

ASFALTITA Y PIROBITUMEN ASFÁLTICO

Por CARLOS A. S. PISCIONE

Introducción. — Esta nota preliminar tiene por objeto adelantar algunas investigaciones realizadas sobre las asphaltitas y los pirobitúmenes asfálticos argentinos. El trabajo completo, con el título *Algunas asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos argentinos*, tuvo por objeto el estudio químico-geológico de tales yacimientos y fué presentado para optar al título de Doctor en Química, en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Los afloramientos de estas sustancias, de indudable valor económico, se presentan abundantemente en el territorio de Neuquén y la provincia de Mendoza, pero debido a innumerables factores, entre los cuales cabe hacer notar la esporadicidad de estos afloramientos, su búsqueda resulta prácticamente librada al azar si la erosión no los ha puesto en evidencia. Por otra parte, la enorme distancia de los centros consumidores, la precariedad de las comunicaciones, la escasez de mano de obra especializada y la falta de recursos regionales dificultan la explotación económica de los yacimientos conocidos.

Los pirobitúmenes asfálticos que fueron quemados en estos últimos años para cubrir una pequeña parte del enorme déficit de combustible sólido, llegan a los mercados a precios tan elevados que sólo podrán mantenerse en estas excepcionales circunstancias.

Es indudable que, con el restablecimiento de las importaciones, el pirobitumen asfáltico no podrá competir con el carbón inglés, pues si bien posee mayor poder calorífico, presenta, aparte del alto costo, dificultades técnicas que obliga generalmente a usarlo inyectado.

Es necesario insistir en que la verdadera utilización integral de los pirobitúmenes asfálticos reside en la obtención de los productos de su destilación, aprovechándose así el alto contenido en volátiles. Al mismo tiempo creemos posible llegar a obtener, de acuerdo con los ensayos realizados, coque de buenas características.

El panorama económico para las asphaltitas es completamente distinto,

ya que, debido a las numerosas aplicaciones industriales de este bitumen, es posible que aumente su explotación con el incremento del intercambio exterior, teniendo en cuenta la calidad de nuestras asfaltitas y la relativa escasez de estos yacimientos en el mundo.

No deseo dar término a esta introducción sin expresar mi reconocimiento por las facilidades que me dispensó en todo momento la Dirección General de Minas y Geología, tanto en los viajes realizados como en los trabajos de laboratorio.

Definiciones. — Las definiciones que siguen, transcripción en castellano de la obra de Abraham (1, pág. 60), son indispensables para la correcta interpretación de este escrito.

Bitumen: Es un término genérico aplicado a sustancias nativas de color, dureza y volatilidad variables, compuestos principalmente de hidrocarburos sustancialmente libres de cuerpos oxigenados. Algunas veces está asociado con sustancias minerales. Los constituyentes minerales son *fusibles y muy solubles* en sulfuro de carbono, dando productos sulfonados insolubles en agua.

Esta definición incluye el petróleo, el asfalto nativo, las ceras minerales nativas y las asfaltitas (gilsonita, glance pitch y grahamita).

Pirobitumen: Es un término genérico aplicado a sustancias nativas de color oscuro, comparativamente duro y no volátil, compuestas de hidrocarburos que pueden contener o no cuerpos oxigenados. Algunas veces está asociado con sustancia mineral. Los constituyentes no minerales son *infusibles y relativamente insolubles* en sulfuro de carbono.

Esta definición incluye: los pirobitúmenes asfálticos (elaterita, wurtzilita, albertita e impsanita), también los pirobitúmenes no asfálticos (turba, lignito, carbones bituminosos y antracita) y sus respectivos esquistos.

Asfaltita: Es una especie de bitumen sólido, comparativamente duro, de color oscuro y poco volátil, compuesto principalmente de hidrocarburos sustancialmente libres de cuerpos oxigenados y parafina cristalizante. Algunas veces está asociada con sustancias minerales. Los constituyentes no minerales son difícilmente *fusibles y muy solubles* en sulfuro de carbono, dando productos sulfonados insolubles en agua.

Están incluidas en esta definición: gilsonita, glance pitch y grahamita.

Pirobitumen asfáltico: Es una especie de pirobitumen sólido, comparativamente duro, de color oscuro y poco volátil, compuesto de hidrocarburos sustancialmente libre de cuerpos oxigenados. Algunas veces está asociado con sustancias minerales. Los constituyentes no minerales son *infusibles* y en gran parte *insoluble*.

Están incluidas en esta definición: elaterita, wurtzilita, albertita e impsanita.

Pirobitumen no asfáltico: Es una especie de pirobitumen de color oscuro comparativamente duro y no volátil; compuesto de hidrocarburos *conteniendo cuerpos oxigenados*. Algunas veces está asociado con sustancias minerales. Los constituyentes no minerales son *infusibles* y poco solubles o insolubles en sulfuro de carbono.

Esta definición incluye: turba, lignito, hulla, carbones bituminosos, antracita y, además, los respectivos esquistos.

La interpretación del término « bitumen », según lo expresa claramente Abraham, es empleado en su obra divorciándola completamente de la idea de *solubilidad* y no tiene ninguna relación con la expresión « bitumen total », usado en muchos libros de texto para designar la fracción soluble en sulfuro de carbono, lo cual es responsable, en gran parte, de la confusión existente en la terminología.

La expresión « pirobitumen » implica que la sustancia, cuando está sometida al calor o al fuego, generará o se transformará en cuerpos semejantes a bitúmenes (en su solubilidad y propiedades físicas).

Distribución geográfica. — En la República Argentina las asphaltitas y los pirobitúmenes asfálticos se hallan distribuidos en el sur de la provincia de Mendoza y norte del territorio de Neuquén, entre los 34° a 38° de latitud sur y los 68° a 70° de longitud oeste.

Para su ubicación rápida en el mapa debemos buscar estas manifestaciones bituminosas y pirobituminosas alrededor de los centros volcánicos terciarios y post-terciarios, ya sea andesíticos o basálticos. Esta distribución no es una mera coincidencia, sino que existe una vinculación genética importante.

Posición estratigráfica. — La posición estratigráfica de los yacimientos estudiados va desde el Oxfordiano hasta el Senoniano, vale decir, que debemos buscar los horizontes madres del bitumen entre estos dos pisos y entre la llamada Serie Porfirítica (umbral, según Groeber (6), pág. 67) y el Oxfordiano.

Los posibles horizontes madres son: el Valanginiano, Titoniano, Kimmeridgiano, Caloviano y posiblemente también el Liásico.

Edad. — La edad de estos yacimientos es la misma que la de la roca ígnea a la cual está ligada genéticamente.

Habría que pensar también en los movimientos orogénicos terciarios, que originando grandes presiones, podrían haber causado la explosión del bitumen de los yacimientos madres formando los de asphaltitas y de pirobitumen asfáltico. Pero si bien en el centro y sur de Mendoza y norte de Neuquén estas presiones dejaron profundos rastros en la región cordillerana, en la zona pedemontana, donde afloran las vetas del sector del Auca Mahuida, albergadas en los sedimentos supracretáceos del Senoniano (Areniscas con Dinosaurios) las capas aparecen prácticamente horizontales, sin indicio de presión tectónica alguna. Por lo tanto,

en este caso debemos excluir completamente el factor tectónico en la formación de las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos.

En general podemos afirmar la existencia de una íntima relación genética con el vulcanismo terciario y post-terciario. Asimismo es evidente que la intervención de la tectónica no es indispensable, debiéndose la considerar como factor secundario.

Aspecto general de los yacimientos. — Estas manifestaciones bituminosas y pirobituminosas se presentan en vetas generalmente casi verticales, en forma de «diques» como «La Escondida», «Auca Mahuida», «Pehuenche», «Fortuna 4», «La Esperanza», «Santa Teresita», «San Eduardo», «La Riqueza» y «Gral. San Martín». Sin embargo existen otras formas, aunque son menos comunes, como la de «filón capa» de «La Valenciana» y apófisis de la «Gral. San Martín».

Es conveniente usar la nomenclatura de las rocas intrusivas al hablar de las asphaltitas y los pirobitúmenes asfálticos para distinguirlas de carbones que son sedimentarios. Además, como aquéllas han sido intruídas, inyectadas, ya concordante o discordantemente, nunca puede asignársele origen sedimentario al pirobitumen de «La Valenciana» por el solo hecho de ser concordante con las calizas esquistas, arcillosas y muy bituminosas del Titoniano, ya que el «filón capa» cumple esta características de concordancia.

Origen. — Prescindiendo de la discusión del origen del petróleo, diremos solamente que tanto la teoría vegetal como la animal, explican en forma plausible el origen de este bitumen y las comprobaciones de laboratorio lo confirman. La teoría mineral está actualmente en desuso, ya que por síntesis no fué posible obtener sustancias con actividad óptica, mientras que de numerosas experiencias, encabezadas por las de Engler, llegóse, partiendo de sustancias orgánicas, a sustancias bituminosas ópticamente activas, semejantes al petróleo y asfaltos.

Lo más probable es que el petróleo se origine a partir de sedimentos orgánicos, ya sean vegetales o animales, o de ambos, trayendo con la predominancia de uno y otro de estos sedimentos y modificaciones en los factores tiempo, temperatura y presión, variaciones en las características físicas y en la composición química.

Estas deposiciones tuvieron lugar en mares interiores, lagunas costaneras, estuarios y bahías. En la República Argentina evidencian el régimen marino los abundantes gastrópodos y bivalvos hallados en los estratos que representan las ingresiones de los mares Jurásico y Cretácico.

Especialmente durante toda la vida del mar Titoniano-Neocomiano, las acumulaciones de moluscos (también posiblemente de flora acuática) se comprueba como abundante, al observar los esquistos bituminosos resultantes de la acción tectónica posterior.

Podemos afirmar también que fué en el Titoniano donde la sedimentación simultánea de carbonato de calcio, sustancia orgánica y arcillosa, originó el « sapropelio », luego una caliza arcillosa muy bituminosa, y posteriormente el esquisto del cual puede originarse petróleo, como se ha evidenciado en la práctica.

Existe sin embargo la posibilidad que el petróleo no necesite formarse necesariamente del esquisto bituminoso sino directamente del « sapropelio », pero el mecanismo de su génesis es todavía algo oscuro.

Engler, en el laboratorio, destilando sustancias grasas a 365-420°C y a 20 a 25 atmósferas, obtuvo mezclas de hidrocarburos semejantes al petróleo. No debemos impresionarnos por la temperatura elevada que empleó Engler en su ensayo, ni tampoco sabiendo que las porfirinas encontradas por Treibs en los bitúmenes se descomponen a 200-250°C (in Fester, 3, pág. 63 y 4, pág. 4).

Abraham (1, pág. 99) cita dos obtenciones de sustancias bituminosas; una de ellas fué realizada en atmósfera de hidrógeno, a 38 atm. y a 240°C, partiendo de gelatina, caseína y CO₂Ca. Obsérvese que en este caso no se ha pasado el límite de temperatura indicado por Treibs.

Todo esto nos indica que, en la formación del petróleo, generalmente la temperatura no pasa de este marco, lo cual se consigue con un aumento de presión y la intervención del factor tiempo, no consignada en el ensayo, pero de capital importancia en los fenómenos geológicos y geoquímicos. Por consiguiente: a mayores espacios de tiempo y a mayor o igual presión corresponden en la formación del petróleo menor temperatura.

Hasta aquí hemos dado una brevísima reseña del posible origen del petróleo, necesaria para interpretar el de las asphaltitas y pirobitúmenes asphalticos, los cuales tendrían distinto origen, según las opiniones de Abraham y las de Fester.

Según Abraham¹ el pirobitumen asphaltico sería el último grado de metamorfosis del petróleo, pasando por asfalto y asphaltita como grados intermedios, como se ve en el siguiente cuadro:



¹ Opinión que comparto.

Los procesos comprendidos en el término metamorfosis son, según este autor : oxidación, sulfurización, polimerización y condensación. Es decir, durante esta metamorfosis se elimina hidrógeno gradualmente y los hidrocarburos se reajustan en estructuras más complejas, enriqueciéndose en carbono y aumentando el peso molecular.

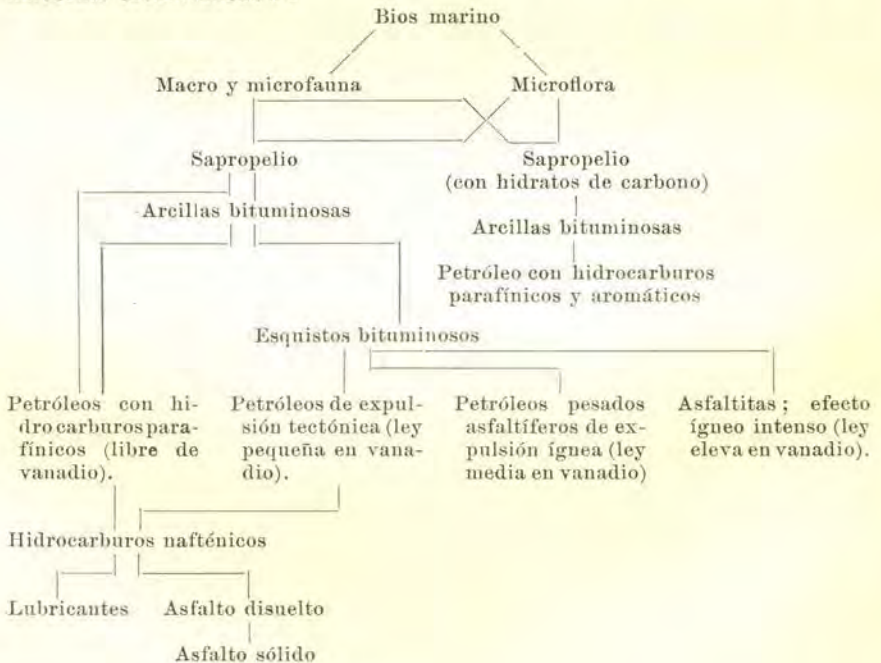
Richardson (8, pág. 493) especifica que el metamorfismo se manifiesta por una disminución del porcentaje de bitumen soluble en nafta y un incremento en coque, como asimismo un aumento del punto de fusión y del peso específico. Esto lo hemos también comprobado comparando los « tests » de las asphaltitas y los pirobitúmenes asfálticos estudiados.

También se basa Abraham en la teoría de Clifford Richardson (9, pág. 59) sobre la importancia de las acciones catalíticas que en el petróleo ejerce la sustancia mineral dispersa al estado coloidal en la transformación a bitumen sólido, es decir, a asphaltita y posteriormente a pirobitumen asfáltico.

En las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos estudiados, esta sustancia mineral está casi totalmente representada por los sulfuros de vanadio, níquel y hierro.

En resumen : por acción del calor, presión, tiempo y catalizadores se llegaría a obtener asfalto nativo, luego asphaltita y por último pirobitumen asfáltico, si partimos de petróleo de base asfáltica o semiasfáltica, y se obtendría cera mineral (ozoquerita), de un petróleo de base parafínica.

Fester (3, pág. 76) presenta el siguiente « árbol genealógico de las materias bituminosas » :



En este cuadro se observa como diferencia fundamental, con el presentado por Abraham, la prescindencia del petróleo en el origen de las asphaltitas, ya que, si bien el primero puede derivar, según Fester, tanto directamente del sapropelio o indirectamente del esquistos bituminoso, la asphaltita se originaría a partir de este último sin pasar por el petróleo. Además, según este autor, sólo el asfalto deriva del petróleo por polimerización, condensación y oxidación, caracterizándose por su contenido nulo o bajo en vanadio. Nótese también la importancia que el autor otorga al vanadio en la clasificación no sólo de la intensidad de la acción ígnea, sino también del tipo de expulsión.

Mecanismo de la intrusión. — Las vetas «La Esperanza», «Auca Mahuida» como las de «La Riqueza», «La Valenciana», etc., están evidentemente ligadas a la acción volcánica como principal factor en la expulsión del bitumen de los estratos que lo poseyeron o que lo encerraron. En la zona de la Sierra del Auca Mahuida no afloran estratos bituminosos; pero debemos admitir la existencia de ellos, principalmente las capas bituminosas del Titoniano, o sino una cuenca petrolífera.

Si bien en algunos casos, como en «La Valenciana», podríamos hacer también intervenir la presión tectónica como factor de expulsión, aunque de menor importancia, en el sector del Auca Mahuida éste queda excluido, ya que los mencionados estratos supracretácicos del Senoniano no presentan ningún indicio de perturbación y descansan casi horizontalmente sobre la supuesta serie bituminosa Jurásica. No existen, pues, los pliegues indicados por Windhausen (13, láms. IV y VI), encontrándose las Areniscas con Dinosaurios con una inclinación de 3° a 4°, no hallándose la estructura tectónica de «anticlinales y sinclinales bajos» citada por el mencionado autor y rebatida ya por Wichmann (12).

Vemos por consiguiente que el factor preponderante en la expulsión del bitumen fué el calor producido durante la actividad volcánica que formó el basalto de la Sierra del Auca Mahuida (en este caso), el cual, atravesando las series bituminosas o actuando sobre acumulaciones petrolíferas expulsó el bitumen de la roca madre, o la roca portadora, en forma radial a la intrusión, observándose así, mejor que en cualquier otro de los casos estudiados, la importancia del vulcanismo en la formación de estos bitúmenes sólidos y pirobitúmenes asfálticos.

Ya conocemos en Auca Mahuida el factor preponderante en la expulsión del bitumen, pero ¿cómo intruyó las Areniscas con Dinosaurios y por qué no se observan indicios de fractura ni planos de diaclasa concordantes con la dirección de las vetas? Esta observación realizada por otros autores en distintos yacimientos de asphaltitas y de pirobitúmenes asfálticos ha producido numerosas hipótesis, pero ninguna, a mi entender, satisfactoria.

Rassmuss (7) basándose en la explicación de Suess sobre la formación de « necks » volcánicos completamente independientes de la « estructura tectónica », lo cual se observa en el caso de las vetas « La Escondida » y « Auca Mahuida », le asigna por similitud una formación explosiva, pero en esos casos, como él mismo lo afirma, las vetas de asphaltitas estarían rellenas por rocas completamente trituradas por la explosión, lo que no se verifica en las vetas del sector del Auca Mahuida, donde el porcentaje en sustancias minerales es bajísimo (0,2 a 1 % en cenizas) y ninguno de los « caballos de piedra » encontrados indicaba haber soportado una explosión. Es indudable que las vetas de pirobitumen asfáltico de « La Riqueza », « Santa Marta », « La Esperanza » y la parte superior de la « San Eduardo » poseen un elevado porcentaje en cenizas; pero en el primero de los casos ésta está casi completamente formada por yeso que se ha depositado en buena parte posteriormente a la intrusión del bitumen. En el caso de « La Esperanza » y « Santa Marta » el bitumen fundido se ha introducido por fracturas y por diaclasas y en la parte superior de la « San Eduardo » se eleva el porcentaje de cenizas debido a los trozos sueltos introducidos en la diaclasa por donde, en este caso, ascendió el bitumen. En la mina « La Valenciana » el pirobitumen asfáltico se halla como « filón capa »; por lo tanto ha seguido la dirección de menor esfuerzo, y la « General San Martín » con su aspecto de « hongo » y bajo contenido en cenizas, descarta evidentemente un posible origen explosivo.

Para las asphaltitas del sector del Auca Mahuida, donde no se observa fractura preexistente ni diaclasas por donde pudo haber subido el bitumen, es posible esta explicación: si el horizonte madre lo consideramos Titoniano-Valanginiano y la asphaltita fundida tuvo que ascender hasta el Senoniano, que descansa horizontalmente, es muy posible que la asphaltita poseía una determinada orientación de salida de los estratos inferiores del Cretácico superior, ya sea dirigida por diaclasas o por fracturas y, conservando esa dirección, separó las areniscas supracretácicas del Senoniano englobando parte de éstas y fabricando su propia « roca de caja ». Es decir, que no ascendió por una fractura preexistente en el Senoniano sino que, dirigida por fractura o diaclasa de pisos inferiores, produjo en las Areniscas con Dinosaurios una fractura que luego relleno.

En general puede afirmarse que el mecanismo de la intrusión de estas sustancias es del todo semejante al de las rocas filonianas; por esto y para distinguirlas de los carbones conviene emplear la nomenclatura usada para estas rocas ígneas.

Sustancias minerales en asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos. — Para determinar cuáles son las sustancias minerales que impurifican un carbón, se realiza generalmente el análisis químico de sus cenizas, pero es

difícil, sino imposible, identificar correctamente las sustancias minerales contenidas en estos bitúmenes y pirobitúmenes solamente por vía del análisis químico de las cenizas. Esto sólo nos puede indicar el porcentaje de los óxidos sin indicarnos más que a *grosso modo*, a qué mineral correspondían, y un intento de reconstrucción por el método de las combinaciones probables, es de escaso valor y puede dar errores apreciables. Pero si se agrega al análisis químico de las cenizas la observación microscópica, es posible conocer la constitución mineralógica de las cenizas y su proporción aproximada, aunque en determinadas circunstancias resulta engorrosa esta determinación, debido a la transformación que algunos minerales, caolinita y yeso, por ejemplo, sufren por acción del calor.

Combinando la observación microscópica y el análisis químico de las cenizas con el estudio microscópico de la sustancia mineral separada por flotación y la que se observa a simple vista o a la lupa en campaña y en el laboratorio, es posible determinar cada una de las sustancias minerales y su génesis, punto difícil de aclarar en el caso de los carbones, pero algo más simple en las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos.

Es también importante no triturar el combustible a grano muy fino, pues de esta manera se pierde un elemento más de juicio que es la observación megascópica de las cenizas, que puede ser de mucha utilidad ya que, de este modo, pueden reconocerse los trozos de «roca de caja» ya sean esquistos o areniscas y trozos de minerales como calcita y yeso, etc. Estos trozos a veces no son visibles directamente porque están englobados por el bitumen o el pirobitumen.

Sustancia mineral inherente sapropelítica. — Se llama «sustancia mineral inherente» a la que se halla en el carbón, proveniente de la sustancia mineral que poseía la planta.

En nuestro caso, llamamos con ese nombre al que le agregamos la palabra «sapropeítica», a la sustancia mineral que se ha introducido en el bitumen durante su proceso de formación en el sapropel, distinguiéndola de la aportada posteriormente. Propongo llamar a esta sustancia mineral «sustancia mineral inherente sapropelítica» para diferenciarla de la «sustancia mineral inherente» de los carbones, la cual posee distinto origen, si bien ambas se utilizan para distinguirla de la «sustancia mineral extraña» que es posteriormente agregada.

Para hallar la «sustancia mineral inherente» de las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos debemos remontarnos al «sapropeio» de la teoría clásica de Engler. Es en el medio sapropélico donde se incorporan las sustancias minerales que aparecerán en estos bitúmenes y pirobitúmenes después de soportar el sapropelio, ciclos diagenéticos más o menos complejos.

Al vanadio, níquel y parte del hierro bajo forma de sulfuros y al esta-

do coloidal debemos considerarlos como la «sustancia mineral inherente» de las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos, ya que no han sido adicionados ni durante la intrusión de bitumen ni posteriormente por infiltración de aguas salinas.

La cantidad de «sustancia mineral inherente» en las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos es muy pequeña e inferior al 0,2%. En los carbones, esta misma sustancia mineral es siempre mayor; como excepción, Sprunk y O'Donell (10, pág. 3) hallaron en el antraxilón (vitraína) un porcentaje mínimo de 0,2%. En un carbón, la sustancia inherente mínima oscilaría entre 1 a 2%. En la misma publicación ponen en evidencia estos autores que puede tener lugar una disminución de la sustancia mineral inherente por lavado, comparándolo con el porcentaje de sustancia mineral en las plantas, cuyo tenor varía de 1 a 5%.

En las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos esto no ocurre debido a la insolubilidad de los sulfuros de vanadio, níquel y hierro.

Sustancia mineral extraña. — La «sustancia mineral extraña» representa en los carbones a la sustancia mineral depositada contemporáneamente con la materia orgánica al formarse el yacimiento carbonoso o la introducida posteriormente por penetración o infiltración en los clivajes y fracturas.

En las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos consideramos «sustancia mineral extraña», la arrastrada por el bitumen al migrar y, como en los carbones, la agregada por penetración o infiltración por clivajes y fracturas; de lo que se deduce que podemos distinguir dos clases de «sustancias minerales extrañas»:

a) La arrastrada y englobada por el bitumen al migrar del «yacimiento madre» hasta consolidarse en su «roca de caja».

Es conocido el hecho que los bitúmenes migran y durante este movimiento engloban trozos de roca como «xenolitos». Estos trozos son encontrados en mayor o menor proporción en las minas «La Esperanza», «La Riqueza», «San Eduardo», «La Valenciana», «Gral. San Martín», «La Escondida» y «Auca Mahuida». A veces los trozos son de tamaño respetable y constituyen los llamados «caballos de piedra» que no han sido arrastrados, sino desprendidos de la caja y hundidos en la masa ascendente del bitumen o simplemente rodeado por el mismo.

b) La agregada por soluciones salinas que al atravesar la asphaltita o el pirobitumen asfáltico depositan sus sales o pequeños trozos de rocas en los clivajes o fracturas.

En casi todas las minas visitadas, las aguas que las atravesaron llevaban en solución sales de calcio bajo forma de $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$ y SO_4Ca , $2\text{H}_2\text{O}$, sales de hierro como $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Fe}$ y SO_4Fe y sales de magnesio, sodio y potasio, estas últimas difícilmente depositables, ya que por su elevada solubilidad son fácilmente lavables.

do coloidal debemos considerarlos como la «sustancia mineral inherente» de las asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos, ya que no han sido adicionados ni durante la intrusión de bitumen ni posteriormente por infiltración de aguas salinas.

La cantidad de «sustancia mineral inherente» en las asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos es muy pequeña e inferior al 0,2%. En los carbones, esta misma sustancia mineral es siempre mayor; como excepción, Sprunk y O'Donell (10, pág. 3) hallaron en el antraxilón (vitraína) un porcentaje mínimo de 0,2%. En un carbón, la sustancia inherente mínima oscilaría entre 1 a 2%. En la misma publicación ponen en evidencia estos autores que puede tener lugar una disminución de la sustancia mineral inherente por lavado, comparándolo con el porcentaje de sustancia mineral en las plantas, cuyo tenor varía de 1 a 5%.

En las asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos esto no ocurre debido a la insolubilidad de los sulfuros de vanadio, níquel y hierro.

Sustancia mineral extraña. — La «sustancia mineral extraña» representa en los carbones a la sustancia mineral depositada contemporáneamente con la materia orgánica al formarse el yacimiento carbonoso o la introducida posteriormente por penetración o infiltración en los clivajes y fracturas.

En las asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos consideramos «sustancia mineral extraña», la arrastrada por el bitumen al migrar y, como en los carbones, la agregada por penetración o infiltración por clivajes y fracturas; de lo que se deduce que podemos distinguir dos clases de «sustancias minerales extrañas»:

a) La arrastrada y englobada por el bitumen al migrar del «yacimiento madre» hasta consolidarse en su «roca de caja».

Es conocido el hecho que los bitúmenes migran y durante este movimiento engloban trozos de roca como «xenolitos». Estos trozos son encontrados en mayor o menor proporción en las minas «La Esperanza», «La Riqueza», «San Eduardo», «La Valenciana», «Gral. San Martín», «La Escondida» y «Auca Mahuida». A veces los trozos son de tamaño respetable y constituyen los llamados «caballos de piedra» que no han sido arrastrados, sino desprendidos de la caja y hundidos en la masa ascendente del bitumen o simplemente rodeado por el mismo.

b) La agregada por soluciones salinas que al atravesar la asfaltita o el pirobitumen asfáltico depositan sus sales o pequeños trozos de rocas en los clivajes o fracturas.

En casi todas las minas visitadas, las aguas que las atravesaron llevaban en solución sales de calcio bajo forma de $(\text{CO}_2\text{H})_2\text{Ca}$ y SO_4Ca , $2\text{H}_2\text{O}$, sales de hierro como $(\text{CO}_2\text{H})_2\text{Fe}$ y SO_4Fe y sales de magnesio, sodio y potasio, estas últimas difícilmente depositables, ya que por su elevada solubilidad son fácilmente lavables.

Minerales y rocas en las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos. — Para el estudio de la «sustancia mineral extraña» en las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos las hemos dividido en minerales y rocas.

Yeso. — Es una de las principales impurezas encontradas en las asphaltitas y en los pirobitúmenes asfálticos estudiados. La abundancia de yeso se explica porque tanto en Neuquén como en Mendoza estos yacimientos están situados en terrenos Jurásicos o Cretácicos, existiendo en el Jurásico el nivel yesífero llamado «Yeso Principal» y en el Cretácico el «Yeso Secundario» o de «Transición». En el Senoniano, aunque el yeso no es tan abundante, existen intercalaciones en los Estratos con Dinosaurios.

Calcita. — En muchos carbones la calcita es un mineral abundante; en algunos pirobitúmenes asfálticos esto también ocurre. En la mina «Gral. San Martín» se observa un interesante fenómeno de contacto entre el pirobitumen y la anhidrita algo calcárea del «techo». El contacto del bitumen fundido con el carbonato de la «caja» produjo una solubilización de éste según la conocida reacción $\text{CO}_3\text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CO}_2\text{H})_2\text{Ca}$; éste penetró por los clivajes o por las diaclasas de enfriamiento del bitumen, precipitando nuevamente CO_3Ca según la reacción inversa. Además, al mismo tiempo la anhidrita ha sufrido una evidente reducción a azufre.

Limonita y hematita. — Son minerales comunes y se originan a partir de las soluciones ferrosas.

Cuarzo. — En las asphaltitas y en los pirobitúmenes asfálticos de bajo contenido en cenizas, este mineral es poco abundante. El cuarzo proviene de la «roca de caja», ya sea del esquisto como es el caso de las minas «La Riqueza», «La Valenciana» y «Gral. San Martín», o de la arenisca de las minas «San Eduardo», «La Escondida» y «Auca Mahuida».

Pirita. — Es un mineral común en los carbones; en las asphaltitas de las minas «La Escondida» y «Auca Mahuida» se lo halló en la «caja» como «efecto de contacto».

Caolinita. — Es la más común impureza de los carbones; en las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos se la encuentra en el esquisto que impurifica estos bitúmenes y pirobitúmenes.

Encuétrase además: feldespato potásico, plagioclasa, mica y rutilo, todos pertenecientes a la «roca de caja».

Rocas. — Los carbones poseen trozos de roca y rodados que no guardan ninguna relación con su «roca de caja», ya que por arrastre eólico y fluvial son depositados, conjuntamente con las capas carbonosas, trozos de rocas de distintos lugares. Las asphaltitas y los pirobitúmenes asfálticos poseen trozos de roca, pero están casi siempre relacionados directamente con la «roca de caja». Esto se ha comprobado en todas las

minas visitadas y es fácil comprenderlo, porque, si el bitumen se introdujo por fracturas o por diaclasas preexistentes, en ambos casos, estaban rellenos generalmente por trozos de la misma roca que son subsiguientemente englobados y arrastrados durante la intrusión del bitumen.



Fig. 1. — Estructura brechosa en el pirobitumen asfáltico de la mina « La Esperanza ».

Algunas estructuras en las asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos. Estructura brechosa. — En las minas de asfaltita y pirobitumen asfáltico visitados, se presentan casos típicos y bien desarrollados de brecha.

Son ejemplo de ello los pirobitúmenes asfálticos de la mina « La Esperanza » (fig. 1) y también de « La Valenciana » (fig. 2). En la primera, cortan al yacimiento fracturas con rechazos poco pronunciados, indicando que actuaron presiones, aunque de poca intensidad, pero lo suficientemente intensos como para brechar visiblemente el pirobitumen.



Fig. 2. — « Espejo de fricción » y « brecha » en el pirobitumen asfáltico de la mina « La Valenciana ».

Es posible observar que la presión pulveriza, quiebra, compactiza los trozos, o los comprime sin notarse brechas. Indudablemente esto depende de la intensidad y duración de la presión y si existe o no desplazamiento lateral; además depende de las características físicas del material.

La estructura brechosa es típica y como los fragmentos han frotado entre sí, es posible observar generalmente pequeñas superficies pulidas y « espejos de fricción ».

En las minas « San Eduardo », « Santa Teresita », « La Riqueza » y « Gral. San Martín », se presenta también este tipo de estructura.

Estructura plástica. — Frecuentemente, estructuras plásticas y brechosas aparecen juntas, produciéndose las brechas por modificación de las condiciones de deformación plástica.

Un ejemplo ilustrativo de la combinación de estas estructuras lo da el yacimiento «La Valenciana»; la fotografía muestra uno de los «espejos de fricción» hallados, cuya superficie ornamentada y pulida presenta claramente deformación plástica. La parte oscura de la figura 6 presenta estructura brechosa marcada, cumpliéndose lo anteriormente señalado.

La presión, la temperatura y el tiempo producen estas transformaciones; el trozo sometido a esta acción, como bien se observa en el ejemplo, no se quiebra, ni tampoco cede bruscamente, sino paulatimamente, porque se hallaba rodeado por trozos igualmente comprimidos.

Esta estructura no se observa solamente en las asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos; también se han citado numerosos ejemplos en carbones y rocas de todas clases.

Ojos de asfaltita y de pirobitumen asfáltico. — Se da el nombre de carbón circular u «ojos de carbón» a discos generalmente brillantes con



Fig. 3. — «Ojos de pirobitumen asfáltico» en la mina «La Valenciana»

dibujos de estrías concéntricas y otras radiales (fig. 3). Estos discos que reflejan la luz como verdaderos espejos, están situados en planos paralelos y son perpendiculares a la dirección de la presión que los origina. En la figura se pueden apreciar grandes «ojos de pirobitumen asfáltico» y más difícilmente, pero perfectamente perceptibles a la lupa, otros más pequeños que rellenan todas las superficies fotografiadas. Además, también en el pirobitumen de «La Valenciana» se presentan dibujos que parecen improntas de helechos, siendo éste uno de los factores que aun hoy hacen pensar al profano en un origen sedimentario.

Esta estructura es típica en los carbones, aunque también se la encuentra en los esquistos. En las asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos, principalmente en el pirobitumen de «La Valenciana», también se la ha hallado abundantemente.

La literatura señala copiosos ejemplos y numerosas interpretaciones de su formación, recopilados por Stutzer (11). Según este autor, que está de acuerdo con la explicación de Hofman, los «ojos de carbón» son producidos por presión, es decir, por la misma causa que origina los clivajes, indicando que la dirección de la presión es perpendicular al plano del «ojo de carbón», como lo es al plano de clivaje, siendo ambos

paralelos entre sí. Roth pensaba que los «ojos de carbón» eran producidos por secado de la masa carbonosa, y von Gümbel explicó lo mismo por contracción durante la consolidación de los carbones bituminosos. Sprunk y O'Donell (*ob. cit.*) cita estos tres puntos de vista como posible explicación de la formación de los «ojos de carbón».

En el caso de las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos, podemos excluir lo afirmado por Roth, ya que estos productos bituminosos y pirobituminosos no se secan, y en mi opinión, la interpretación de Stutzer es la más adecuada, aunque también puede formarse por enfriamiento de la masa fundida de asphaltita como ser, en el caso de los «ojos» de la mina «La Esperanza», pero no en el pirobitumen de «La Valenciana», ya que, si interpretamos según Abraham, el bitumen fué inyectado como asphaltita y luego metamorfoseado a pirobitumen asfáltico, con lo cual los

«ojos de carbón» habrían desaparecido o por lo menos borrado, lo que no se observa en este yacimiento, sino por el contrario, presenta los mejores ejemplos.

Además, con la hipótesis de en-



Fig. 4. — Efectos de rotura en el pirobitumen asfáltico de la mina «General San Martín»



Fig. 5. — Efecto de rotura en el pirobitumen asfáltico de la mina «General San Martín».

friamiento, no puede explicarse su distribución en planos paralelos, aunque se los puede producir sobre la superficie del trozo fundido y enfriado.

Esta estructura se presenta, según Hofman, solamente en carbones muy homogéneos. Las asphaltitas y pirobitúmenes asfálticos presentan esta característica de alta homogeneidad.

Pseudo-estructura nuclear de enfriamiento. — En el pirobitumen asfáltico de la mina «Gral. San Martín», se ha encontrado lo que parecía una estructura de enfriamiento lento, porque no debemos olvidar el origen de estas sustancias bituminosas. Pero lo que en realidad se representa en estas fotografías, son sólo dos distintos efectos de rotura, ya que se observa fractura irregular periférica y concoidal céntrica. En un mismo trozo podemos obtener zona de fractura central concoidal, extensa y periférica reducida, o a la inversa, dependiendo de la forma en que se parte el trozo; pudiendo evitarse la formación del «núcleo» si producimos la rotura con efecto distorsional (figs. 4 y 5).

Pseudo-estructura vegetal. — En la veta « La Escondida » el pirobitumen asfáltico, llamado allí « querita », presenta algunas veces una estructura fibrosa (fig. 6) cruzada por estriás que parecen de crecimiento como ocurre en los vegetales, las cuales pueden haberse producido por distinto grado de polimerización del producto original que es la asfaltita.

Clivajes. — En las asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos podemos distinguir dos clases de clivajes; los producidos por acción de la caja sobre el pirobitumen, es decir, por fenómenos tectónicos como en el caso representado en las dos figuras ya comentadas, y otro, producido por la misma asfaltita al presionar sobre la roca de caja, como ocurre en el caso de las vetas de « La Escondida » y « Auca Mahuida »; puede decirse que todos los clivajes fueron producidos por esta acción del bitumen al subir a presión por las areniscas con dinosaurios.

En la « Auca Mahuida » se observan verdaderas lajas de pocos milímetros de espesor colocadas paralelamente a las areniscas con dinosaurios



Fig. 6. — « Pseudo estructura vegetal » en el pirobitumen asfáltico de la mina « La Escondida ».

fuertemente comprimidas; al picarlas saltan en pequeñas esquirlas que continúan decrepitando. En « La Escondida » sólo se observan abundantes clivajes en el pirobitumen (querita) y la parte central o cuerpo de la veta es completamente masivo y poco clivado y por ello difícilmente desprendible.

*Asfaltita, pirobitumen asfáltico y carbón: características diferenciales*¹. — Durante el presente trabajo hemos podido apreciar la confusión que existe actualmente tanto en la nomenclatura como en la clasificación de estos bitúmenes y pirobitúmenes (ver definiciones, pág. 1). Por consiguiente, creemos necesario insistir sobre las características diferenciales que existen entre las asfaltitas y los pirobitúmenes asfálticos, y entre éstos y los carbones, para evitar que sustancias de propiedades y usos tan diferentes como son los pirobitúmenes asfálticos y las asfaltitas sigan denominándose con el mismo nombre², o se considere que un yacimiento es de carbón cuando es de pirobitumen asfáltico.

¹ Características diferenciales adelantadas en la revista *Industria y Química*, noviembre de 1946.

² La doctora María Casanova de Chaudet (2, pág. 71), distingue asfaltita de los pirobitumen asfálticos según la clasificación de Abraham, la cual también aconseja

Hemos observado, en las publicaciones argentinas y en el ambiente minero en general, la ausencia del término pirobitumen asfáltico (*asphaltic pirobitumens* de Abraham) a pesar de que, *las llamadas asfaltitas* y utilizadas como combustible, son en realidad, pirobitúmenes asfálticos, denominados por algunos « querita ».

Asfaltita y pirobitumen asfáltico. — En la República Argentina, las asfaltitas y los pirobitúmenes asfálticos se hallan circunscriptos entre los 34 y 38 grados de latitud sur y los 68 y 71 grados de longitud oeste, es decir, sur de la provincia de Mendoza y norte del territorio de Neuquén, no conociéndose otros afloramientos fuera del área señalada (ver mapa).



Fig. 7. — Asfaltita (grahamita) de la mina « La Escondida ». Obsérvese la fractura concooidal típica.

En la provincia de Mendoza fueron estudiadas las minas « La Valenciana », de la Cía. Hullera de Malargüe, y la « Gral. San Martín », explotada por la Cía. Minacar; en el territorio de Neuquén las minas « La Esperanza » de la Cimita S. A., « La Riqueza » y « San Eduardo », de la Tungar S. A., y las minas « La Escondida », « Auca Mahuida » y « Fortuna 4 », de la Cía. Minera Argentina Auca Mahuida.

Del cuadro analítico adjunto y de los cuadros de clasificación de asfaltitas y pirobitúmenes asfálticos de Abraham, se deduce que se explota *pirobitumen asfáltico* (impsonita) en las minas « La Valenciana », « Gral. San Martín », « La Esperanza », « San Eduardo » y « La Riqueza ». Este pirobitumen se vende como combustible con el nombre de carbón o de carbón asfaltita (no es carbón ni asfaltita).

En las minas « La Escondida », « Auca Mahuida », « Fortuna 4 » y « Pehuenche », se explota *asfaltita* (grahamita) de la parte central de las vetas que se embolsa y vende con el nombre de « rafaélita ». De las salbandas de estos yacimientos se extrae un mineral que, por sus características, debemos también considerarlo *pirobitumen asfáltico*. Este pirobitumen es utilizado como combustible, lo mismo que los anteriormente nombrados (ver figs. 7 y 8).

A estas consideraciones (ver cuadros I y II), que por sí solas estable-

seguir. Con algunas variaciones, insistimos y fundamentamos la necesidad de emplear el término pirobitumen asfáltico, y exponemos las características diferenciales entre asfaltita y pirobitumen asfáltico y entre éste y los carbonos bituminosos.

cen las diferencias entre asfaltita y pirobitumen asfáltico, se suman las que en el orden práctico se evidencian.

1. Las aplicaciones industriales de la asfaltita derivan precisamente de su fusibilidad y alta solubilidad en solventes orgánicos. Se emplean en la elaboración de tintas para imprenta, barnices, pinturas anticorrosivas, plásticos, etc. Apréciase que no puede considerarse la asfaltita como combustible, y en la República Argentina nunca se la ha usado como tal.

2. Las aplicaciones industriales de los pirobitúmenes asfálticos son distintas a las de las asfaltitas y regula las por su infusibilidad (aunque se comprueba generalmente un pronunciado hinchamiento (*swelling*) y baja solubilidad, pudiéndose usar como combustible y habiendo tenido hasta ahora en nuestro país esta aplicación.

3. El precio de la asfaltita que se vende actualmente como « rafaélita » (nombre que han debido utilizar para evitar en cierto modo, la confusión con las *mal llamadas asfaltitas*), oscila alrededor de \$ 320 m/n la tonelada.

El precio del pirobitumen asfáltico que se vende actualmente como « asfaltita » y es usado como combustible, oscila alrededor de \$ 150 m/n la tonelada.

Se observa generalmente que se critica ásperamente el uso de la asfaltita como combustible, y en verdad ésta nunca fué utilizada como tal, sino solamente el pirobitumen asfáltico, alguno de los cuales, como el de la mina « La Valenciana », se adapta bien a este uso y se vende como carbón.

Es necesario insistir, sin embargo, que la verdadera utilización integral de los pirobitúmenes asfálticos de alto contenido en volátiles, debe basarse en su destilación, pudiéndose obtener, además, coque de buenas características y de bajo contenido en cenizas.

Pirobitumen asfáltico y carbón. — Fester y Cruellas (5) indicaron algunas de las características diferenciales entre « asfaltitas » y carbones (estos autores incluyeron en el término asfaltita a éstas y a los pirobitúmenes asfálticos), citando como tales:

1. La humedad casi siempre baja en las « asfaltitas ».
2. Cantidad y composición de las cenizas, en especial un porcentaje alto de pentóxido de vanadio.
3. Solubilidad que puede ser elevada en las « asfaltitas ».
4. El análisis elemental.



Fig. 8. — Asfaltita (grahamita) y pirobitumen asfáltico (albertita) en « La Escondida »

Nombre y números de las minas	Color	Fractura	Brillo	Raya	Peso específico 25°C
« La Escondida » 1...	negro muy brillante	concooidal	vítreo	negra	1,10
» 2...	»	»	»	»	1,10
» 3...	negro grisáceo	irregular	sub-vítreo a sedoso	»	1,13
» 4...	negro muy brillante	concooidal	vítreo	»	1,11
» 5...	negro grisáceo	irregular	sub-vítreo a sedoso	»	1,14
« Auca Mahuida » 1...	negro muy brillante	concooidal	vítreo	»	1,10
» 2...	negro grisáceo	irregular	sub-vítreo a sedoso	»	1,14
» 3...	negro muy brillante	concooidal	vítreo	»	1,10
» 4...	»	»	»	»	1,10
« Pehuenche » 1...	»	»	»	»	1,11
« La Esperanza » 1...	negro brillante	generalmente irregular	sub-vítreo a mate	»	1,35
» 2...	»	»	»	»	1,23
» 3...	»	»	»	»	1,30
« San Eduardo » 1...	»	irregular concooidal	vítreo a mate	»	1,17
» 2...	»	»	»	»	1,17
« Santa Teresita » 3...	»	»	»	»	1,17
« La Riqueza » 1...	»	generalmente irregular	sub-vítreo a mate	»	1,42
« San Martín » 1...	»	concooidal irregular	vítreo a sub-vítreo	»	1,15
» 2...	negro muy brillante	»	»	»	1,16
» 3...	»	»	»	»	1,15
» 4...	»	»	»	»	1,16
» 5...	»	»	»	»	1,16
» 6...	»	»	»	»	1,15
« La Valenciana » 1...	negro brillante	general. irregul.	»	»	1,30
» 2...	»	»	»	»	1,22
» 3...	»	»	»	»	1,24
» 4...	»	»	»	»	1,27
» 5...	»	»	»	»	1,24
» 6...	»	»	»	»	1,30

Dureza escala Mohs	Punto de fusión K _y S. °C	Carbón fijo	Solubilidad	Humedad 105°C	Cenizas	Coque	Materia volátil	Clasificación
2-2,5	186°-191,5	28,18	muy soluble	0,52	0,26	38,44	61,04	grahamita
2-2,5	189°-191°	37,56	»	0,38	0,21	37,77	61,85	»
2-2,5	190°-188°							
2-2,5	192°-190°	38,93	menos soluble	0,75	0,63	39,56	59,69	albertita
2-2,5	infusible							
2-2,5	192°-195°	38,02	muy soluble	0,19	0,35	38,37	59,69	grahamita
2-2,5	192,5-192							
2-2,5	infusible	39,36	menos soluble	0,57	0,76	40,12	61,30	albertita
2-2,5	185°-183°	37,85	muy soluble	0,23	0,28	38,13	61,64	grahamita
2-2,5	184,5-184,5							
2-2,5	infusible	38,70	menos soluble	0,49	0,84	39,54	59,62	albertita
2-2,5	192°-191,5	38,11	muy soluble	0,44	0,45	38,56	60,99	grahamita
2-2,5	191,5-190°							
2-2,5	180°-181,5	38,25	»	0,26	0,56	38,81	60,63	»
2-2,5	181,5-184°							
2-2,5	187°-185,5	37,24	»	0,12	0,22	37,46	62,32	»
2-2,5	186°-186,5							
2-2,5	infusible	69,00	poco soluble	10,06	14,24	83,24	6,70	impsomita
2-2,5	»	68,51	»	5,73	4,64	72,15	22,12	»
2-2,5	»	63,07	»	6,25	10,50	73,57	20,18	»
2-2,5	»	61,46	»	0,71	3,13	64,59	34,70	»
2-2,5	»	68,45	»	0,15	0,55	70,00	29,84	»
2-2,5	»	70,23	»	0,14	0,22	70,45	29,41	»
2-2,5	»	69,09	»	11,27	13,97	83,06	5,67	»
2-2,5	»	53,92	algo más soluble	2,18	0,76	54,68	43,14	»
2-2,5	»	53,88	»	1,34	0,32	54,20	44,46	»
2-2,5	»	53,12	»	1,52	0,26	53,38	45,10	»
2-2,5	»	53,23	»	0,34	0,61	53,81	45,75	»
2-2,5	»	54,55	»	1,40	1,07	55,62	42,98	»
2-2,5	»	54,02	»	0,73	0,43	54,45	44,82	»
2-2,5	»	68,76	poco soluble	1,25	0,45	69,21	29,54	»
2-2,5	»	68,02	»	0,10	1,76	69,78	30,12	»
2-2,5	»	52,85	»	1,73	6,36	59,21	39,06	»
2-2,5	»	72,25	»	0,18	0,96	73,21	26,61	»
2-2,5	»	68,99	»	0,34	0,38	68,37	31,29	»
2-2,5	»	79,58	»	0,13	0,89	80,47	19,40	»

CUADRO II

Bitumen : fusible y muy soluble en S₂C.

		Raya	Peso específico 25°C	Punto de ablan- damiento (Kra- merand Sarnow) °C	Carbón fijo %
Asfaltita	gilsonita	parda	1,03-1,10	110-177	10-20
	glauce pitch * . . .	negra	1,10-1,15	110-177	20-30
	grahamita *	negra	1,15-1,20	177-316	30-55

Pirobitumen : infusible y relativamente insoluble en S₂C.

		Raya	Peso específico 25°C	Carbón fijo %
Pirobitumen as- fáltico	elaterita	ligeram, parda	0,90-1,05	2-5
	wurtzilita	»	1,05-1,07	5-25
	albertita	pardo a negra	1,07-1,10	25-50
	imponita	negra	1,10-1,25	50-90

5. El poder calorífico siempre alto en las « asfaltitas ».

En nuestra opinión, es necesaria la distinción entre asfaltita y pirobitumen : 1. Por las razones teóricas y prácticas antedichas ; 2. Las características diferenciales 1, 2 y 3 no siempre satisfacen a los pirobitúmenes asfálticos. Por ejemplo : el pirobitumen asfáltico de la mina « La Esperanza » y « La Riqueza », poseen humedad elevada, alto porcentaje en cenizas y bajo contenido en vanadio (el tenor en vanadio es inversamente proporcional al porcentaje de cenizas). Además, el pirobitumen asfáltico de las minas nombradas y el de « La Valenciana » es poco soluble en solventes orgánicos.

En general puede afirmarse que las cinco características indicadas por Fester y Cruellas modifican la 3 por 3' : Solubilidad elevada en las asfaltitas, y a las cuales podemos agregar.

6. Peso específico bajo (de 1,03 a 1,20).

7. La importante propiedad de fundir.

Diferencian perfectamente las asfaltitas de los carbones, debiendo tenerse en cuenta que las características 3 y 7' son discriminativas (ver clasificación de Abraham).

Entre los carbones y los pirobitúmenes asfálticos, no subsisten las características 3' y 7, ya que son poco solubles e infusibles ; la 6 sólo se

* Cuando no poseen sustancia mineral

mantiene en los pirobitúmenes asfálticos de bajo contenido en cenizas. Por lo tanto es posible, en ciertos casos, la confusión entre pirobitumen asfáltico y carbón, principalmente cuando los porcentajes de cenizas y humedad son elevados. En estas circunstancias la observación geológica del yacimiento resuelve la controversia.

El ejemplo más interesante de esta confusión lo observamos en la mina «La Valenciana», cuyo mineral se vende como carbón mineral, siendo en cambio un pirobitumen asfáltico (impsonita) menos rico en volátil que la generalidad de los pirobitúmenes asfálticos estudiados.

Las razones que indujeron a error son comprensibles y numerosas.

1. *El aspecto.* — El aspecto general del mineral es distinto que el de las asphaltitas, presentando fractura irregular, observándose además numerosos ejemplos de «ojos de pirobitumen asfáltico» y otras estructuras producidas por presión, que resultaron parecidas a improntas de helechos fósiles, semejando estructura vegetal.

2. *Características técnicas.* — a) Infusibilidad. (arde sin previa fusión, no presentando el pronunciado poder de hinchamiento (*swelling*) que se observa en el pirobitumen asfáltico de las minas «General San Martín», «San Eduardo» y «Santa Teresita»);

b) Reducida solubilidad en solventes orgánicos. (La solubilidad de este pirobitumen es muy inferior a los de las minas «General San Martín», «San Eduardo» y «Santa Teresita»);

c) Porcentaje elevado en carbón fijo. (Compárese con el pirobitumen asfáltico de la mina «General San Martín»);

d) Peso específico más bien elevado. (Compárese con el pirobitumen asfáltico de las minas «General San Martín», «San Eduardo» y «Santa Teresita»).

3. *Las características geológicas.* — Las características geológicas se prestan a primera vista a confusión, ya que el yacimiento «La Valenciana» se presenta en forma de «filón capa», es decir, concordante con los esquistos del Titoniano que lo alberga, lo que haría suponer un origen sedimentario, como sería un carbón. Pero, no existiendo en la región sedimentos del Carbonífero, el afloramiento sólo podría ser de tipo costanero o lagunar.

Esta suposición no se mantiene después de un estudio detenido del yacimiento y de la observación del ambiente geológico general, ya que las efusiones e intrusiones de andesita (roca volcánica o efusiva) y los sedimentos calcáreos bituminosos del Titoniano y del Neocomiano nos presentan un panorama claro de la formación intrusiva y no sedimentaria de esta manifestación pirobituminosa.

Por otra parte, si bien las características técnicas concuerdan para un carbón, éstas también satisfacen para pirobitumen asfáltico y las

geológicas no sólo corroboran sino han sido la clave para su determinación correcta.

En los yacimientos antes mencionados, « General San Martín », « La Riqueza », « La Esperanza », « San Eduardo », « Santa Teresita », presentándose el pirobitumen asfáltico en forma de « dique », es evidente la formación intrusiva de estas sustancias.

Conclusiones. — Estimando que la confusión creada por la incorrecta aplicación del término asfaltita, no sólo introduce la dificultad de diferenciar estas dos sustancias, sino que obliga a emplear, como se ha visto, una denominación errónea para las verdaderas asfaltitas y hace posible la confusión entre asfaltita y carbón cuando sólo podría confundirse el pirobitumen asfáltico y el carbón bituminoso, creemos conveniente:

1. Utilizar la palabra *pirubitumen asfáltico* para la sustancia *infusible y poco soluble*, hasta ahora utilizada como combustible bajo el nombre de asfaltita o carbón asfaltita.

2. Reservar el término *asfaltita* para la sustancia *fusible y altamente soluble*, de la parte central de los yacimientos mencionados.

3. Suprimir la palabra « rafaélita », ya que:

a) No existe en la clasificación de Abraham, que es necesario seguir para evitar las confusiones y errores mencionados, ninguna variedad de asfaltita con esa denominación;

b) Existe en la mina « San Rafael », Cerro Gordo, Antofagasta, Chile un mineral de plomo $(OH)_2 \cdot Cl_2Pb$ que es conocido con ese nombre. Además, como también lo hiciera notar la doctora Casanova de Chaudet, tampoco corresponde a un nombre local.

LISTA DE LAS OBRAS CITADAS EN EL TEXTO

1. ABRAHAM, E. (1945). *Asphalts and allied substances*.
2. CASANOVA DE CHAUDET, M. (1942). *Carbones y asfaltitas*. Boletín Informaciones Petrolíferas Y. P. F., n° 215.
3. FESTER, G. A. (1941). *Materias asfálticas y sus relaciones con el petróleo*. Anales Soc. Científica Argentina, E. II, T. CEXXII, pág. 594 sig.
4. — (1936). *Observaciones suplementarias sobre materias bituminosas*. Revista de la Facultad de Química Industrial y Agrícola, vol. V.
5. FESTER, G. A. y CRUELLAS, J. (1942-1943). *Características diferenciales entre las asfaltitas y los carbones sedimentarios*. Revista de la Facultad de Química Industrial y Agrícola, vols. XI y XII.
6. GROEBER, P. (1933). *Confluencia de los ríos Grande y Barrancas*. Boletín n° 38, Dirección de Minas y Geología.
7. RASSMUS, J. (1923). *Breves apuntes geológicos sobre la parte del Territorio de Neuquén entre Auca Mahuida y El Tromén*. Boletín n° 6, Dirección de Minas, Geología e Hidrología.

8. RICHARDSON, C. (1915). *Gilsonita and Grahamita: The results of the metamorphism of petroleum under a particular environment*. J. Ind. Eng. Chem., vol. VIII, p. 493.
9. — (1918). *The colloidal state of matter in its relation to the asphaltic industry*. J. Soc. Chem. Ind., vol. XXXVII, p. 59 A.
10. SPRUNK, G. C. and O'DONELL, H. J. (1942). *Mineral matter in coal*. Bureau of Mines, T. P. 648.
11. STUTZER, O. and NOE, A. C. (1940). *Geology of coal*. The University of Chicago Press.
12. WICHMANN, R. (1924). *Nuevas observaciones geológicas en la parte oriental del Neuquén y en el Territorio de Río Negro*. Publicación n° 2. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Buenos Aires.
13. WINDHAUSEN, R. (1912). *El yacimiento de « rafaélita » de Auca Mahuida*. Extracto del Boletín del Ministerio de Agricultura. Informes preliminares de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Buenos Aires.