

Aplicación de la fotogeología a la investigación petrolífera ¹

por Fernando Meléndez Hevi

Debido a los objetivos particulares de la investigación petrolífera, el uso de la fotogeología presenta caracteres particulares, diferentes de los de otras investigaciones.

En la mayor parte de los casos, la fotogeología no se puede aplicar directamente a la localización de estructuras petrolíferas, bien porque la zona investigada está cubierta por coberteras modernas horizontales que tapan las posibles estructuras, o bien porque la existencia de niveles de despegue y de cambios de potencia en la serie petrolífera que se está investigando, producen desplazamientos laterales de las estructuras con la profundidad, y una estructura localizada en superficie puede no tener equivalente a la profundidad deseada. Como ejemplos en España, de ambos casos, tendríamos: para el primer caso las cuencas Terciarias del Duero y Ebro, cubiertas por Mioceno horizontal que impide ver totalmente la estructura de la serie Mesozoica, y el del segundo caso, las cuencas Cantábrica y de Cameros, donde aunque la serie Mesozoica aflora y se pueden estudiar sus estructuras, éstas no tienen equivalente vertical, debido a la existencia de varias superficies de despegue (en particular una de ellas de carácter regional, el Keuper), y a los bruscos y rápidos cambios de potencia. En general, esta estructura profunda hay que determinarla por métodos geofísicos detallados.

A pesar de todo lo antedicho, el estudio fotogeológico resulta muy valioso para la obtención de ciertas indicaciones que indirectamente sí nos pueden proporcionar datos muy importantes sobre la Geología petrolífera. En general, casi todos estos datos indirectos proporcionan un conocimiento mayor de la *paleogeografía* de la región, muy importante desde el punto de vista de la acumulación de petróleo. Los datos que se pueden obtener son: tectónicos, *estratigráfico-paleogeográficos* y mixtos.

(*) Extracto de la conferencia dada en el Curso de Fotointerpretación para Postgraduados, en la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense.

1. *Datos Tectónicos.* — En principio el primer objetivo de la Fotogeología es la obtención de un mapa geológico regional detallado, que permita conocer las direcciones estructurales regionales dominantes y el tipo de estructuras que se pueden esperar (anticlinales sencillos anticlinales complejos, combinados con fallas normales o inversas, cabalgamientos, tamaño de las trampas...). Este estudio permite, por tanto, hacer una primera valoración de una cuenca desde el punto de vista tectónico, y prever el tipo de trampa (forma, tamaño, cierre...) y la dirección en que cabe esperarla.

2. *Datos Estratigráfico-Paleogeográficos.* — La obtención de ciertos datos *estratigráficos* permite conocer algunas características de la cuenca sedimentaria en relación a su *paleogeografía*, y por consiguiente las zonas petrolíferamente interesantes desde el momento de la sedimentación.

Los acuíferos, tanto locales como regionales, nos indican la proximidad de una barrera sedimentaria o del borde de la cuenca, y por consiguiente la situación de una zona elevada atractiva desde el punto de vista de una acumulación temprana de hidrocarburos. Al colocar los datos así obtenidos en el mapa geológico, se podrán delimitar las posibles zonas interesantes, sobre las que habrá que realizar trabajos detallados posteriores.

Las discordancias débiles o menores, incluidas en la serie *estratigráfica* que se está investigando, denuncian movimientos *orogénicos* antiguos, en los que posiblemente se generaron trampas, y por consiguiente acumulaciones de hidrocarburos. El hecho de que las podamos ver hoy día, implica que han sufrido erosión, y por consiguiente que la posible trampa quedó destruida; pero también es posible que no todas las trampas creadas en estas etapas *orogénicas* hayan sido destruidas. La determinación de estas fases, más fáciles de estudiar en la fotogeología que en el campo, donde son difíciles de determinar debido en general a su suavidad, y la reconstrucción *paleogeográfica* de su dirección, permiten la investigación de

nuevas zonas, en las que la migración y acumulación de petróleo ha sido muy antigua.

Finalmente, se pueden localizar cambios regionales de facies, casi siempre relacionados con particularidades de la cuenca sedimentaria (borde de la plataforma continental, barrera recifal, zona deltaica...), que permiten pensar en la posibilidad de la existencia de trampas estratigráficas.

En general, el hecho de que las anomalías estratigráficas estén relacionadas directamente con la paleogeografía de la cuenca sedimentaria, obliga a colocar sobre el mapa geológico todas estas anomalías, con el fin de ver su situación especial sobre la cuenca, reconstruir lo más exactamente posible la paleogeografía y tratar de localizar a escala regional estas zonas, a las que habrá que dirigir los futuros estudios de detalle.

3. *Datos Mixtos.* — En este apartado se incluiría el reconocimiento y estudio de los *domos* y *diapiros salinos*, que en principio son un tipo particular de estructuras, pero que, debido al hecho de que su crecimiento se ha localizado a lo largo de períodos importantes de tiempo, han creado anomalías paleogeográficas.

Su reconocimiento es sencillo, pues tienden a originar formas circulares u ovals, fácilmente detectables en la fotogeología. Si el diapiro llega a su último estadio, perforante, y aflora en superficie, la sal se disuelve rápidamente, y la morfología que origina es la de un profundo circo cuyas paredes están constituidas por sedimentos posteriores a los que ha perforado. Si el diapiro no ha alcanzado este último estadio, y se ha quedado como un domo, enterrado todavía bajo un cierto espesor de sedimentos, además de su forma oval o circular, suele presentarse generalmente también como un profundo circo, debido a que al tener originalmente mayor relieve que las zonas circundantes, fue atacado más fuertemente por la erosión, especialmente en las formaciones blandas. En este caso, su forma, pese a ser semejante a la de los auténticos diapiros, no es tan regular.

Además de su forma, los diapiros presentan características particulares de tipo tectónico. En primer lugar, su crecimiento vertical según una forma cilíndrica, condiciona la formación de

pliegues periféricos cuyos ejes tienden a disponerse concéntricamente al diapiro según círculos cada vez mayores, que se van difuminando a medida que nos alejamos del diapiro. Al tratarse de estructuras que se han formado por el flujo de sal hacia el punto particular de crecimiento, se produce un defecto de masa en las zonas próximas, tendiendo los sedimentos a rellenar esas zonas con estructuras sinclinales del tipo *cubetas circulares*. Por último, y como se trata de estructuras producidas por la intrusión salina en una serie sedimentaria, se produce frecuentemente una fracturación importante y compleja, donde predominan las fallas radiales y las oblicuas, a veces combinadas con fallas circulares o longitudinales.

Desde el punto de vista estratigráfico, también se producen anomalías, ya que son estructuras cuyo crecimiento y formación dura mucho tiempo, y por tanto interfieren en la forma paleogeográfica de la cuenca. Las principales anomalías que se producen, son cambios de facies entre el diapiro y las zonas alejadas de él, y variaciones de potencia, en el sentido de aumentar rápidamente desde el diapiro, donde en general es pequeña, ya que estaba próximo al nivel del mar, hacia zonas alejadas de él, situadas ya en zonas profundas de la cuenca.

Todas estas características, morfológicas tectónicas y sedimentarias, son fáciles de reconocer fotogeológicamente, y permiten en muchos de los casos, además de determinar la existencia de una zona diapírica, saber cuándo comenzó su formación y crecimiento. Son muy importantes en la Geología del Petróleo, pues debido a que se formaron en etapas tempranas (en general en cuanto se sedimentó una potencia suficiente de sedimentos sobre la capa salina para que quedara en condiciones inestables), y su crecimiento fue continuo a lo largo del tiempo, constituyen trampas muy antiguas que han atraído los hidrocarburos de una manera continua.

Resumiendo, se puede ver que aunque la fotogeología no permite obtener datos directos en la investigación petrolífera, sí permite localizar características producidas por la paleogeografía de la cuenca, cuya integración nos proporciona datos preciosos sobre las zonas más interesantes de la cuenca que se está investigando.