar las exploraciones fiscales se habían efectuado 8 perforaciones en busca de petróleo.

Una de estas perforaciones se encuentra en la Isla Riesco, al Este de la Mina Elena, empezada cerca de la base en las arcillas terciarias y alcanzó a explorar alrededor de 400 m. de las arcillas superiores del Cretáceo. Se encontraron solamente muy cerca de la superficie algunos bancos delgados con gas, que afloran cerca de la playa.

En el curso del Río Minas se encuentran 3 perforaciones: Una cerca de la desembocadura del Chorrillo Lynch, que probablemente alcanzó 120 metros, y que, debido a los gases y al poco alcance de la máquina hubo de ser abandonada. La segunda se encuentra aproximadamente a 1 Km. aguas abajo de este lugar y alcanzó a 854 m., siendo el sondaje más profundo de la región. La tercera se encuentra 500 m. río abajo de la segunda y alcanzó 240 m. apr. Las tres se empezaron en las capas basales, (la serie de arenisca terciaria de Felseh, que corresponden a nuestros Estratos de Loreto). La de mayor profundidad ha explorado toda la serie de margas de Boquerón.

Como la región del río Minas forma parte de la estructura de Tres Puentes discutiré en seguida los detalles de estos sondajes. Por el momento me limitaré a decir que ninguna ha encontrado rastros de importancia. En los partes diarios de estos sondajes se menciona con mucha frecuencia la presencia de hollín de Petróleo. No me había sido posible formarme una idea sobre este hollín, hasta que, recientemente, en los ensayos de nuestros sondajes, se logró establecer que ese hollín no era otra cosa que partículas finas de lignita que se encuentran muy a menudo en todas las capas. Estas partículas, naturalmente, flotan en el agua y son negras lo que hizo creer a los Jefes de sonda que se trataba de una especie de asphaltita. Este ejemplo demuestra con qué prudencia hay

que considerar los indicios de petróleo de los sondeos antiguos.

En dirección al Sur, se encuentra en el Río Leña Dura otra antigua perforación que ha adquirido triste fama por la estafa a que dió origen. Dicha perforación empieza en la parte superior de la serie de margas de Felsch siendo posible que haya alcanzado las arcillas de nuestros Estratos de Canelos. Naturalmente, no existen testigos y la duda aumenta porque no se puede establecer su profundidad exacta. Pero, por la forma en que se preparó la estafa, sabemos por lo menos, que existe agua surgente en la perforación lo que nos interesa como demostración de la existencia de una capa porosa en las arcillas. Desgraciadamente, ignoramos la profundidad exacta en que se encuentra, aunque existe cierta probabilidad de que corresponda al horizonte de Tres Puentes. En todo caso, este resultado de la perforación indica que la zona de Leña Dura no es un punto apto para verificar perforaciones.

Finalmente existen tres perforaciones antiguas entre el Río Agua Fresca y el Río Canelos, en la costa. Estas empezaron en la parte superior del cretáceo y la de mayor profundidad alcanzó 550 m. terminándose por un accidente de trabajo. Según Felsch, se observaron rastros de gases en profundidades muy reducidas, y rastros de petróleo desde 210-241 m. en arcillas arenosas. Un segundo pozo alcanzó hasta 192 m. encontrándose, según el mismo autor, rastros relativamente fuertes. No se puede apreciar su importancia porque el pozo no tenía entubación y, en consecuencia, no se encontraba en condiciones de hacer un ensayo en forma, produciéndose derrumbes. Pero siempre que las indicaciones del señor Felsch sean exactas, esto es, que dicho geólogo no haya sido burlado por las personas encargadas de presentarle los resultados de la perforación, parece que en ésta se encontraron rastros de petróleo líquido, lo que se deduce de su descripción, donde se dice que el petróleo tenía un olor fuertemente aromático, que es, justamente, una de las características del petróleo de Magallanes. Su color pardo-oscuro no coincide con el de Tres Puentes. Naturalmente no podemos pretender, que todos los petróleos de la región sean iguales, pero la coincidencia hubiera dado más probabilidad al hecho. Debo observar, que dichos rastros se encontraban mezclados con agua. Felsch dice que el pozo se abandonó por falta de dinero para entubarlo. Pero al mismo tiempo se

empezó otra perforación, que por cierto no alcanzó gran profundidad. El abandono del pozo indica ya que los mismos interesados no tenían fe en el descubrimiento. Según otras versiones, este caso no sería sino la repetición del de Leña Dura, antes citado; es decir, que existiendo rastros verdaderos de petróleo se habrían aumentado artificialmente.

Resumiendo, se puede decir que ninguna de estas perforaciones antiguas permite deducir una conclusión concreta sobre la existencia de un horizonte petrolífero. Su ejecución técnica ha sido deficiente y las pocas muestras que se han tomado no inspiran confianza absoluta, de manera que no puede ser razonable el utilizar tales factores para completar los perfiles geológicos de la superficie. Hay que decir también que, con excepción de la sonda de reducida profundidad, situada en la desembocadura del Chorrillo Lynch, ninguna otra fué localizada según las normas que se emplean en la actualidad para la ubicación de los pozos de exploración o sea conforme a la teoría de los anticlinales, es decir, en el punto más alto de las estructuras, donde los supuestos horizontes petrolíferos han sido protegidos contra la influencia de la erosión y contra el peligro de haber perdido ya su contenido. Naturalmente, ubicando un pozo de esta manera se corre cierto riesgo de encontrar mucho gas y poco petróleo, como he expuesto más arriba. Pero este riesgo es relativamente reducido en comparación con los otros factores. Primeramente, existe en muchos campos cierta dificultad para ubicar exactamente el eje y su punto más alto, especialmente en la región de Magallanes. Por ejemplo, el banco de ostras principal, que nos ha servido como banco de guía, varía en su espesor desde 5-25 m. La distribución de los fósiles es irregular en el complejo mismo, de manera que si no se trata de un afloramiento muy grande no se tiene la seguridad de saber si la base o el techo visible son realmente tales. Donde ha sido posible, se ha levantado techo y base y se puede ver que siempre los puntos más altos correspondientes se diferencian en algo. Si hay que trabajar con interpolación, usando otros bancos, se aumenta la diferencia. La forma lenticular de las capas puede producir una diferencia notable en la situación de los puntos más altos en dos diferentes bancos. La experiencia ha demostrado que en general, los límites inferiores reflejan mejor la tectónica que los límites superiores, espe-

cialmente cuando se trata de bancos de fósiles. Además, hay que tomar en cuenta que casi siempre existen discordancias entre las capas de la superficie y el complejo petrolífero. Para empezar, el plegamiento antiguo siempre se compone de pliegues más estrechos y más numerosos que el más joven que se ve en la superficie, de manera que un punto, digamos a 600 m. del eje en un anticlinal ancho en la superficie, puede encontrarse cerca del sinclinal en el subsuelo, suponiendo, que ambos ejes coinciden. Pero en general también se ha producido un desplazamiento del eje en la estructura moderna con relación al eje de la estructura más antigua. En un caso tal, el alejamiento del eje puede ser fatal, si va en sentido contrario al desplazamiento; naturalmente puede ser un éxito, si se va en el mismo sentido, pero desgraciadamente esto no puede observarse desde la superficie. Un ejemplo claro lo da el perfil de la estructura al Este de la Mina Elena.

Volviendo al estudio de la superficie, repito que no se ha podido establecer por medio de la observación directa un horizonte petrolífero propiamente dicho. Conociendo, ahora, el petróleo de R 2 y R 5 (ambos en Tres Puentes) el hecho hoy día no sorprende tanto como en la época de las primeras perforaciones, porque es sabido que los petróleos livianos casi nunca forman manifestaciones superficiales de petróleo líquido (seepage), por ser demasiado volátiles, de manera que las arenas o areniscas pierden rápidamente su contenido. La única seepage de la región que no admite duda es la descrita por Felsch en el salto de agua del Río Tres Puentes. En un pozo natural, dentro de la arenisca que forma el yacente del banco principal de ostras, han salido de una grieta gotas de un petróleo liviano, de color pardo rojizo con fluorescencia verde de olor aromático y agradable. Según Bonarelli, este petróleo era tan liviano, que dejando la roca con petróleo expuesto dos días al aire perdía todo rastro de olor. Nuestros estudios comenzaron, como es lógico, por limpiar este pozo, que con el transcurso del tiempo se había rellenado con el material traído por el río. En esta ocasión no se observaron rastros de petróleo líquido y así, solamente, un olor débil a nafta en la roca. En otra ocasión se limpió nuevamente el pozo, sacándose pedacitos más grandes de roca con el mismo olor, los que mojándose con agua formaron películas de irisación

igual a la que produciría una gota de nafta o parafina echada en el agua.

Más tarde, en un corte hecho en el banco principal de ostras, en el lugar de la segunda perforación en Tres Puentes, se encontraron en el banco pequeñas gotas de petróleo líquido, igual a las descritas más arriba. Mucho más tarde, cuando ya se habían paralizado los trabajos de perforación, unos mineros dedicados a lavar oro, mientras hacían un canal y sacaban la arcilla glacial que cubre el banco principal de ostras, descubrieron en dicha arcilla y en grietas del mencionado banco, un poco de petróleo líquido del mismo aspecto. Esta manifestación era ya algo más importante que las anteriores, pero no tanto como para publicar en la prensa la noticia de haberse encontrado petróleo surgente, con la consiguiente crítica de los trabajos del servicio. Ocho días después, toda la manifestación había desaparecido. La prosecución de los trabajos de explotación aurífera, en una área más extensa, en el mismo sitio no dió lugar a nuevas manifestaciones de petróleo en este banco, salvo algunas gotas insignificantes en la arenisca que forma la base del banco de ostras o sea en la misma roca donde se encontró el pozo con las primeras manifestaciones descritas por Felsch.

Me he detenido en analizar los detalles de esta manifestación, para demostrar que ella se reduce a unos puntos aislados y que las cantidades son muy reducidas. A pesar de nuestros esfuerzos, no se han podido encontrar manifestaciones parecidas en otros puntos correspondientes del banco de ostras como tampoco en el punto más cercano donde éste forma el eje del anticlinal, es decir en el Río Minas.

Otra manifestación de petróleo líquido, que según Felsch se encuentra inmediatamente al Sur de la desembocadura del Río Canelos. (Estrecho de Magallanes) en un banco de arenisca del cretáceo superior, no ha podido ser confirmada. El petróleo observado allí ha sido probablemente arrojado por el mar, como se puede observar en muchas otras partes de la costa. Corresponde a Muñoz Cristi el mérito de haber sido el primero en establecer la relación entre estas manifestaciones de petróleo y la fecha de hundimientos de vapores, especialmente de buques petroleros. La más grande de las manifestaciones de esta índole se encuentra al Sur de Punta Carreras y ha sido considerada como natural o verdadera en un informe reciente. (Anexo al informe

Decat-Pomeyrol). En vista de la importancia que tendría una manifestación verdadera de petróleo, de tal naturaleza, me propuse aclarar la cuestión, llevando a cabo las investigaciones necesarias, con el resultado de que el señor Pomeyrol hubo de admitir que no se trataba de una manifestación natural verdadera.

A la misma clase de pseudo-indicios petrolíferos pertenecen también las algas marinas envueltas en una capa de petróleo que se encontraron en la playa, cerca del cabo Boquerón, que han dado origen a una discusión científica entre Felsch y Bonarelli.

La arenisca, al Sur del Río Canelos contiene sin embargo otra clase de indicios petrolíferos, que se discutirán más adelante.

De lo antedicho resulta, pues, que el poco petróleo encontrado en el banco de ostras y su yacente en el Río Tres Puentes, representa la única verdadera manifestación de petróleo líquido (seepage) de la región de Magallanes, que se conoce hasta ahora. Considerando la extensión de la región y tratándose de cantidades muy reducidas, resulta un hecho demasiado insignificante para derivar de él solo, resoluciones prácticas.

Otros indicios de la existencia de petróleo líquido en una región son, también las arenas o areniscas petrolíferas secas. En el territorio de Magallanes se han encontrado, en las primeras montañas cerca de la costa al Norte del Río Agua Fresca, areniscas de un color pardo, que han podido ser clasificadas como arenas petrolíferas de tal naturaleza. Estratigráficamente, pertenecen a la base de los Estratos de Loreto o sea, pertenecen al complejo que forma el yacente del banco principal de ostras. El petróleo mismo de estas areniscas se ha volatilizado por la acción atmosférica quedando solamente los restos firmes oxidados y polimerizados, que han dado el color a la arenisca. En una cúpula, que se observa en un afluente Sur del Río Agua Fresca, aparecen, en una zona fallada, nidos de areniscas parecidas pertenecientes al Cretáceo superior, que también representan horizontes secos. Es digno de mencionar, que en la sonda R 2 de Tres Puentes, se han constatado en las capas equivalentes a las areniscas primeramente nombradas, que se encontraron a una profundidad de 146-149 m., manchas reducidas de petróleo líquido, lo que demuestra que este complejo tiene ciertas probabilidades de corresponder a un posible horizonte petrolífero, en una estructura favorable o

sea, donde el petróleo se encuentra completamente protegido.

A otra clase de indicios pertenecen los pedacitos y películas de asphaltita que se encuentran muy a menudo en las capas del Cretáceo, en especial en las intercalaciones porosas. De vez en cuando, la cantidad de asphaltita en dichas areniscas y arcillas es tan elevada, que se puede hablar de una serie verdaderamente bituminosa. Como los estratos en cuestión son fuertemente plegados hasta alcanzar sobre-escurrecimientos en las partes, donde aparecen en la superficie, es muy probable que la asphaltita sea un producto de polimerización de petróleo líquido que se formó debido a la fuerte presión que han sufrido estas capas, de manera que los mismos estratos pueden contener todavía petróleo líquido en las zonas donde se encuentran menos plegados. Si observamos que las arcillas esquistosas y esquistos arcillosos con intercalaciones de areniscas y conglomerados que componen estos estratos, se transforman paulatinamente en filitas y cuarcitas grafiticas debido al metamorfismo tectónico de la Cordillera, donde se aumenta la presión tectónica, se justifica entonces la suposición de que las intercalaciones porosas pueden contener petróleo líquido en las regiones menos plegadas. Y más aún cuando las capas más jóvenes del mismo complejo representan el horizonte madre de las numerosas manifestaciones de gases hidrocarburos de la región, como lo han establecido los estudios geológicos.

Las manifestaciones gaseosas son los indicios que más han llamado la atención de los exploradores anteriores, y en ellas se han basado principalmente las primeras perforaciones. Es un problema teórico no resuelto aún si pueden existir yacimientos apreciables de gases hidrocarburos sin relación alguna con un yacimiento petrolífero. En la práctica, se conocen varios campos de gas exclusivamente, sin que se haya encontrado en ellos un yacimiento petrolífero correspondiente, a pesar de los esfuerzos hechos para descubrirlo. El ejemplo más característico es el campo de gas de Siebenbuergen, provincia de la antigua Hungría, hoy día dividida entre esta nación y Rumania. Allí todas las estructuras exploradas hasta ahora han dado exclusivamente gases. Sin embargo, de Boeckh sostiene que existen los yacimientos líquidos correspondientes, basándose en afloramientos de areniscas petrolíferas secas en el Norte de la misma cuenca. Las perforaciones no han

llegado todavía hasta esa zona. Otro caso ilustrativo es el de Neuengamme, cerca de Hamburgo, donde una sola perforación ha abastecido esta gran ciudad con gas de alumbrado durante varios años. Las exploraciones para encontrar el petróleo correspondiente no han tenido éxito, a pesar de haberse efectuado una docena de ellas. De los resultados obtenidos por estas perforaciones se ha deducido que los gases han subido por fallas en capas porosas del Terciario, mientras el petróleo probablemente se encuentra todavía en la formación madre, en una profundidad demasiado grande para su exploración.

Se ve pues, que la existencia de manifestaciones de gases hidrocarburos no indica con seguridad absoluta la presencia de petróleo líquido. Se ha anunciado, recientemente, haberse encontrado en Austria un procedimiento químico que permite establecer si los gases hidrocarburos se hallan en contacto directo con petróleo o no. Si este procedimiento diese en el futuro resultados satisfactorios, sería fácil resolver la cuestión en cada caso.

En Magallanes, se ha llegado a una resolución definitiva considerando el aspecto geológico del problema. Ha sido uno de los éxitos de la investigación el de comprobar que las manifestaciones más importantes de gases hidrocarburos tienen su origen en los estratos más jóvenes del Cretáceo superior. Ya he mencionado antes que más abajo en el Cretáceo superior aparece asphaltita acumulada en algunos lugares, en tal cantidad que se puede hablar de una serie bituminosa. Habiéndose considerado esta asphaltita como restos de petróleo líquido parece muy lógico que los gases, que se encuentran en las capas superiores de esta serie sean gases relacionados con el supuesto petróleo. El hecho de que no existan manifestaciones nítidas de este último, puede atribuirse a la escasez de afloramientos en general, y al hecho de que las capas con intercalaciones porosas no afloran en esta faja tectónica, donde el plegamiento es favorable para una acumulación de petróleo sin ser demasiado fuerte para haberlo transformado en bitumen consistente.

Llama la atención a primera vista que, en aparente contradicción con la teoría de los anticlinales, las manifestaciones de gases hidrocarburos se encuentran predominantemente en las zonas de los sinclinales. Pero hay que considerar, que los estratos que contienen estas manifestaciones son

arcillas arenosas y que debido a su poca resistencia han sido destruidas por la erosión en los anticlinales, conservándose casi exclusivamente en los sinclinales. Además tratándose de una roca poco porosa, la influencia de la tectónica disminuye considerablemente, de manera que tenemos que aceptar que la mayoría de los gases ya se ha perdido antes, cuando los estratos en cuestión cubrían todavía los anticlinales, de modo que las manifestaciones de hoy día representan solamente los restos que han quedado en las capas.

Para terminar con los indicios directos de petróleo, debo mencionar todavía las areniscas con un olor muy pronunciado a nafta o kerosen (Parafina), que en estado fresco se encuentran en estratos de diferentes edades geológicas, sin que se puedan observar rastros de petróleo crudo. Es lo más probable que estas areniscas han contenido antes de que fueran destruidas por la erosión, gases con un contenido elevado de gasolina; los gases mismos han escapado mientras que la arenisca estuvo en la superficie, quedando solamente restos muy insignificantes retenidos en las partes menos porosas de la roca, impregnándola íntegramente con el olor a gasolina. Este olor se pierde también rápidamente, dejando los pedacitos expuestos al aire.

Como indicios indirectos de petróleo se pueden considerar los gases sulfídricos, que se encuentran en casi todos los campos petrolíferos; también son muy abundantes en Magallanes, encontrándose desde los estratos más antiguos hasta los más modernos.

GEOLOGIA

Las capas más antiguas que se han encontrado durante los estudios actuales, son los Estratos con *Inoceramus Steinmanni*, que pertenecen a la parte superior del Cretáceo medio o a la parte inferior del Cretáceo superior. Más hacia la Cordillera, existen según la literatura, capas más antiguas, pero nuestros conocimientos son muy defectuosos al respecto. Se ha comprobado que parte de dichos sedimentos más antiguos son solamente rocas del mismo Cretáceo, pero muy metamorfosados. Ya se ha dicho más arriba que las arcillas esquistosas y esquistos arcillosos se transforman, debido a este metamorfismo tectónico, en filitas gráficas. Quensel ha señalado la presencia de pórfido cuarífero a ambos lados del

Canal Gallardo, que separa la Isla Riesco de la península Muñoz Gamero; Bonarelli lo encontró en la costa Sur del Seno Almirantazgo y en el Lago Fontano. Tratándose de un pórfido cuarcífero verdadero, tendría que ser de edad pérmica, por analogía con el resto de la Patagonia y como allí formaría también, en la región de Magallanes, la roca base de la serie sedimentaria mesozoico-terciaria. Para la cuestión petrolífera la existencia o no existencia de capas más antiguas no tiene mayor importancia, siendo todos estos sedimentos demasiado metamorfosados para poder contener todavía petróleo líquido.

Encima de los Estratos con *Inoceramus Steinmanni*, que petrográficamente son pizarras oscuras duras, silicificadas y que se fracturan en trozos largos (*Griffelschiefer*) sigue, con una discordancia marcada, una serie de un espesor elevado (alrededor de 500 m.) de conglomerados gruesos, que pasan lateralmente a areniscas de grano grueso con intercalaciones de conglomerados finos; los Estratos de Valdez. Ellos indican la transgresión del Cretáceo superior. Más arriba estos conglomerados y areniscas pasan a formar margas y arcillas endurecidas y apizarradas de color gris-oscuro con intercalaciones relativamente gruesas de areniscas duras, de grano fino y de conglomerados relativamente delgados, como por ejemplo en la Bahía Bougainville. Estratigráficamente se caracterizan por la presencia de *Cardiaster Patagónico*.

Su desarrollo completo más septentrional empieza en la Bahía Aguilar y por tal motivo se ha propuesto para ellos el nombre de Estratos de Aguilar.

La serie descrita se cambia lentamente más arriba en arcillas pizarrosas más arenosas, apareciendo bancos con un color chocolate hasta pardo-oscuro. Existen también intercalaciones de areniscas duras que varían desde el grano fino hasta grueso, y conglomerados finos, que casi siempre se caracterizan por rodados de una arcilla endurecida verde y gris-verdosa. Es digno de observar que las intercalaciones porosas de estos estratos—E. de Tarn—son más constantes que en el resto de la serie cretácea. Por ejemplo, se encuentran bancos de conglomerados que corresponden a este grupo en la costa Norte del Seno Skyring al Oeste del Río Pérez, en su costa Sur en la Punta Rocallosa, en la cumbre de los Tres Morros (Península Brunswick), en la Punta Carrera (Estrecho de Magallanes), en el fal-

deo del Monte Tarn y en varios puntos de la Isla Dawson. Algunos autores que estudiaron la región con anterioridad a nosotros, han tomado parte de estos conglomerados por el conglomerado basal del Terciario.

En la serie que sigue encima de los Estratos de Tarn, se observa un cambio de facies muy pronunciado. En la Punta Santa Ana (Estr. de Magallanes) estas capas se presentan con un aspecto muy parecido a los Estratos de Aguilar, sin contener las intercalaciones de areniscas y conglomerados de estos últimos (Estratos de Santa Ana). En la Punta Kelp (Costa Oriental de la Isla Dawson) y cerca de la Punta Rocallosa, aparecen en su lugar arcillas endurecidas, de color gris claro con muchos bancos intercalados de caliza y dolomita, en su mayor parte silicificados (Estratos de Kelp). Son éstos los estratos más jóvenes que contienen amonites.

Forman el techo de esta serie los Estratos de Prat, que se componen principalmente de arcillas esquistosas y duras, pero menos duras que las anteriores, con concreciones y algunos bancos de areniscas muy duras en parte margosos y calcáreos, en parte glauconíticos; también existen bancos de dolomita, casi siempre silicificados. Contienen una fauna poco característica de bivalvos y gasterópodos.

Esta serie pasa lentamente a arcillas arenosas blandas de color gris-oscuro, con lentes y bancos irregulares de arenisca, en parte glauconítica. Además existen concreciones de dolomita y cal, que de vez en cuando forman bancos. Estas capas—los Estratos de Canelos—están bien caracterizadas por la fauna de *Lahilia Lusia*. Tanto los estratos de Prat como los de Canelos contienen bancos delgados con acumulaciones de foraminíferos, que no han sido determinados todavía.

La edad de las capas descritas hasta ahora, con excepción de los Estratos con *Inoceramus Steinmanni*, es muy probablemente Senoniana. Según las publicaciones de Hauthal y Wilckens existe también la misma serie en la región de Natales, con la diferencia de que, al parecer, los amonites se encuentran allí hasta en las capas más altas del Cretáceo, siendo éstas arenosas principalmente.

Las capas basales del Terciario, los Estratos de Boquerón, descansan con una marcada discordancia encima del Cretáceo. Esta discordancia no es fácil de descubrir en afloramientos aislados, debido a la cir-

cunstancia de que los Estratos de Boquerón se componen principalmente de arcillas muy parecidas a las de los Estratos de Canelos, que petrográficamente casi es imposible distinguir; existe solamente la diferencia, de que las últimas han sido más afectadas por la tectónica. Las intercalaciones porosas que contienen los Estratos de Boquerón, son muy lenticulares, como se demostrará entrando en la discusión de las diferentes estructuras. Basta mencionar aquí, que la sonda de Tres Brazos ha pasado por 750 m. de arcillas, que corresponden a estos estratos sin encontrar ninguna arenisca de importancia mientras que la perforación R 2 en Tres Puentes constató un horizonte de aproximadamente 200 m. en ellos. La exploración en la superficie ha demostrado que en la mayoría de los perfiles se encuentran varios bancos de 1 hasta 5 m. de espesor. La fauna de los estratos en cuestión contiene algunas formas muy características: *Arturia Zigzag*, *Pinna Tumida* y *Cariophyllia*. Existen sin embargo, buen número de bivalvos y gasterópodos que son muy parecidos a formas de los Estratos de Canelos, de manera que ya es el caso de hacer con cierto criterio las colecciones en el campo, a fin de llegar a conclusiones seguras. Por otra parte muchas de las formas de los Estratos de Boquerón se encuentran también en los estratos pendientes, los estratos de Loreto. La edad de los estratos en cuestión es Oligocena y ellos corresponden probablemente a las capas que forman el techo de la formación carbonífera en Arauco, o sea a los Estratos de Navidad de Brüggén (no Steinmann-Moericke), que contienen una *Arturia* parecida a la de Magallanes. El espesor término medio de los Estratos de Boquerón es de 450 m. aproximados. Sin embargo por el perfil de la sonda en el Río Tres Brazos se comprobó un espesor total de 800 m.

Siguen hasta arriba los Estratos de Loreto, que se componen principalmente de areniscas con intercalaciones de bancos potentes de fósiles y varios mantos de carbón. La transición de ambas series se produce paulatinamente en la región de Magallanes misma, intercalándose siempre más arenisca en la parte superior de las arcillas, hasta que predominan las areniscas que contienen intercalaciones de arcillas, de manera que es muy difícil ubicar este límite tan exactamente como requieren los mapas estructurales detallados.

120-150 m. encima del límite se encuen-

tra el banco principal de ostras, que ya se mencionó más arriba en ocasión de los rastros de petróleo en Tres Puentes. Este banco es más propiamente un complejo, con espesor entre 5-20 m. en el cual alternan capas con escasos fósiles con bancos completamente rellenos por ellos. También varían aquí las clases de fósiles predominantes, de manera que dentro del complejo en cuestión se pueden encontrar bancos delgados de otros fósiles; así, por ejemplo, en el perfil del Río Minas, existen dos bancos de *Turritelas*. En el mismo perfil se observa muy bien el cambio lateral, que sufre este banco. Unos 5-10 m. más abajo, en el perfil general, aparecen los primeros indicios de lignito, en forma de un manto inexplorable, debido a su escaso espesor e impureza. El primer manto explotable está situado a 20 m. término medio sobre el banco principal de ostras. Se le ha dado el nombre de manto de Loreto o de Esperanza, debido a las dos minas más importantes de carbón que le explotan allí. En la región de Río Minas, Tres Puentes, aparece, inmediatamente sobre este manto, otro banco de ostras de menos espesor. Unos 50 m. más arriba estratigráficamente, se repite el mismo aspecto: Un manto de carbón y encima otro banco de ostras. Más al Norte, en las barrancas de los ríos Patos y del Medio, este banco de ostras adquiere el mismo aspecto y el mismo espesor que el banco principal de ostras. En la época de las primeras exploraciones, el manto de carbón, en su base, no era visible en los afloramientos naturales y se le confundió con el banco principal. Recientemente gracias a los pozos y zanjas que se han efectuado para completar el mapa estructural, han revelado su situación estratigráfica verdadera. Varios mantos de carbón se encuentran, aún más arriba del banco de ostras último citado. Su número varía en los diferentes perfiles, pero en término medio son 6, intercalados en una serie de areniscas de 400 m. de espesor. Estas areniscas contienen más arriba, en el sentido estratigráfico intercalaciones de conglomerados y, finalmente, los mantos de carbón desaparecen por completo.

Esta es, a grandes rasgos, la facie de los Estratos de Loreto en la cercanía de Magallanes mismo. Pero ya en el perfil de la costa Sur del Seno Otway desaparecen los bancos de ostras mencionados, siendo probable que éstos sean reemplazados por bancos de otros fósiles de poco espesor.

En los cortes de la costa Sur del Seno

Skyring tenemos el mismo aspecto. Allí el espesor de la parte inferior de los Estratos de Loreto, es decir desde la base hasta el primer manto de carbón, varía entre 300-450 m. en lugar de 150 m. que tienen estas capas en la península Brunswick. En la cercanía de la mina Elena, que produce el carbón de más calorías, se conocen solamente 3-4 mantos de lignito, mientras que en el sinclinal situado más al Este existen por lo menos 10 diferentes mantos. Al Norte del Seno Skyring en el perfil del Río Pérez como en el perfil cerca de la Mina Marta, aparecen otra vez los diferentes bancos de ostras con sus mantos de carbón correspondientes. Creo que estos datos son suficientes para comprobar la variabilidad de los Estratos de Loreto sobre extensiones grandes. Tomando en cuenta las condiciones existentes al Sur del Seno Skyring, se aclara también el perfil del Río Tres Brazos y Río Grande. (Brunswick). Según Decat-Pomeyrol, las areniscas, que afloran allí deberían presentar una intercalación entre los Estratos de Boquerón y los Estratos de Canelos, mientras que en realidad corresponden a la parte inferior de Loreto, como lo ha comprobado la perforación en el Río Tres Brazos.

En la zona Norte de Tierra del Fuego, un banco de ostras que corresponda, según su situación estratigráfica, al banco principal, aparece solamente en extensiones muy reducidas. Existe además un solo manto de carbón, ya cerca del límite superior de los Estratos de Loreto e inmediatamente encima se encuentran tobas de color rojizo, que deben corresponder a erupciones basálticas restos de las cuales se observan también en la misma región las que se conocen asimismo en la parte argentina de la Patagonia. Mas al Sur, en la costa occidental de la Isla, en el Río Cóndor, se encuentran nuevamente varios mantos de carbón.

Como último componente del Terciario, tenemos los Estratos de Palomares que son sedimentos semicontinentales como lo indica la presencia de tobas, conglomerados de espesores considerables, areniscas de grano grueso con estratificación inter cruzada y algunos lentes de lignito delgados e impuros que no tienen importancia práctica. En la parte oriental de la región, cerca del límite argentino, aparecen mantos de andesita, basalto y sus brechas correspondientes. Su edad es probablemente Pliocena por corresponder al Santa Cruciano de la Patagonia argentina. Una fauna de mamíferos encontrada últimamente en estas capas que será

clasificada próximamente por especialistas arrojará más luz sobre esta cuestión.

El espesor de esta serie es muy variable debido, primeramente, a la discordancia pronunciada en su base, mencionada ya por Quensel, a la naturaleza de estos sedimentos y también a la erosión experimentada en su techo. Una apreciación prudente llega a 500 m. como término medio en los lugares donde la serie está completa.

No se puede entrar aquí a describir los sedimentos glaciales y fluvio-glaciales que cubren grandes partes del Territorio. Estos sedimentos y los espesos bosques dificultan el reconocimiento de la tectónica. Mencionaré solamente de paso que se debe a la acción de los ventisqueros la mayoría de las características de la morfología actual, como por ejemplo el Estrecho de Magallanes, los senos Skyring y Otway, las bahías Inútil y San Sebastián. Además son los ventisqueros los que han transportado el oro de las vetas metalíferas de la Cordillera, formándose lavaderos explotables debido a la concentración secundaria y terciaria en las terrazas y lechos actuales de los ríos.

Tectónica.—Se ha dicho ya que el primer plegamiento que se conoce se produjo antes del Cretáceo superior y después de la sedimentación de los Estratos con Inoceramos. No conocemos mayores detalles de este plegamiento; por lo demás esto no tiene mayor interés para la cuestión del Petróleo.

Durante la sedimentación del Cretáceo superior han ocurrido varios movimientos de menor importancia, como indican los bancos de conglomerados, que se encuentran en los diferentes estratos, especialmente en los de Aguilar y los de Tarn.

Un segundo movimiento muy importante, tanto en el sentido general como desde el punto de vista económico, es el plegamiento post-cretáceo y pre-oligoceno, que ha motivado el levantamiento principal de la Cordillera. En la zona de la Cordillera misma, este movimiento ha originado un metamorfismo regional, al cual me he referido más arriba tratando sobre los indicios de petróleo, transformando las rocas del Cretáceo en cuarcitas y filitas grafiticas. No se han estudiado en esta zona los detalles de la tectónica correspondiente, comprobándose solamente de una manera general la existencia de grandes sobre-escurrecimientos. Dichos sobre-escurrecimientos siguen hasta relativamente muy al Este en el Vorland de la Cordillera. Una idea de su intensidad lo da el perfil de la costa oriental, de la isla Dawson. Más al este y

Noreste, la forma de estos sobre-escurrimientos se hace más sencilla de manera que, por ejemplo, en el perfil septentrional de la Isla Riesco, se observa solamente la repetición de la serie íntegra del Cretáceo superior, desde los Estratos de Canelos hasta los Estratos de Valdez, con inclinación al Este. En la península Brunswick, la zona de sobre-escurrimientos termina en dirección al oriental Oeste de Punta Prat, en las cumbres de Los Tres Morros y del Monte Tarn. En los Tres Morros en estructuras aparentemente sencillas, descansan los Estratos de Tarn sobre una facie local de los Estratos de Santa Ana (Estr. de la Vaquería). La cumbre del Monte Tarn está formada por Estratos con *Inoceramus Steinmanni*, que tienen como yacente los mismos Estratos de Tarn. Se entiende que solamente en casos muy excepcionales estas zonas sobre-escurridas tienen importancia para la busca del petróleo, porque son justamente estas las fajas de plegamiento donde se han observado los rastros de bitumen sólidos en las capas del Cretáceo. Más al oriente, el plegamiento se suaviza mucho, de manera que se forman anticlinales con inclinaciones regulares, en las cuales se puede esperar que el petróleo exista todavía en forma líquida como son los anticlinales de Punta Prat y de Río Canelos (Estrecho de Magallanes) y en la Costa Sur del Seno Skyring, al Este de la Mina Elena.

Puede considerarse como una consecuencia póstuma de este plegamiento post-cretáceo la intrusión del batolito granítico en la zona de la Alta Cordillera.

El siguiente movimiento tectónico se ha producido en el Terciario mismo, después de la sedimentación de los Estratos de Boquerón y antes de depositarse los Estratos de Loreto. En el centro de la cuenca, o sea en la cercanía de Magallanes mismo, este movimiento es de poca importancia. En los perfiles correspondientes existe, aparentemente, una transición paulatina entre los dos estratos en cuestión; sin embargo, en los testigos sacados de la perforación R 2 (Tres Puentes) se observa que las inclinaciones en las capas de los Estratos de Boquerón son mayores que las inclinaciones en los Estratos de Loreto. Pero tanto en la orilla Norte como Sur de la cuenca—en la Sierra Dorotea cerca de Natales y en el Río Cóndor de Tierra del Fuego—se ha constatado que faltan capas que corresponden a los Estratos de Boquerón y que los Estratos de Loreto descansan directamente sobre el Cretáceo.

El plegamiento siguiente, que es posterior a los Estratos de Loreto y anterior a los Estratos de Palomares es, como el plegamiento pre-terciario, de un alto interés para la cuestión petrolífera. Es relativamente suave y sencillo, produciendo anticlinales y braqui-anticlinales, como los de Río Minas-Tres Puentes-Río Patos. Pero este plegamiento no es tan sencillo como lo han presentado los investigadores anteriores a nosotros, quienes señalaron anticlinales uniformes desde el Cabo Boquerón en la Tierra de Fuego, hasta al Norte del Seno Skyring. Estudios detallados han comprobado, que se trata más bien de una serie de braqui-anticlinales o cúpulas alargadas, que se encuentran en la misma faja del plegamiento, pero que son relativamente independientes entre sí. Ciertas complicaciones que se observan en este plegamiento, especialmente cerca del límite Cretáceo-Terciario, indican claramente la influencia de la estructura del Cretáceo sobre el movimiento relativamente débil en cuestión.—Un ejemplo claro de estas complicaciones se observa cerca de la mina Elena, donde en el sinclinal terciario aparece un plegamiento muy irregular que probablemente refleja un anticlinal o dislocaciones del Cretáceo.

Queda todavía por analizar el movimiento, que ha producido el plegamiento de los Estratos de Palomares. Se entiende que este es más joven que estas capas, pero más antiguo que el cuaternario. En general las capas de esta serie tienen inclinaciones muy suaves al Oriente, que no sobrepasan 5°. Sin embargo, en el perfil del Río Rubens se observan en las mismas capas anticlinales muy escarpadas con inclinaciones hasta 80°. Llama la atención que en la cercanía se encuentran centros de erupciones basálticas como en el Morro chico y en el Morro Grande, de manera que puede existir una relación entre estos plegamientos fuertes y dichos centros—problema este muy discutido aún, en general. Las pampas que existen en el Norte y Noreste del Territorio dificultan considerablemente la observación de la tectónica en esta serie, especialmente en vista de que no se conocen capas guías bien características en ella. Como expondré más adelante, sería de un gran interés para la cuestión petrolífera encontrar un anticlinal o cúpula, o a lo menos una terraza tectónica en esta serie.

Finalmente, hay que mencionar los diferentes solevantamientos y hundimientos de la costa en el cuaternario y post-cuater-

nario. Las diferencias de niveles que se han producido son bastante importantes en algunas partes; además, existen observaciones que indican que no se trata solamente de movimientos verticales, sino que se han producido también plegamientos muy suaves en conexión con fallas. Pero en la actualidad no hay razones suficientes para conceder gran influencia de estos movimientos sobre la acumulación de petróleo.

Resumiendo se ve que la región de Magallanes cumple con los requisitos indispensables para la formación de un campo petrolífero, tanto desde el punto de vista estratigráfico como tectónico. En lo que se refiere a la estratigrafía, resulta de lo descrito que pueden existir varios complejos petrolíferos en el sentido expuesto más arriba. El más joven de estos complejos, que tienen al mismo tiempo un desarrollo más claro, empieza con las arcillas de Canelos y Boquerón como capas de envoltura basales y termina con los conglomerados y mantos de carbón como zona de cubierta. Por no existir bastantes indicaciones en la superficie no se ha podido deducir en qué parte se encuentran las areniscas petrolíferas lo que técnicamente requiere un estudio de cada capa porosa. Pero, basándose en las manifestaciones de petróleo en el banco principal de ostras en Tres Puentes, era de esperar que se encontraría el verdadero horizonte no mucho más bajo de la base de los Estratos de Loreto. Complejos parecidos, pero no tan pronunciados, se presentan, también, varias veces en la serie del Cretáceo, especialmente en los Estratos de Prat y en los Estratos de Tarn. Las dificultades para resolver los problemas relacionados con estos supuestos horizontes consisten en la irregularidad de las intercalaciones porosas y en el espesor elevado de los sedimentos, que cubren en las estructuras favorables estos probables complejos petrolíferos. Este último hecho impide también ubicar una sonda de manera que sea posible estudiar varios complejos en ella, lo que aumentaría considerablemente sus posibilidades de éxito.

En lo que se refiere a la tectónica, existen también estructuras favorables para la acumulación del petróleo como se ha dicho ya de una manera general más arriba. En la región de Magallanes la tectónica juega un papel más importante que de ordinario para la ubicación de sondas de exploración, en vista del cambio rápido en los detalles de la estratigrafía, que son de suma importancia para la formación de petróleo, pero

que no se pueden prever por el simple estudio de la superficie. Se impone, pues, un estudio muy detenido de la tectónica para tener a lo menos una seguridad absoluta respecto de este factor. Tomando en consideración todas las conclusiones expuestas los siguientes anticlinales se prestan, en primer lugar, para ubicar sondas de exploraciones: El anticlinal de Tres Puentes, la estructura al Este de la Mina Elena, las de Punta Prat y del Río Canelos (estrecho de Magallanes).

Todos ellos han sido levantados en la forma más prolija posible y los resultados obtenidos se han presentado en mapas estructurales de escala de 1:2000, 1:5000 y 1:10 000. Para llegar a las conclusiones mencionadas ha sido necesario también levantar cartas de otras regiones de un interés especial, en escalas parecidas, mientras que el resto de la región se ha presentado en un mapa general de 1:50 000. Entre las estructuras favorables recién mencionadas, el anticlinal de Tres Puentes ocupa un lugar preferido por sus inclinaciones suaves, lo que permite establecer, mejor que en otros casos, los detalles necesarios de la tectónica y la presencia del complejo petrolífero más joven en una reducida profundidad; existiendo además la posibilidad de alcanzar otro supuesto complejo petrolífero siempre que el espesor de las capas no fuera demasiado grande.

En consecuencia se ubicó la primera perforación en el punto más alto de la cúpula en el mismo Río Tres Puentes. Para garantizar un estudio y vigilancia completa y excluir la posibilidad de atravesar una capa porosa sin observarla, se decidió ejecutar la sonda con carotaje continuo a pesar de que este procedimiento aumenta considerablemente los gastos y el tiempo de la ejecución. Los testigos sacados fueron estudiados de manera más minuciosa empleando el binocular y el microscopio. Cualquier capa interesante, ya desde el punto de vista teórico o práctico, se ensayó también con cloroformo, acetona y el tetracloruro de carbón para reconocer los rastros de petróleo y gases con gasolina. Otros testigos fueron sometidos a procedimientos químicos diferentes para aclarar cuestiones de interés más general. Invariablemente se hizo lo posible para sacar el máximo de provecho de la sonda. Los primeros rastros de gases se encontraron en la reducida profundidad de 18-25 m. Luego se presentaron areniscas con olor a nafta; el primer indicio de petró-

leo líquido apareció en forma de pequeños rastros en una arenisca petrolífera seca en general, a una profundidad de 146 m. Siguiéron luego rastros de gases y roca con olor a nafta en las diferentes areniscas en la parte superior de los Estratos de Boquerón. Dichos Estratos se presentaron en el perfil de la perforación con más intercalaciones de arenisca y más arenosos en total que en la mayoría de los afloramientos naturales. En 390-580 m. se encontró una arenisca muy dura, en parte silicificada y en parte calcárea, con bastante gas; en las grietas de esta roca y en las partes algo más blandas se encontraron gotitas de petróleo líquido. En consecuencia nos hallamos frente a un horizonte de gas y petróleo, pero debido a su poca porosidad dicho horizonte ofreció muy pocas probabilidades de producir petróleo en cantidades comerciales. Debido a esta última consideración, no se hicieron ensayos prácticos en el momento de haberse alcanzado su base y en vista, también, que el diámetro del pozo se había achicado ya bastante debido a los ensayos de los rastros que se habían encontrado más arriba de modo que se resolvió emplear un procedimiento más moderno que consiste en hacer los ensayos una vez alcanzada la profundidad que se desea, empezando desde abajo para terminar con las capas de menor profundidad. Se continuó pues, la perforación en busca de otro horizonte con mayor expectativa. Durante estos trabajos se produjeron siempre, de vez en cuando, erupciones de gas del horizonte mencionado, algunas veces bastante violentos. Cuando se hubo alcanzado la profundidad de 1.177 m., una de estas erupciones ocasionó derrumbes de la arenisca petrolífera que acuñaron las barras de perforación, produciéndose en esta forma un trabajo de pesca, imposible de efectuar con los elementos que el servicio tenía a su disposición en aquel momento. No se encontró ninguna intercalación de importancia en la parte inferior de los Estratos de Boquerón, ni en la parte atravesada de los Estratos de Canelos. Considerando que la perforación había pasado ya el lugar estratigráfico de la intercalación porosa al Sur de la desembocadura del Río Canelos (Estr. de Magallanes), mencionada más arriba, y en vista de la dificultad que podrían seguir ocasionando las erupciones para la continuación de la perforación, se resolvió renunciar a la pesca completa, que se podría haber hecho pidiendo el material necesario, adoptándose en cambio,

la determinación de efectuar la pesca solamente hasta la base del horizonte petrolífero, o sea hasta 600 m. aproximadamente, para hacer el ensayo práctico de este horizonte. La pesca resultó hasta la profundidad de 640 m. y una vez terminada ésta se entubó el pozo en debida forma, es decir con tubos perforados entre los límites correspondientes al horizonte petrolífero. El primer ensayo comprobó la existencia de gases con 75 atmósferas de presión, con el pozo cerrado, y solamente pequeños rastros de petróleo líquido. En estas circunstancias era demasiado peligroso seguir trabajando con la máquina Rotary de perforación, por cuyo motivo se retiró ésta preparando con el material antiguo de sondaje un equipo más adecuado. Estas preparaciones incluso la construcción de una torre nueva ocuparon alrededor de dos meses. Reanudados los ensayos se constató que la presión de los gases bajaba rápidamente, de manera que no fueron suficientes para alimentar el fuego de una caldera permanentemente, pero que junto con ellos se había acumulado una mayor cantidad de petróleo líquido. Se calcula haber extraído durante los ensayos 5 toneladas de petróleo líquido. En los últimos días la producción bajó a 30-40 litros diarios. Naturalmente una producción tan reducida no tiene interés comercial. En vista de que habían fallado todos los métodos para aumentar la producción, se decidió como último recurso torpedear la capa petrolífera—procedimiento común en los campos de Polonia y en algunos de los Estados Unidos donde el horizonte petrolífero es poco poroso. Este procedimiento que consiste en producir una explosión en el pozo mismo y a la altura de la capa petrolífera, tiene por objeto agrietar la roca dura, a fin de permitir mayor afluencia de petróleo al pozo, cuando aquél se encuentra impedido de llegar a éste por una roca demasiado compacta, como era el caso en la perforación R 2. Merece citarse al respecto a Thompson «Oil-Field Exploration and development», uno de los libros standard mundiales en materia de petróleo que dice (pág. 720 y 722) «Donde el petróleo está diseminado en rocas dolomíticas o calcáreas o donde la variación lateral de la textura de rocas duras, conduce a la distribución irregular del petróleo en la capa, se puede obtener considerables beneficios destrozando la roca con explosivos poderosos. El efecto de la explosión en la roca dura no solamente conduce a la destrucción

de una capa productiva, permitiendo por lo tanto movimientos más libres del petróleo, sino que crea un centro de disturbio que causa la liberación momentánea de gran energía potencial, pues el petróleo y el gas encerrados bajo una gran presión en los poros de la roca, escapan con violencia. Los pozos en los campos de Appalachian atraviesan los horizontes petrolíferos, obteniendo poca o ninguna indicación de petróleo, mientras no se hayan torpedeado, después de lo cual, frecuentemente, fluyen libres durante un tiempo y alcanzan una buena producción. Los pozos petrolíferos en Oklahoma y Kansas (Estados Unidos) son casi siempre torpedeados una vez terminada la perforación. En estos distritos un pozo muy difícilmente se considera terminado sin haberlo torpedeado y esto se omite solamente, cuando se estima que el torpedo puede tener malas consecuencias, como ser la inundación con agua salada, especialmente en los casos en que la arena petrolífera tiene un espesor reducido y se sabe que existe una capa de agua salada muy cerca».

De esta exposición se deduce claramente que el uso del torpedo en la sonda R 2 no solamente era justificado sino que, no efectuarlo hubiera sido una omisión criticable. Para no dañar los tubos encima del horizonte petrolífero, lo que hubiera significado grandes trabajos de fresa, se preparó una primera bomba con una cantidad reducida de explosivo la que no dando el resultado esperado fué seguida de otra bomba más potente. A pesar de esto no aumentó en forma apreciable la cantidad del petróleo líquido. Se observó, solamente, la existencia de gases en mayor cantidad con una presión más elevada. El pozo mismo no sufrió daño de consideración de manera que después del torpedo pudo llegarse con la cuchara hasta la base de la capa petrolífera lo que permite vaciar el pozo en un caso dado.

Mientras se efectuaban estos ensayos, se había proseguido una segunda perforación en el Río Tres Puentes con la máquina grande Rotary. Para la ubicación del punto, se había tomado en cuenta el resultado del primer ensayo en el pozo R 2, que parecía indicar la existencia de gases con alta presión y de poco petróleo líquido en el punto más alto de la cúpula. Según esto una perforación algo distante del eje parecía la más indicada, como se deduce de la teoría de los anticlinales expuesta más arriba. Se eligió un punto 420 m. distante del eje del anticlinal, en el ala Este, que

tectónicamente queda 35 m. más bajo que el punto de la primera perforación; esta diferencia debería ser lo suficientemente grande para salir fuera de la zona de gases fuertes, encontrándose en lugar de éstos más petróleo líquido. Por otra parte no era tan grande la diferencia para correr el riesgo de caer en la zona de agua. La profundidad de esta perforación estaba prevista, desde el principio, solamente para alcanzar la capa petrolífera, reconocida en la primera sonda. En vista de la escasa distancia, no era necesario, naturalmente, ejecutar esta perforación con carotaje continuo limitándose a sacar testigos solamente en las profundidades correspondientes, donde se habían presentado rastros más pronunciados en la primera sonda y además los testigos necesarios para establecer los diferentes límites estratigráficos. Desgraciadamente, el resultado de esta segunda sonda (R 5) fué inferior al de la primera, a pesar de que el horizonte petrolífero se presentó petrográficamente más favorable por el hecho de ser más blando y más poroso. La diferencia entre los resultados de ambas sondas refleja claramente la influencia de la tectónica. En la primera se obtuvo gases con presión hasta 75 atmósferas y algunos metros cúbicos de petróleo; en la segunda también se obtuvo gases, que llegaron solamente hasta 4 atmósferas y algunos litros de petróleo que aparecieron recién después de un ensayo muy extenso. Si por una casualidad se hubiera ejecutado esta segunda perforación antes que la primera posiblemente se habrían abandonado los trabajos en la estructura de Tres Puentes.

Con la perforación R 5 se terminaron las perforaciones en la estructura de Tres Puentes momentáneamente, debido al hecho de que el Gobierno concedió solamente los fondos necesarios para continuar una sola sonda. Como a la sazón la perforación R 5 habría sido desmontada, mientras la perforación en Punta Prat, se encontraba en trabajo, era lógico seguir esta última, considerando especialmente que en su instalación se había invertido una suma considerable.

El mérito indiscutible de las perforaciones del Gobierno en Tres Puentes, especialmente de la sonda R 2, es la comprobación de un verdadero horizonte petrolífero en la región de Magallanes, que ninguna de las anteriores logró establecer. Estas perforaciones sirven ahora como base para la orientación de los futuros trabajos, que se justifican

ampliamente a pesar de que, desgraciadamente, el horizonte en el perfil del Río Tres Puentes mismo no es comercialmente explotable. Las causas pueden ser varias y no se puede entrar aquí en detalles al respecto, solamente quiero recalcar que disponemos de datos precisos que demuestran la existencia de diferentes factores que influyen en la formación y acumulación de petróleo. Estos factores varían en una escala bastante considerable, en la extensión de 6 km. de la corrida conocida de la estructura Río Minas-Tres Puentes-Río Patos. Por ejemplo, la arenisca petrolífera, en la forma encontrada en la sonda R 2, tenía en el primer momento un aspecto algo extraño por lo que se refiere a la estratigrafía y se la puede comparar solamente con las capas de la Punta Steinmann. En la segunda perforación, su aspecto ya se acercó más al de las intercalaciones corrientes en los Estratos de Boquerón; al mismo tiempo, su espesor se redujo a 150 m. o sea 40 m. sobre una distancia horizontal de 420. Los pocos datos seguros, que se ha constatado en la antigua sonda en el Río Minas, permiten asegurar que ella no ha encontrado un complejo de areniscas de este espesor y características. La presencia de tal complejo habría llamado la atención del Dr. Felsch, quien, por primera vez, ha subdividido el Terciario en una serie de margas y otra serie de areniscas y que al mismo tiempo ha revisado las muestras de esta perforación. En su lugar se encuentran en la profundidad correspondiente, varios bancos de arenisca separados por arcillas. No sorprende que uno u otro de ellos haya contenido agua, como lo demuestran los datos de la perforación antigua, en vista que ella se encuentra alejada del eje del anticlinal más de 1 km. porque existen pocos campos petrolíferos, donde las alas contienen petróleo hasta esta distancia. Si tuviéramos la seguridad absoluta de que los rastros de petróleo en esta sonda han sido tan importantes como se afirma en los informes, podríamos entonces estar seguros de encontrar petróleo en cantidades comerciales en el eje de la estructura en el Río Minas.

Se entiende, además, que con un cambio de las intercalaciones arenosas, cambiará también el carácter del horizonte madre de petróleo y no se ve ninguna razón para no aceptar en un lugar u otro de una estructura, donde las condiciones han dado lugar a la formación de petróleo, el hecho de que estas mismas condiciones puedan haberse pre-

sentado tan favorablemente que hayan originado la formación de cantidades comerciales, especialmente si se puede comprobar que esas condiciones varían en la extensión del anticlinal.

Otro elemento tectónico, que puede jugar un papel importante son las fallas, comprobadas por las investigaciones geofísicas y aclaradas por las perforaciones de estructura, efectuadas últimamente. Estas fallas pueden, en ciertos casos, producir una acumulación más importante, que los anticlinales; son de especial importancia en los lugares, donde cruzan los ejes de estos últimos.

En vista de estas consideraciones, la continuación de las exploraciones en la estructura de Tres Puentes queda ampliamente justificada. En primer lugar, ellas se deben concentrar al estudio del horizonte conocido ya; en segundo lugar, hay que explorar en puntos apropiados a mayor profundidad, en busca de otro horizonte, que se podría esperar en la parte inferior de los Estratos de Canelos o en la parte superior de los Estratos de Prat. Al mismo tiempo, se deben seguir las perforaciones de estructura, especialmente en el Norte de la zona, entre el Río Chabunco y el Río Los Patos.

Contemporánea con la primera perforación de Tres Puentes, se efectuó con otro equipo una perforación en el valle del Río Tres Brazos. Existe allí un anticlinal cuya importancia es algo dudosa, mientras no se conozca su continuación al Norte y al Sur. Tampoco se puede establecer la situación de su eje con la exactitud necesaria para la ubicación de una sonda de exploración, quedando entre las observaciones más cercanas para establecer el eje una distancia de 1,2 km. En este espacio el eje puede encontrarse en cualesquier punto. La comisión Decar-Pomeyrol, a base de los antecedentes expuestos, pero sin determinar previamente la situación exacta del eje, ubicó allí su primer sondaje. Más tarde hubo de admitir que se había equivocado también respecto a la situación estratigráfica de este punto creyendo que se encontraría más abajo, en este sentido de lo que realmente estaba (véase «Cuadro comparativo entre las sondas R 2, P 7 y R 5» confeccionado por Pomeyrol), a pesar de que el límite entre los Estratos de Loreto y Boquerón es visible en varios afluentes del Chorrillo Vitrac, en la cercanía de la sonda. Esta perforación empezó en la parte superior de los Estratos de Boquerón alcanzando la parte superior de los Estratos de Prat, con una profundidad

total de 1.293 m. La perforación se efectuó en la misma forma que la R 2, es decir, con carotaje continuo, y los testigos fueron examinados con igual prolijidad que en la otra sonda nombrada. En toda la profundidad de 1.293 m. no se encontraron intercalaciones porosas de importancia, solamente aparecieron guías de areniscas hasta de 10 cm. de espesor que en parte tenían olor a gasolina. Cuando, en la profundidad mencionada, se presentaron dificultades técnicas, que aumentaron considerablemente el costo por metro perforado, se decidió suspender la perforación, considerando que los resultados obtenidos hasta ese momento y la inseguridad respecto a la situación tectónica de la sonda, no justificaban su continuación.

A pesar de haber fallado completamente esta perforación en el sentido de ubicar un horizonte petrolífero, los trabajos ejecutados han servido para aclarar muchas cuestiones relacionadas con la estratigrafía.

Terminada esta sonda, la máquina fué trasladada a Punta Prat para explorar capas más antiguas en una estructura del Cretáceo a que se ha hecho referencia más arriba, pretendiéndose alcanzar especialmente los Estratos de Tarn, con sus intercalaciones de areniscas y conglomerados de manera, que la posibilidad del éxito de esta perforación se fundó desde el principio en alcanzar una profundidad grande para lo cual se proyectó llegar hasta 1.800 m. Siendo el terreno muy duro, especialmente en la parte inferior de los Estratos de Prat y la parte superior de los Estratos de Santa Ana, el avance fué relativamente pequeño. Pero, entrando en los Estratos de Tarn, el terreno se presentó más favorable para avanzar con más ligereza. En dichos Estratos se han encontrado las areniscas y conglomerados finos que se esperaban. Ultimamente, la sonda entró en una arenisca que ya tiene 90 m. de espesor sin que se haya llegado a su base. Se han observado también allí, rastros líquidos de petróleo y gases y, justamente, el día antes que se paralizaran los trabajos por falta de fondos, se produjo la primera erupción de gas. Actualmente, el pozo se encuentra lleno con agua de inyección y cerrado con una válvula de seguridad. Sin embargo, los gases que se pueden acumular en la parte superior del pozo, alcanzan 150 libras de presión y si se abre la válvula, arrojan parte de la inyección. Es lógico en tal caso que la presión de los gases baje en seguida ya que se trata solamente de gases acumulados que sufren la contrapre-

sión del agua de inyección impidiendo la afluencia libre de los gases directamente de la capa. A juzgar por las manifestaciones actuales, la sonda podría llegar a tener éxito, si no precisamente en el sentido comercial por lo menos en forma de justificar la continuación de los trabajos de exploración en esta estructura. Se considera que la terminación de la perforación para llegar a la profundidad prevista en caso necesario, ocupará todavía medio año, después de la reanudación de los trabajos de perforación.

Para aclarar en definitiva la cuestión petrolífera de la región de Magallanes, se necesita, además de los trabajos ya mencionados en las zonas de Tres Puentes y Punta Prat, por lo menos una sonda en la estructura de Río Canelos (Estrecho de Magallanes) y otra en la cúpula al Este de la Mina Elena. Según los resultados que se obtengan de las perforaciones mencionadas, cabría efectuar 2 a 3 perforaciones más en cada una de las estructuras. En caso de encontrarse una estructura favorable en los Estratos de Palomares—problema que hay que resolver independientemente de los trabajos de perforaciones—se impondría también realizar un sondaje sobre ella, para estudiar la parte basal de los Estratos de Loreto y la parte superior de los Estratos de Boquerón, hasta alcanzar el horizonte actual de Tres Puentes, siempre que el punto no se encuentre demasiado arriba estratigráficamente en la serie de Palomares. Puede ser que las futuras perforaciones en la zona septentrional de la estructura de Tres Puentes den mayores indicios respecto a la parte basal de los Estratos de Loreto. En caso que la actual sonda de Punta Prat demostrase la posibilidad de un horizonte más antiguo, que no se pudiera estudiar en esta estructura por encontrarse a una profundidad excesiva, sería necesario levantar en detalle la costa Norte del Seno Skyring, al Oeste del Río Pérez, donde se conoce en un perfil, un anticlinal en que los Estratos de Tarn afloran en el eje.

Está demás agregar que los estudios geológicos y las perforaciones de estructura servirían también, para ampliar nuestros conocimientos de la región.

Si consideramos los trabajos efectuados por parte del Gobierno hasta ahora en Magallanes, se convendría en que se ha hecho un estudio concienzudo de la geología y la tectónica, llegándose a resultados nuevos importantes, tanto para la geología en general, como para la cuestión petrolífera en

especial. Este trabajo ha sido bastante duro debido a las condiciones especiales de la Región. En las zonas de un interés inmediato, estos estudios han sido ampliados por medio de investigaciones geofísicas y por sondas de estructura y otros trabajos de exploración. Las perforaciones en Tres Puentes, ejecutadas de acuerdo con estos estudios, han comprobado por primera vez, la existencia de un horizonte petrolífero que por desgracia no es comercialmente explotable en este lugar, aunque existe la esperanza bien fundada de hallarlo en tales condiciones en otros puntos de la misma estructura. La sonda de Punta Prat, que fué paralizada por falta de fondos sin alcanzar la profundidad prevista, presenta ya las mismas caracterís-

ticas de la primera perforación en Tres Puentes, y con ello la probabilidad de un éxito. Para la apreciación de estos resultados es necesario tener presente que se trataba de un campo completamente desconocido desde el punto de vista petrolífero y de la técnica de las perforaciones. Habría que considerar finalmente, que en los campos petrolíferos conocidos de Alemania por ejemplo, según las últimas estadísticas, la relación entre sondas productivas y estériles es de 12,2 y que en varios domos de sal de los Estados Unidos, situados en la cercanía de otros domos conocidos, se han necesitado a veces hasta 50 perforaciones para llegar a obtener una producción comercial efectiva.

.....