



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE  
INGENIEROS DE MINAS  
-----

Ríos Rosas, 21  
28003 MADRID.

## **TITULACIÓN: INGENIERO TÉCNICO DE MINAS**

**ESPECIALIDAD EN: RECURSOS ENERGÉTICOS COMBUSTIBLES Y EXPLOSIVOS**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y COMBUSTIBLES**

**PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**

***COMBUSTIBLES***

**Curso** : 2º  
**Semestre** : Anual  
**Carácter** : Troncal

**Créditos totales**  
Teóricos : 5  
Prácticos : 5,5

**PLAN DE ESTUDIOS 2002**

Edición 1: 2003-09-22

## COMBUSTIBLES: PROGRAMA

### a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

#### BLOQUE 1: Origen y formación de los combustibles sólidos

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1 Distinguir la denominación de “Combustibles” y su ámbito de aplicación en los distintos procesos de su aplicación.
- 1.2 Interpretar la estructura molecular de los carbones
- 1.3 Establecer la situación de los combustibles sólidos en el diagrama de Gibbs y denominar según estas coordenadas los diferentes combustibles.
- 1.4 Detallar las características diferenciales de cada maceral y sus aplicaciones tecnológicas
- 1.5 Interpretar la influencia de cada una de las propiedades de los carbones en su comportamiento en las distintas tecnologías de utilización..

##### CONTENIDOS

#### 1.1: LOS COMBUSTIBLES FÓSILES EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA.

- Los combustibles como fuente más importante de la energía.
- Concepto generalizado y restringido de los combustibles.
- Utilización de los combustibles a lo largo de la Historia.
- El reparto de la energía entre los combustibles.
- Límites de la asignatura y relaciones con otras materias.

#### 1.2: ORIGEN Y FORMACIÓN QUÍMICA DEL CARBÓN

- Composición química del carbón.
- Estructura de su molécula. Elementos que la integran
- Origen: Elementos originales en las plantas y su influencia en la formación del carbón.
- Fermentaciones aeróbicas y anaeróbicas.
- Oxidación y reducción.
- Respiración intramolecular y sus consecuencias.
- Teorías de la celulosa y de la lignina.
- Origen de los ácidos húmicos.
- Fase bioquímica en la formación del carbón según White.
- Fase dinamoquímica en la formación del carbón.
- Ley de Hilt.
- Índice de Wieluch para la hullificación
- Ideas actuales de la estructura del carbón.

#### 1.3: CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS COMBUSTIBLES SEGÚN SU GRADO DE HULLIFICACIÓN.

- Madera, carbón vegetal, alquitrán de madera , creosotas, ácidos piroleñosos, alcohol metílico.

- Turba. Importancia como combustible y como materia prima para otras fabricaciones. Secado.
- Lignitos pardos. Líneas generales sobre su utilización. Piropisitas.
- Lignitos negros. Características especiales y problemas de su utilización.
- Hullas. Características generales.
- Deducción de las características y aplicación de cada uno mediante el diagrama de Gibbs.

#### 1.4: FUNDAMENTOS Y NOMENCLATURA DE LA PETROGRAFÍA DEL CARBÓN

- Antecedentes.
- Nomenclatura de H. Fayol
- Componentes macroscópicos o litotipos.
- Propuesta de M. Stopes.
- Transformación de los vegetales en elementos microscópicos con estructura o carentes de ella.
- Transformación de elementos accesorios de las plantas en macerales.
- Transformación de elementos externos de las plantas
- Microlitotipos y su proporción en los elementos microscópicos.
- Investigación con luz transparente y luz reflejada.
- Idea del análisis petrográfico y su utilidad técnica.

#### 1.5: PROPIEDADES FÍSICAS DEL CARBÓN

- Propiedades mecánicas
- Propiedades térmicas
- Propiedades eléctricas
- Propiedades gravimétricas

## **BLOQUE 2: Estudio del proceso de combustión**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

*2.1 Distinguir y calcular distintos casos de combustión completa, incompleta e imperfecta con diferentes combustibles y condiciones.*

### CONTENIDOS

#### 2.1: RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS EN EL AULA

- Combustión completa con el oxígeno teórico necesario.
- Combustión con aire teórico y un exceso a partir de la fórmula empírica del combustible.
- Determinación de la composición elemental de un combustible a partir de los gases de su combustión
- Determinación del aire en exceso para una combustión.
- Aplicación del diagrama de Ostwald a distintos combustibles.

## **BLOQUE 3: Características y clasificación de los carbones**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 3.1 *Aplicar los valores de poderes caloríficos superior e inferior a presión y a volumen constante de un combustibles en el proceso de la combustión.*
- 3.2 *Aplicar el comportamiento de los elementos químicos del carbón durante el proceso de la combustión para establecer su repercusión en los rendimientos.*
- 3.3 *Aplicar las características principales de los combustibles sólidos para determinar la mejor tecnología de su utilización.*
- 3.4 *Conocer los sistemas de almacenamiento del carbón; pérdida de propiedades tecnológicas.*

### CONTENIDOS

#### 3.1: PODER CALORIFICO DE LOS COMBUSTIBLES

- Poder calorífico superior e inferior.
- Cálculo del poder calorífico mediante fórmulas aproximadas en función de las reacciones de combustión, del análisis elemental, del análisis inmediato, del aire teórico de combustión y del aire total de combustión.
- Poder calorífico inferior de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.
- Cálculo de la temperatura máxima de la llama en la combustión.

#### 3.2: PRESENCIA Y FORMAS DE LA HUMEDAD, AZUFRE Y MATERIA MINERAL EN LOS CARBONES.

- Formas de la presencia del agua en los carbones.
- Contenido de agua de los carbones según su antigüedad. Influencia de los poros.
- Determinación de la humedad de un carbón. Sus dificultades.
- Influencia del agua en los procesos tecnológicos más importantes: Molido, cribado, combustión, gasificación, briquetado.
- Influencia del agua en las características físicas del carbón: Densidad, meteorización, combustión espontánea, etc.
- Origen del azufre en el carbón.
- Formas en que se presenta: Azufre orgánico, azufre pirítico, azufre de sulfatos.
- Origen de la materia mineral.
- Distinción entre la materia mineral y las cenizas de un carbón.
- Fórmula de Parr.
- Elementos químicos de las cenizas del carbón.
- Problemas que presentan las cenizas: Fusibilidad, corrosión, desdosisación, reacciones no previstas.
- Métodos de determinación del punto de reblandecimiento y de fusión de las cenizas.

#### 3.3: CAMBIOS DEL CARBON DURANTE EL ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

- Importancia de las cantidades almacenadas.
- Efectos de la acción del aire y de la humedad.
- Oxidación gradual del carbón. Efectos producidos por la misma: Aumentos de su masa, contenido en oxígeno, punto de ignición, higroscopicidad y solubilidad. Disminuciones correlativas del contenido de carbono e hidrógeno, poder calorífico y tamaño de partículas.
- Aumento de la temperatura y combustión espontánea.
- Observación de las pilas de carbón.
- Métodos para evitar la combustión espontánea.

### 3.4: DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES EN LOS COMBUSTIBLES SÓLIDOS.

- Determinación de la humedad total.
- Determinación de las cenizas.
- Determinación de las materias volátiles.
- Determinación del azufre total.
- Determinación del poder calorífico superior.

### 3.5: APLICACIÓN EN LA CLASIFICACIÓN DE LOS CARBONES.

- Dificultades de una clasificación conveniente para todos los carbones.
- Principios utilizados en la clasificación de los carbones.
- Clasificación de Gruner-Renault. Crítica.
- Clasificación de Seyler. Clasificaciones derivadas de ella.
- Clasificación americana. Diagrama triangular.
- Clasificaciones geológicas y geográficas. Primeros intentos de un código de clasificación: Normas ASTM.
- Clasificación de la CEE (ONU). Parámetros.
- Clasificación del Consejo Económico Europeo. Análisis necesarios.
- Clasificaciones comerciales. Propuestas para España.
- Clasificación por tamaños. Clasificaciones extranjeras.
- Clasificaciones usadas en las cuencas españolas. Posibilidades de unificación. Normas UNE.

## **BLOQUE 4: Coquización.**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 4.1 *Conocer los métodos utilizados para el análisis de la naturaleza química de la hulla.*
- 4.2 *Conocer el tratamiento y tecnologías de extracción del carbón con disolventes como medio de separación de sus componentes y relación con su composición petrográfica y química.*
- 4.3 *Comprender los conceptos fundamentales y previos al estudio de la coquización.*
- 4.4 *Comprender los fenómenos de plasticidad, dilatación libre, efectos de presión, aglutinamiento y aglomeración. Métodos de ensayo y unidades empleadas.*
- 4.5 *Conocer las teorías sobre la coquización del carbón y su repercusión tecnológica, así como la relación de ésta sobre los distintos carbones y sus mezclas.*
- 4.6 *Conocer las baterías y hornos de fabricación de coque, sus limitaciones dimensionales y térmicas, así como los sistemas de calentamiento y recuperación térmica.*

### CONTENIDOS

#### 4.1: METODOS UTILIZADOS PARA EL ANALISIS DE LA NATURALEZA QUÍMICA DE LA HULLA

- Descomposición por medio del calor y análisis de los productos: Limitaciones y objeciones a este método.
- Extracción con disolventes: Disolventes más frecuentemente utilizados, experimento de Fischer, de Bone y de Wheeler. Objeciones a este método.
- Experimentación con reactivos: Reactivos de reducción, de oxidación, de halogenación y de hidrólisis.
- Crítica de estos métodos.
- Desarrollo actual de la extracción: Solvólisis.

#### 4.2: CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PREVIOS AL ESTUDIO DE LA COQUIZACION

- Comportamiento del carbón al ser calentado en ausencia de aire. Sucesión de procesos y diferencias observadas según el tipo de carbón.
- Desgasificación y descomposición térmica.
- Dilatación libre y expansión o hinchamiento. Confusiones sobre estos conceptos.
- Plasticidad en el carbón: Curvas de Giessler.
- Medida de la dilatación, hinchamiento en crisol. Medida constante del proceso de dilatación. Dilatómetro y curvas Arnu de los carbones: Su interpretación.
- Medida de expansión: Aparatos de Koppers y horno de pared móvil, interpretación de las curvas.
- Aglutinación y aglomeración. Curvas isométricas.

#### 4.3: EVOLUCION DEL CONCEPTO DE “CARBON COQUIZABLE” Y TEORIAS SOBRE LA COQUIZACIÓN

- Definiciones del carbón coquizable, según el desarrollo de la Técnica. Futura extensión de este concepto según la investigación.
- Teoría de Fischer y Gluud, basada en la extracción con disolventes. Elementos constitutivos de la hulla (carbón residual y bitumen oleaginoso y sólido).
- Teoría de Gillet o de fusión completa. Fases sucesivas de la transformación del carbón en coque.
- Teoría petrográfica, según la interpretación de Oele: Vitritina o “Principio coquizante”, elementos inertes.
- Influencia de la velocidad de calentamiento en la coquización.
- Experimento de Berkowitz con lignitos aglomerados y calentamiento de alta frecuencia.
- Mecanismo de la coquización según Van Krevelen. Otras teorías.
- Teoría de Pertierra y Kreulen de la estructura micelar del carbón.

#### 4.4: CONDICIONES DEL CARBON PARA COQUIZAR

- Preparación inmediata, mezclas, cálculo de mezclas, método de Burstlein, determinación de resultados.

#### 4.5: ESTUDIO DE LA FABRICACIÓN DEL COQUE

- Tipos de hornos de coquización. Horno de colmena, de calor perdido y de recuperación de calor, de recuperación de subproductos, de canales horizontales y verticales.
- Utilización de gas rico, de gas de horno alto y de gas de gasógeno en el calentamiento del horno.
- Forma y dimensiones de los hornos.
- Estudio del refractario de los hornos.
- Transformaciones de refractario de “silica”.
- Tiempo de coquización. Estudio de los diversos factores que influyen en el tiempo de coquización: Anchura de las cámaras y velocidad de calentamiento. Temperatura de la paredes.
- Influencia del tamaño del carbón, de su humedad y de la densidad de carga. Mezclas con aceite. Efectos del precalentamiento.
- Marcha del horno de coque: carga, nivelado, descarga, apagado, elementos accesorios (máquinas de deshornado y colocación de puertas, vagón de coque).
- Horno de Stevens para el calentamiento eléctrico. Hornos continuos.
- Tendencias actuales de la coquización.
- Influencia de la velocidad de calentamiento en la calidad del coque.
- Condiciones óptimas de coquización.

#### 4.6: ESTUDIO DEL COQUE Y DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA COQUIZACIÓN

- Distribución porcentual del coque y de los subproductos de coquización.
- Coque metalúrgico: Propiedades químicas, cenizas, humedad, azufre, fósforo. Propiedades físicas (abrasividad, fragilidad, solidez, porosidad, densidad, reactividad, ensayos de ruptura), valor de utilización e

índices.

#### 4.7: RECUPERACION DE SUBPRODUCTOS

- Métodos indirecto, directo y semidirecto para la recuperación de los subproductos. Ventajas e inconvenientes.
- Estudio de los subproductos: Alquitrán de hulla, creosotas, breas, coque de alquitrán.
- Industrias derivadas del aprovechamiento del alquitrán: colorantes y disolventes, amoniaco y compuestos nitrogenados, aceites ligeros (benzol, toluol y xiloles), nafta, naftaleno, antraceno y aromáticos superiores.
- Purificación y recuperación del azufre y del ácido cianhídrico.
- El gas de coquería: Su composición química, poder calorífico, industrias derivadas del fraccionamiento del gas de coquería.
- Estudio de balances térmicos en el proceso de coquización. Aplicación a los diversos tipos de hornos. Influencia del sistema de apagado.

### **BLOQUE 5: Origen, composición y caracterización técnica del petróleo. Productos**

#### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 5.1 Conocer las distintas teorías existentes sobre el origen del petróleo y proceso de transformación.*
- 5.2 Interpretar la estructura molecular de los petróleos.*
- 5.3 Conocer los distintos productos petrolíferos obtenidos en las refinerías y su aplicación industrial.*
- 5.4 Determinar las propiedades básicas de los productos petrolíferos.*

#### CONTENIDOS

##### 5.1: ORIGEN Y COMPOSICIÓN DEL PETRÓLEO.

- Origen del petróleo a partir de la materia primigenia.
- Composición química del petróleo.

##### 5.2: CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DEL PETRÓLEO

- Relación entre la masa molecular de los hidrocarburos y su temperatura de ebullición.
- Relación entre la densidad de los hidrocarburos y su estructura molecular.
- Grados A.P.I.
- Métodos de caracterización de los crudos de petróleo: Bureau of Mines, Índice de caracterización V.O.P., Índice de correlación, contenido en azufre.

##### 5.3: PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO

- Evolución de las propiedades de los productos petrolíferos que determinan su demanda y calidad.
- Productos gaseosos del refino del petróleo: Hidrógeno, hidrocarburos ligeros saturados, hidrocarburos ligeros no saturados, mezclas de propano-propileno y butano-butileno.
- Los gases de refino como materias primas petroquímicas.
- Gasolina: Diversas denominaciones y criterios de separación de las gasolinas, características principales de este carburante (volatilidad, curva de ebullición ASTM, estabilidad).
- Estudio químico de la detonación, teorías sobre las causas del fenómeno, índice de octano.
- Correlación entre el rendimiento térmico del motor, la compresión del mismo y el índice de octano.
- Medida del índice de octano, métodos “Motor”, “Research” y “Supergrado”.
- Correlaciones entre la composición química de las gasolinas y su índice de octano.

- Antidetonantes, “fluido etílico” y plomo tetraetilo, otros agentes antidetonantes (plomo tetrametilo, M.T.B.E), inhibidores de envejecimiento.
- Kerosenos, white spirit, combustibles para reactores (JP), petróleos lampantes.
- Combustibles para tractores, disolventes.
- Evolución de la importancia de los kerosenos, gasóleos (volatilidad, inflamabilidad, índice de coquización, viscosidad, densidad).
- Índices de cetano y ceteno.
- La detonación en los motores Diesel, aceleradores de inflamado, correlación entre la composición química del gasóleo y la detonación; diesel-oil.
- El gasóleo como combustible, fuelóleo aceite para quemar (viscosidad, cenizas).
- Aceites lubricantes, su importancia, propiedades principales (viscosidad, su medida), comportamiento en condiciones de engrase límite, estabilidad, coquización, punto de congelación, punto de inflamación
- Aceites bases para lubricantes, aceites pesados, medios y ligeros, mezclas y adiciones (compuestos anticorrosión, detergentes, antiespumantes, etc).
- Clasificación española de los aceites lubricantes, aceites lubricantes sintéticos, aceites para transformaciones.
- Grasas y lubricantes sólidos.
- Betunes asfálticos, clasificaciones industriales (emulsiones y cutbacks), solubilidad, contenido de enfaltemas y otros compuestos, reblandecimiento, índice de penetración.
- Parafinas, petrolatum, cerasinas y vaselinas (características y usos).
- Coques petrolíferos, características y utilización.

## **BLOQUE 6: Combustibles gaseosos. Clasificación. Características y tratamiento**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

*6.1 Analizar los distintos parámetros que influyen en la combustión de los diferentes gases combustibles.*

*6.2 Analizar la influencia de los distintos procesos aplicados al gas natural en la obtención final de la energía.*

### CONTENIDOS

#### 6.1: COMBUSTIBLES GASEOSOS. CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIONES.

- Características generales de los combustibles gaseosos, especialmente las que influyen en la combustión (fuerzas intermoleculares, difusibilidad, transporte de calor generado).
- Consecuencias en cuanto al rendimiento y a las variables del proceso.
- Tipos de gases y su origen.

#### 6.2: GAS NATURAL, COMPOSICIÓN, TRATAMIENTO, LICUACIÓN Y REGASIFICACIÓN.

- Origen, composición y tipos de gas natural.
- Tratamientos gaseosos del gas natural (desulfuración, deshidratación, desgasolinización); procesos empleados.
- Licuación del gas natural; principios físico-químicos de la licuación (procesos isoentálpicos e isoentrópicos); aplicaciones.
- Regasificación del gas natural licuado; procesos.

## **BLOQUE 7: Gasificación de combustibles sólidos y líquidos.**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 7.1 Conocer los distintos procedimientos para la obtención de gases combustibles por gasificación.*
- 7.2 Conocer las reacciones que intervienen en el proceso de gasificación y analizar la cinética de cada equilibrio.*
- 7.3 Comprender la teoría del gasógeno y la gasificación cíclica.*
- 7.4 Conocer los distintos procesos de gasificación, sus características y sus aplicaciones.*
- 7.5 Conocer los tratamientos de acondicionamiento de los gases obtenidos por gasificación.*
- 7.6 Aplicar lo anterior al estudio de los procesos de gasificación.*

### CONTENIDOS

#### 7.1: GASIFICACIÓN. CONCEPTOS

- Obtención de gases combustibles por gasificación de combustibles sólidos y líquidos.
- Conceptos fundamentales de la gasificación, equilibrios que intervienen en los procesos, variables.
- Procesos iniciales de gasificación, desgasificación de la hulla.
- Gasógeno. Gasificación cíclica.

#### 7.2: PROCESOS DE GASIFICACION

- Procesos primarios de gasificación: La transformación de las moléculas sólidas o líquidas en gaseosas.
- Gasógeno: Teoría, tipos actuales de gasógenos (reformados de hidrocarburos con vapor de agua, oxidación parcial de hidrocarburos, hidrogenación e hidrogasificación, craqueo).
- Procesos secundarios de gasificación: Adaptación del gas primario al gas útil, conversión de monóxido de carbono, lavado y eliminación de dióxido de carbono, desulfuración, metanización, depuración (secado, filtrado, estabilización), mezclado y dilución.

#### 7.3: APLICACIONES

- Problemas sobre gasificación con vapor de agua y gasificación por combustión incompleta con y sin presión.

## **BLOQUE 8: Intercambiabilidad y conversión de mezclas gaseosas**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 8.1 Comprender la necesidad del estudio de la intercambiabilidad de gases combustibles y aplicar los criterios adecuados.*

### CONTENIDOS

#### 8.1: PROBLEMAS Y CRITERIOS EN LA INTERCAMBIABILIDAD DE GASES

- El problema de la intercambiabilidad.
- Criterios de Wobbe y Delbourg. Otros criterios.
- Índices y diagramas. Limitaciones en el uso de gases.
- Despegue de la llama, índice de puntos amarillos, retroceso de llama, límite de combustión incompleta.

- Diagrama de Delbourg.

## 8.2: APLICACIONES

- Problemas sobre intercambiabilidad de gases y manejo de diagramas.

## **BLOQUE 9: Contaminación producida por la utilización de los combustibles.**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

9.1 *Calcular la temperatura de rocío de los gases de combustión, planteando los problemas de desulfuración y recuperación del azufre, así como su repercusión en los rendimientos energéticos.*

### CONTENIDOS

#### 9.1: COMPORTAMIENTO DEL AZUFRE CONTENIDO EN LOS COMBUSTIBLES DURANTE EL PROCESO DE LA COMBUSTIÓN.

- Problemas del azufre y métodos de recuperación.

### **b) BIBLIOGRAFÍA**

#### BÁSICA:

- CANSECO, A. *Apuntes de Cátedra*. ETSI Minas, Madrid, 2000.
- DELGADO J. *Los productos petrolíferos: su tecnología*. G.T.S., Madrid, 1998.
- SEDIGAS, *Manual del gas y sus aplicaciones*. SEDIGAS. Madrid, 1998.
- VAN KREVELEN, S.W. *Coal Science*. Elsevier, Oxford, 1997.
- WILSON, P.J. *Coal, Coke and Coal Chemicals*. McGraw-Hill, Londres, 1997.

#### COMPLEMENTARIA:

- BADIN, E.J. *Coal Combustion Chemistry-Correlation Aspects*. Elsevier, Amsterdam, 1994.
- BARNARD, J. A. *Flame and Combustion*. Chapman and Hall, Londres, 1996.
- GARDINER, W. C. Jr. *Combustion Chemistry*. Springer-Verlag, Nueva York, 1984
- LOWRY, H.H. *Chemistry of Coal Utilization*. John Wiley & Son, Londres, 1963.
- SHAIK A. QADER. *Natural gas substitutes from coal and oil*. Elsevier, Oxford, 1985.

### **c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS**

#### 1. ORGANIZACIÓN

Las prácticas en el laboratorio se organizarán por grupos y en los días señalados en el horario. Para la organización de dichos grupos se procurará que los alumnos elijan tanto el día como los compañeros de prácticas. Para ello, se entregará al profesor responsable del laboratorio la ficha correspondiente con los datos personales y

una fotografía, de buena calidad y actual, pegada. Todo ello se llevará a cabo en los diez primeros días desde el comienzo de las clases. El cumplimiento de este trámite, dentro del plazo indicado, es indispensable para ser admitido en las prácticas de laboratorio.

Las prácticas de laboratorio tendrán lugar los días señalados en el calendario que se establezca y no podrán dejar de realizarse ningún día lectivo, salvo orden expresa de la Subdirección de Ordenación Académica o fuerza mayor. Una eventual falta de asistencia por motivos particulares se recuperará al final de curso en los días que se establezcan.

## 2. RELACION DE PRÁCTICAS

### 2.1 COMBUSTIBLES SÓLIDOS

#### Carbones:

- Práctica nº 1: Determinación de la humedad total.
- Práctica nº 2: Determinación de las cenizas.
- Práctica nº 3: Determinación de las materias volátiles.
- Práctica nº 4: Determinación del azufre total.
- Práctica nº 5: Hinchamiento en crisol.
- Práctica nº 6: Poder calorífico superior.

### 2.2 PRODUCTOS DEL PETRÓLEO

#### Crudos de petróleo:

- Práctica nº 7: Contenido en agua.
- Práctica nº 8: Fraccionamiento atmosférico.

#### Combustibles para aviación y querosenos:

- Práctica nº 9: Puntos de inflamación y de combustión en vaso abierto.
- Práctica nº 10: Puntos de inflamación y de combustión en vaso cerrado.

#### Combustibles Diesel:

- Práctica nº 11: Puntos de anilina y anilina-heptano.

#### Fuelóleo:

- Práctica nº 12: Residuo carbonoso Conradson.
- Práctica nº 13: Residuo carbonoso Ramsbottom.

#### Aceites lubricantes:

- Práctica nº 14: Índices de acidez y alcalinidad con indicador de color.
- Práctica nº 15: Ensayos sobre viscosidad Engler, Saybolt y Cinemática.
- Práctica nº 16: Determinación de la rigidez dieléctrica.

## ***d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN***

1. La evaluación de la asignatura se basa en la demostración de la asimilación de conocimientos y la capacidad de su aplicación, mediante dos exámenes parciales y un examen final.
2. El contenido de la asignatura se divide en tres partes: teoría, problemas y prácticas en el laboratorio.
3. La evaluación de la teoría se lleva a cabo mediante cuestiones breves valorando la capacidad de aplicación de los conceptos, evitando la reproducción de lo expuesto en las clases o contenido literal de los textos recomendados. Los temas objeto de la evaluación se escogerán al azar al comienzo de la prueba de entre los que figuran en el programa de la asignatura.
4. Los problemas son de aplicación de conceptos y tienen características similares a los resueltos durante el curso. Con el enunciado se adjunta toda la documentación necesaria para su resolución.
5. Para obtener el aprobado de la asignatura es indispensable tener aprobadas las prácticas de laboratorio.
6. Las prácticas de laboratorio se podrán aprobar por curso. Las prácticas serán calificadas con dos criterios:
  - 6.1. Destreza en el laboratorio y resultados obtenidos
  - 6.2. Memoria realizada al finalizar la misma.

La calificación de laboratorio obtenida por curso contará, de forma ponderada, en la calificación final de la asignatura.

Para los alumnos que no aprueben las prácticas por curso, se realizará un examen final de prácticas. En estas convocatorias finales la calificación del laboratorio será exclusivamente apto o no apto.

7. La calificación global por curso de la asignatura será la media de las de los exámenes parciales, afectada por la calificación de laboratorio como se indica en 6.