

# *El origen del petróleo*

FERNANDO MELÉNDEZ HEVIA

Prof. Encargado Geología del Petróleo.

## INTRODUCCION

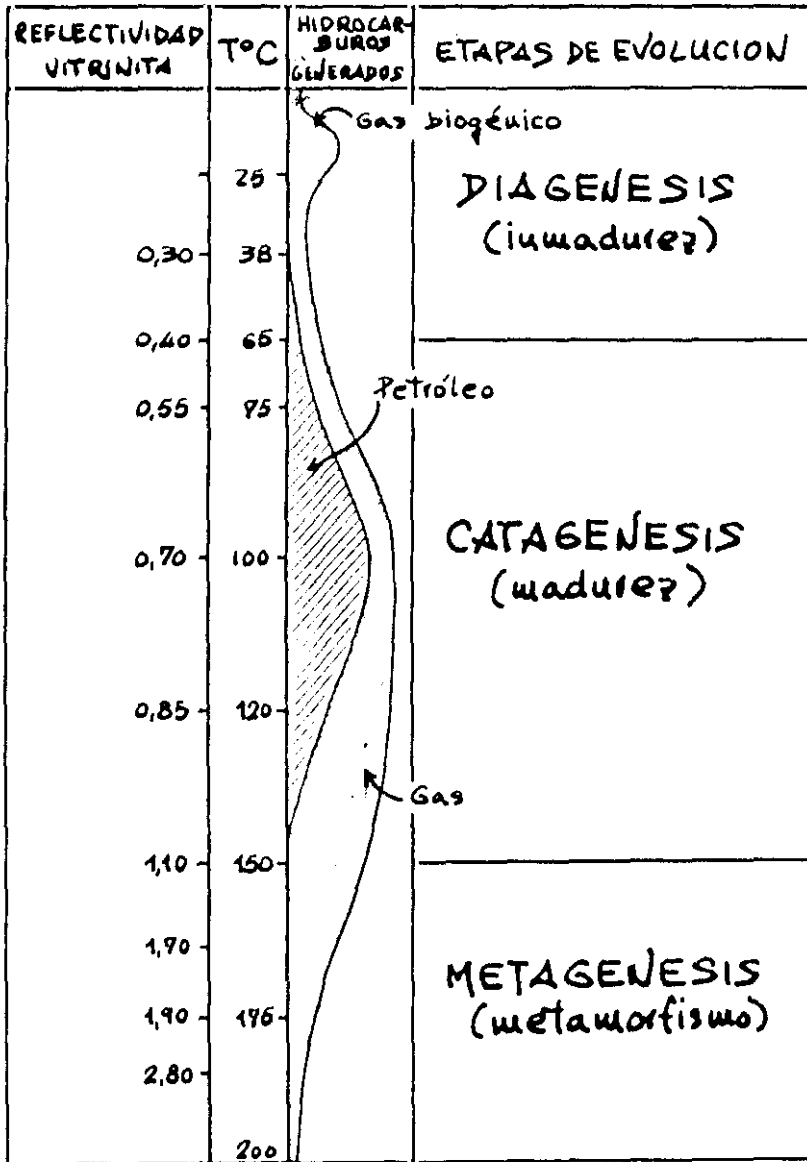
El petróleo, y en general los hidrocarburos tanto líquidos como gaseosos, proceden de la materia orgánica depositada y acumulada durante el proceso de sedimentación a través de una serie de transformaciones que se producen en el subsuelo. Dichas transformaciones, que en conjunto reciben el nombre de maduración, están controladas principalmente por el aumento de temperatura que se produce con el aumento de profundidad como consecuencia del gradiente geotérmico y/o por fuentes locales de calor. Sin embargo, se trata de un proceso de baja temperatura que no supera los 200-250° C.

De una manera muy general, esta transformación consiste en la pérdida de O y N en forma de H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub> y en el enriquecimiento relativo en H y C. Aunque el proceso lo inician ciertas bacterias anaerobias, a medida que aumenta la profundidad de enterramiento, éstas desaparecen, quedando controlado a partir de entonces por el aumento de temperatura, en forma de destilación natural de dicha materia orgánica. En este proceso se distinguen tres etapas, en función de la temperatura: diagénesis, catagénesis y metagénesis.

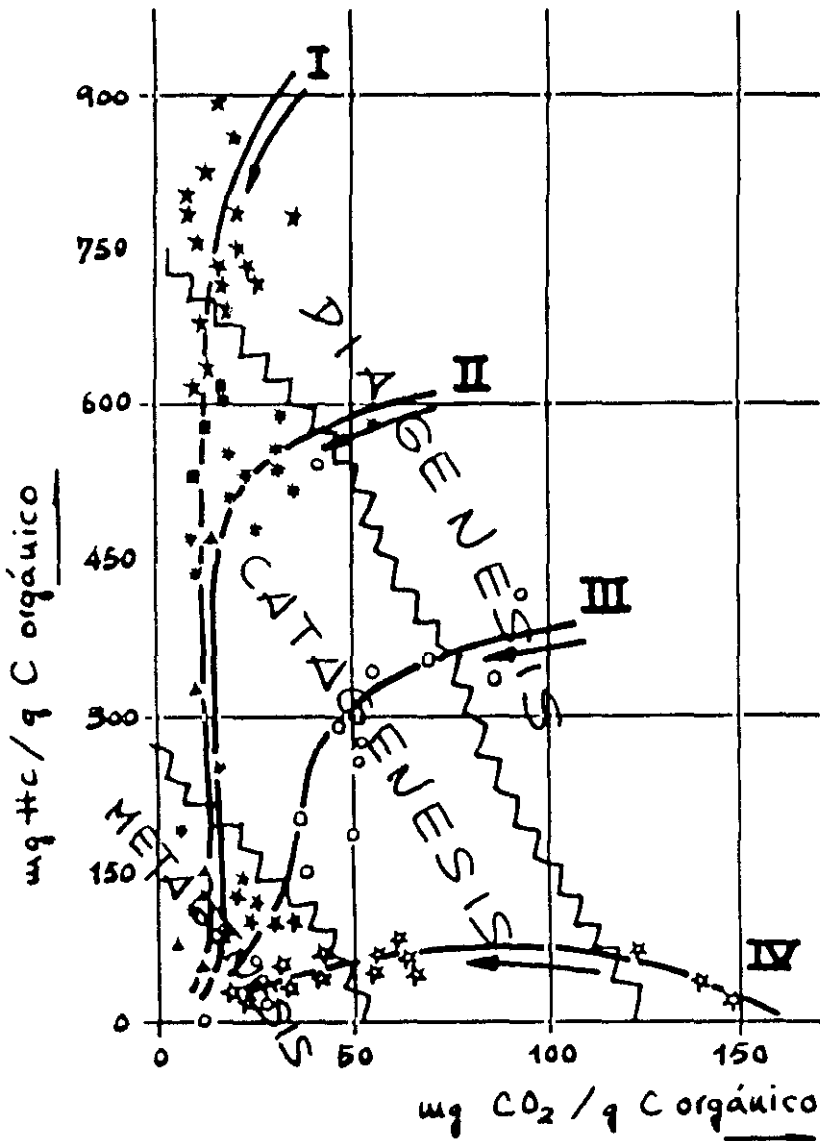
## DIAGENESIS

Esta etapa abarca desde la sedimentación de la materia orgánica, a temperatura ambiental, hasta 65° C, y en ella se producen las primeras transformaciones, que consisten esencialmente en la eliminación de los productos solubles (glúcidos y prótidos) y de N y O (en forma

## ETAPAS DE GENERACION DE HIDROCARBUROS EN FUNCION DE LA TEMPERATURA



# CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE KEROGENO



de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CO}_2$ ), y en la concentración de los productos insolubles. También se forman cantidades importantes de metano ( $\text{CH}_4$ ), que por proceder de la actividad bacteriana, recibe el nombre de «gas biogénico» o «gas de los pantanos», por ser también típico de las regiones pantanosas. El residuo orgánico que se va concentrando con los productos insolubles se denomina «Kerógeno» y está constituido por una mezcla compleja de moléculas orgánicas de gran número de C. Es lógico pensar que son también necesarias condiciones reductoras o anaerobias en el ambiente de sedimentación que impidan la proliferación de vida bentónica y en particular de organismos excavadores o limícolas que destruyan la materia orgánica acumulada.

A lo largo de esta etapa no se generan hidrocarburos, a excepción del gas biogénico mencionado anteriormente, sólo se produce un aumento paulatino de temperatura hasta alcanzar los  $65^\circ$ , en que comienza la destilación del Kerógeno, y que se considera arbitrariamente como la separación entre ambas etapas. Es interesante señalar que en última instancia, sólo un 10 por 100 del Kerógeno original se transforma en hidrocarburos.

## CATAGENESIS

A partir de  $65^\circ\text{C}$ , y hasta los  $150^\circ\text{C}$ , se produce la destilación del Kerógeno y en consecuencia la generación de hidrocarburos, cuyo máximo se localiza entre  $90^\circ$  y  $110^\circ\text{C}$ . Este proceso, que se denomina catagénesis, consiste en la rotura de las moléculas orgánicas para formar cadenas de hidrocarburos. Dichas cadenas seguirán rompiéndose a su vez en otras más sencillas según un proceso de destilación natural al aumentar la temperatura, hasta que hacia el final de esta etapa sólo quedan hidrocarburos gaseosos (metano a pentano). La máxima generación de gas se localiza precisamente hacia el final de esta etapa, procediendo tanto de la generación directa del Kerógeno como de la continua rotura de las cadenas de hidrocarburos líquidos.

Hay que tener en cuenta, además, que los distintos tipos de hidrocarburos que se generan dependen también de la composición del Kerógeno, y en consecuencia del tipo de materia orgánica original. Para analizar esta materia orgánica, lo más sencillo es representar la composición del Kerógeno en función de sus contenidos de H y C. Se distinguen así cuatro tipos diferentes de agrupaciones de análisis, denominados I, II, III y IV (diagrama de Van Krevelen): el tipo I es el más rico en H, procede casi exclusivamente de la acumulación de algas unicelulares (también se denomina «alginita») y es el que genera mayor cantidad de petróleo; el tipo IV, por el contrario, es el más pobre en H, y lógicamente el relativamente más rico en C, procede casi exclusivamente de la acumulación de vegetales superiores (también se denomina «vitrinita») y está más cerca de generar carbón que

hidrocarburos, generando a lo sumo gas; finalmente, los tipos II y III son intermedios. En líneas generales, se considera que los tipos I y II son excelentes generadores de petróleo, el tipo III originará petróleo y gas, y el tipo IV sólo gas. Este diagrama permite asimismo prever el tipo de hidrocarburos que se generarán en una cuenca si se conoce la composición de la materia orgánica existente en las posibles rocas-madre.

## METAGENESIS

A partir de 150° C y hasta 200° C comienza la destrucción de los hidrocarburos al continuar su destilación. El Kerógeno produce cantidades cada vez menores de gas, exclusivamente metano, y los hidrocarburos existentes se van rompiendo en cadenas cada vez más cortas, para dar metano, y en última instancia convertirse toda la fracción orgánica (Kerógeno e hidrocarburos) en grafito. Sin embargo, si no existen condiciones fuertemente reactivas en profundidad, el metano, que es muy estable, puede permanecer incluso a temperaturas superiores a 300° C.

Para controlar el aumento de temperatura, y en consecuencia el grado de maduración del Kerógeno, se mide el valor de reflectividad a la luz incidente de la vitrinita. La vitrinita es uno de los macerales más abundantes del carbón, está prácticamente presente en todos los tipos de Kerógeno (a excepción de algunos del tipo I y II) y refleja muy bien los aumentos de temperatura, por lo que se considera un excelente «termómetro geológico de máxima» para estas bajas temperaturas, ya que en ella queda «congelada» la máxima temperatura a que ha estado sometida. Una vez establecida la escala reflectividad de vitrinita-temperatura, se puede determinar si las muestras procedentes de la zona que estamos investigando son inmaduras, maduras o han pasado ya a la etapa de metagénesis, en cuyo caso todos los hidrocarburos que teóricamente hubieran podido generar lo han sido ya.

