

Exploración de técnicas analíticas para ensayos de crudo desarrollados en laboratorios de Ecopetrol, Saybolt y Universidad de Cartagena

Dina Mendoza Beltrán

*Docente, Tecnología en Control de Calidad, Grupo CIPTEC, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Barrio España Cr 44 D N° 30A – 91, Cartagena, Colombia.
dmendozab@tecnocomfenalco.edu.co.*

Recibido: 15 Feb 2016 – Revisado: 30 Abr 2016
Aceptado: 30 May 2016 – Publicado: 30 Jul 2016



Resumen: El objetivo de este estudio fue explorar en tres pasos técnicas analíticas para ensayos en crudo que se desarrollan en tres laboratorios, Ecopetrol, Saybolt y Universidad de Cartagena, frente a las técnicas exigidas internacionalmente por la norma ASTM. Primero, se revisaron normas ASTM y aquellas utilizadas por Instituto Colombiano de Petróleo (ICP), se listó el número de ensayos necesarios para la caracterización de crudos. En segundo lugar, se indagaron los ensayos que se realizan en tres laboratorios de Cartagena (Colombia), se revisó la norma utilizada y el cumplimiento en equipamiento frente a estándares. Tercero: se buscó cuáles ensayos estaban acreditados bajo norma ISO/IEC17025. Al final, se determinó que de los 24 ensayos que se establecen en norma ASTM para caracterización de crudos, los laboratorios de Ecopetrol y Universidad de Cartagena realizan 19 y 11 respectivamente; por su parte, Saybolt, 13. De los ensayos que se realizan en ICP en ASSAY tipo 1, Ecopetrol lleva a cabo 11; Universidad de Cartagena, 9 y Saybolt, 8 ensayos. Al verificar los equipos utilizados, se obtuvo que Ecopetrol utiliza el 94,73 %; Saybolt, 84,6 1% y Universidad de Cartagena, 87,5 % de los equipos que estipula la norma ASTM; además, el laboratorio de Ecopetrol tiene acreditado el 74 % de sus ensayos.

Palabras clave: ASTM, caracterización, crudo.

Abstract: The aim of this study was to explore in three steps the analytical techniques for testing the crude oil that developed in three laboratories, as follows: Ecopetrol, Saybolt and University of Cartagena(Colombia); against internationally required by the ASTM standard. First step: ASTM and used by ICP (Colombian Petroleum Institute) standards were reviewed and the number of tests to be performed for characterization of crude oils were listed. Second step: the tests being conducted in three laboratories of Cartagena city is inquired, the standard used in equipment and compliance against the ASTM standard was revised. Third Step: It was sought that trials were accredited under ISO / IEC17025 standard. Finally it was determined that of the 24 tests prescribed in ASTM standard, Ecopetrol laboratories, and the University of Cartagena made 19 and 11 respectively, and Saybolt 13. Of the tests performed in the ICP in ASSAY type 1, Ecopetrol made 11, University of Cartagena 9 and Saybolt 8 test. . When checking the equipment used was obtained Ecopetrol 94.73%, 84.61% Saybolt and the University of Cartagena 87.5% use all equipment which provides ASTM; further laboratory accredited Ecopetrol has 74% of his essays.

Key words: ASTM, Characterization, Crude oil.

1. INTRODUCCIÓN

La primera fase que tiene el petróleo crudo después de la extracción del suelo es la caracterización, la cual se realiza para identificarlo y clasificarlo. Esto se hace mediante la realización de técnicas analíticas o ensayos, donde muchos de ellos ya están normalizados por el ente American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM).

El crudo es la materia prima principal de las refinerías, durante el proceso de refinación es de suma importancia la caracterización físico-química de los crudos para el monitoreo, la selección de condiciones operacionales y el control de calidad de las etapas involucradas. El Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) cuenta con un laboratorio especializado para la caracterización y evaluación de crudos mediante la aplicación de procedimientos de prueba estándar ASTM. Este laboratorio se encuentra acreditado desde 1995 bajo la norma ISO/IEC17025:2005.

Para el desarrollo del presente estudio, se realizó una visita a la Cámara de Comercio de Cartagena, donde se evidenció que no se tenía claro las entidades o laboratorios en Cartagena que desarrollan la caracterización de los crudos.

Por lo anterior, se pretendió explorar los ensayos que se le realizan a estos. Se escogieron tres laboratorios de Cartagena como base, para así, tener referencias por si en un futuro, se pretende realizar la implementación de estas técnicas en el laboratorio de prestación de servicios de la Fundación Universitaria

Tecnológico Comfenalco. También, se toman como referencia las normas ASTM y el ICP en la realización de estos ensayos.

Por último, se indagó si estas técnicas analíticas realizadas en los laboratorios se encuentra acreditados bajo norma ISO/IEC17025:2005.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Generalidades del petróleo

El petróleo es una sustancia orgánica formada principalmente por carbono e hidrógeno junto con impurezas como nitrógeno, azufre y oxígeno. En ocasiones, el petróleo viene acompañado por notables cantidades de gases como H₂S, CO₂, N₂.

Para extraer el crudo, primeramente, se debe saber la ubicación o yacimiento. Una vez encontrados, se perfora hasta llegar al mismo. Esta extracción se puede hacer sobre la superficie o el mar. Después de terminar el proceso de extraer el crudo, se pasa para la refinación; por tanto, es importante tener una buena caracterización del crudo para el control y la calidad de los productos que se obtienen en una refinería.

El Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) tiene un laboratorio donde se identifican los análisis ASSAY tipo 1 (un tipo de ensayos). Por medio de este estudio, se realiza la caracterización general de las propiedades físicoquímicas del crudo y se obtiene información relevante, como su curva de destilación, gravedad API, contenido de metales y otras propiedades que permiten estimar su calidad y clasificación, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis para crudos por ICP (ASSAY Tipo 1)

No	NOMBRE DE ANÁLISIS	NORMA TÉCNICA
1	Densidad	ASTM D-5002
2	Gravedad °API	Calculado
3	Número neutralización	ASTM D-664
4	Presión de vapor Reid	ASTM D-323
5	Punto de fluidez	ASTM D-97
6	Punto de inflamación	ASTM D-93
7	Insolubles en n-C7	UOP-614
8	Const-Visc-gravedad	ASTM D-2501
9	Factor de caracterización	UOP-375
10	Viscosidad a t1	ASTM D-445
11	Viscosidad a t2	ASTM D-445
12	Agua y sedimento	ASTM D-4007
13	Contenido de azufre	ASTM D-4294
14	Residuo de Carbón Micro	ASTM D-4530
15	Gases disueltos en crudos	ICP PTE 47.004-1
16	Destilación simulada de crudos	ASTM D-5307
17	Cenizas	ASTM D-482
18	Poder calorífico	ASTM D-240
19	Porcentaje de ceras	UOP 46 mod.
20	Sal	Aruba
21	Contenido de metales calcio	ASTM D-5863
22	Cobre	ASTM D-5863
23	Hierro	ASTM D-5863
24	Magnesio	ASTM D-5863
25	Níquel	ASTM D-5863
26	Sodio	ASTM D-5863
27	Vanadio	ASTM D-5863

2.2 Norma ASTM

Las normas ASTM servirán de referencia para determinar los ensayos con los cuales se caracterizan a los crudos. Estas normas constituyen a nivel internacional, una referencia para establecer procedimientos estandarizados para determinar la calidad de los materiales analizados en un laboratorio.

2.3 Norma ISO/IEC 17025

Contiene todos los requisitos que tienen que cumplir los laboratorios de ensayo y calibración si desean demostrar que poseen un sistema de gestión, que son técnicamente competentes y que son capaces de generar resultados técnicamente válidos.

2.3 Acreditación de laboratorios

La acreditación se define como un procedimiento por el cual un organismo con autoridad otorga un reconocimiento formal, donde se certifica que un organismo o persona es competente para llevar a cabo tareas específicas. El organismo nacional de acreditación de Colombia (ONAC) es el encargado de evaluar la conformidad de laboratorios bajo la norma ISO/IEC 17025. La aceptación de los resultados de ensayo y de calibración entre diferentes países es mucho más fácil si los laboratorios cumplen esta norma internacional y obtienen la acreditación de organismos que han firmado acuerdo de reconocimiento mutuo con organismos equivalentes que utilizan esta norma.

3. ANÁLISIS DE DATOS

En la búsqueda bibliográfica acerca de las técnicas analíticas realizadas a los crudos para su caracterización, se encontró que la ASTM ha establecido muchos ensayos para esto; además, el ICP identifica los ensayos ASSAY tipo 1, que es el medio por el cual se realiza la caracterización general de las propiedades físico-químicas del crudo para estimar su calidad y clasificación. Cabe resaltar que el ICP realiza 20 ensayos, de los cuales catorce son regidos por las ASTM (Ver Tabla 1).

Para este estudio, se eligieron 24 de los ensayos que establece la ASTM, por ser los más comunes y de mayor importancia. Se seleccionaron tres laboratorios en Cartagena: el laboratorio de Ecopetrol Cartagena, Saybolt y el laboratorio de prestación de servicios de la Universidad de Cartagena. Luego, se realizó una visita a los respectivos laboratorios, donde se les aplicó una lista de chequeo para determinar de los 24 ensayos seleccionados, cuáles eran realizados por estos (ver Tabla 2).

Tabla 2. Principales técnicas analíticas para crudos y las realizadas por los laboratorios.

N°	Principales técnicas analíticas paracrudo	Norma ASTM-D	Laboratorios visitados		
			Ecopetrol	Saybolt	U. de Cartagena
1	Método de prueba estándar para la densidad	1298-12b	Sí	Sí	Sí
2	Método de prueba estándar para la densidad	4052-11	Sí		
3	Método de prueba estándar para la viscosidad	445-12	Sí	Sí	Sí
4	Métodos de prueba estándar para punto de anilina	611-12	Sí		Sí
5	Método de prueba estándar para el agua	4377	Sí		
6	Método de prueba estándar para el agua en	4928-11	Sí		
7	Método estándar de determinación de residuo de carbón	4530-11	Si		
8	Método de prueba estándar para punto de fluidez	97 -11	Sí	Sí	Sí
9	Método de prueba estándar para las sales de Petróleo	3230-10	Sí	Sí	Sí
10	Métodos de prueba estándar de punto de inflamación	93-12	Sí	Sí	Sí
11	Método de prueba estándar para Número Ácido	664	Sí	Sí	Sí
12	Método estándar de distribución del punto de ebullición	7169-11	Sí		Sí
13	Método de prueba estándar para sedimentos	473-07	Sí	Sí	
14	Método de prueba estándar para agua	4007-11	Sí	Sí	Sí
15	Método de prueba estándar para azufre	2622-02	Sí		
16	Métodos de prueba estándar para la determinación de níquel, vanadio, hierro y sodio	5863	Sí	Sí	Sí
17	Método estándar para la densidad y densidad relativa	5002-99	Sí	Sí	
18	Método estándar para determinación de cenizas	482-07	Sí	Sí	
19	Método de prueba estándar para la destilación	1160			
20	Método de prueba estándar para presión de vapor	323-08			Si
21	Método de prueba estándar para el calor de combustión	240-09			
22	Método para el cálculo de la constante de viscosidad	2501-11			
23	Método de prueba estándar para agua en el aceite	4006		Sí	
24	Método de prueba estándar para azufre	4294	Sí	Sí	
Total		24	19	13	11

Al seleccionar los 24 ensayos para la caracterización de los crudos, se especificaron los equipos que son requeridos para cada uno de estos, según norma ASTM. Esto se obtuvo en la visita realizada al aplicar la lista de chequeo (Tabla 3).

calidad de un producto o servicio, mediante la implementación de controles exhaustivos; así, se aseguran que todos los procesos que han intervenido para ello operan dentro de las características previstas. Por esto, se averiguó también por medio de

Tabla 3. Comparación de equipos utilizados en norma ASTM contra los laboratorios.

N°	Norma ASTM-D	Laboratorios Visitados		
		Cumplimiento de equipos utilizados según norma ASTM		
		Ecopetrol	Saybolt	U. de Cartagena
1	1298-12b	Sí	Sí	Sí
2	4052-11	Sí	N. A.	N. A.
3	445-12	Sí	Si	Si
4	611-12	Sí	N. A.	Si
5	97 -11	Parcial	Parcial	Parcial
6	3230-10	Sí	Sí	Sí
7	93-12	Sí	Sí	Sí
8	664	Sí	Sí	Sí
9	7169-11	Sí	N. A.	Sí
10	473	Sí	Sí	N.A.
11	4007-11	Sí	Sí	Sí
12	5863	Sí	Sí	Sí
13	5002	Sí	No	N. A.
14	482-07	Parcial	Parcial	N. A.
15	323-08	N. A.	N.A.	Sí
16	4006	N. A.	Sí	N. A.
17	4294	Sí	Sí	N. A.
18	4377	Sí	N. A.	N. A.
19	4928-11	Sí	N. A.	N. A.
20	4530-11	Sí	N. A.	N. A.
21	2622-02	Sí	N. A.	N. A.

Actualmente, a nivel mundial, las normas de la serie ISO: 9000 y sus distintas aplicaciones específicas, como la ISO 17025:2005 para requisitos generales y para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, son requeridas debido a que garantizan la

la lista de chequeo en la visita realizada, si los laboratorios se encontraban acreditados bajo la norma ISO/IEC 17025. Además, se verificó por medio de el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC), qué laboratorios y qué ensayos se encontraban

acreditados por este organismo. En la Tabla 4, se muestran los ensayos acreditados en el laboratorio de Ecopetrol.

Tabla 4. Ensayos acreditados según norma ASTM en laboratorio de Ecopetrol.

Nº	Norma de Referencia	Acreditado
1	ASTM-D-1298-05	Sí
2	ASTM-D-445-06	Sí
3	ASTM-D-4377-re	Sí
4	ASTM-D-4928-11	Sí
5	ASTM-D-4530-11	Sí
6	ASTM-D-97 -11	Sí
7	ASTM-D-7169-11	Sí
8	ASTM-D-473-07(2012)	Sí
9	ASTM-D-4007-11	Sí
10	ASTM-D-2622-02	Sí
11	ASTM-D-5863-00(2011)	Sí
12	ASTM-D-5002-99 (2010)	Sí
13	ASTM-D-482-07	Sí
14	ASTM-D-4294	Sí
15	ASTM-D-4052-11	No
16	ASTM-D-611-12	No
17	ASTM-D-3230-10	No
18	ASTM-D-93-12	No
19	ASTM-D-664	No

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la selección de los laboratorios objeto del presente estudio, se utilizó la base de datos de la Cámara de Comercio de Cartagena, de donde se seleccionaron los laboratorios que prestaban el servicio de análisis y caracterización de crudo. Esto resultó difícil, puesto que no se tiene clasificada esta actividad y no fue fácil identificar los laboratorios de prestación de servicio. Por tanto, se decidió escoger tres laboratorios comparativos: (a) Ecopetrol, porque utiliza el crudo como materia prima; (b) Saybolt, por ser una empresa dedicada al análisis del crudo y sus derivados y el laboratorio de la Universidad de Cartagena, por ser una institución con un laboratorio de prestación de servicios para estos análisis.

El segundo paso fue la búsqueda bibliográfica. Encontramos que había un total de 24 ensayos basados en norma ASTM (de referencia) para el análisis y la caracterización de los crudos, estos ensayos se tomaron como referencia en el estudio comparativo entre los laboratorios de Ecopetrol, Saybolt y Universidad de Cartagena. Se halló que Ecopetrol realiza 19,; Saybolt, 13 y Universidad de Cartagena, 11 ensayos (ver Fig. 1).

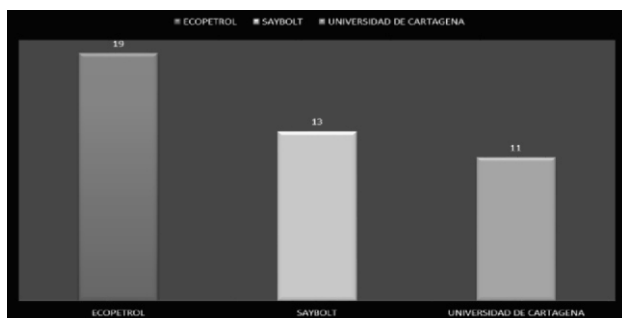


Figura 1. Cantidad de técnicas analíticas que realizan los laboratorios visitados según la norma ASTM.

También, se compararon los ensayos que realizan los laboratorios visitados con los que lleva a cabo en el ICP en el ASSAY tipo 1 (este realiza catorce ensayos con diferentes ASTM), ya que el ICP tiene una experiencia de casi 30 años en la realización de estos ensayos y sus laboratorios se encuentran acreditados bajo la norma ISO/IEC 17025. Se obtuvieron los siguientes resultados: el laboratorio de EcoPETROL, 11; Saybolt, 9 y la Universidad de Cartagena, 8 ensayos (Ver Fig. 2).

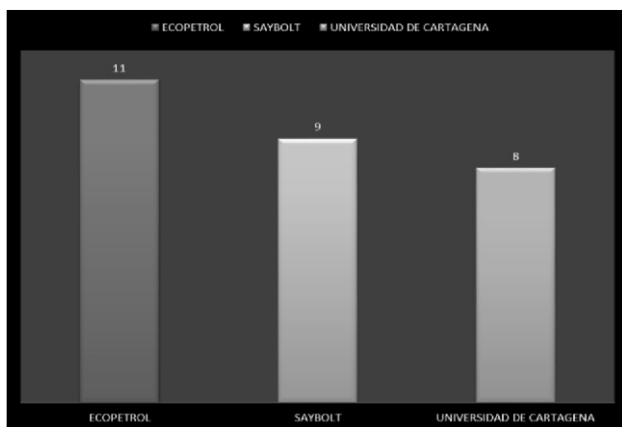


Figura 2. Cantidad de técnicas analíticas que realizan los laboratorios visitados según los realizados en el ICP.

El laboratorio con mayor número de ensayos fue el de EcoPETROL, ya que la materia prima de este es el crudo y por lo tanto, ellos deben garantizar la calidad de sus procesos y productos finales.

Durante la visita a los laboratorios, se verificaron también los equipos utilizados en los ensayos. Se tomó como referencia lo establecido en la norma ASTM. Se obtuvo que en el laboratorio de EcoPETROL, el 94,73 % de los ensayos utilizan los equipos estipulados en la norma, mientras que Saybolt, solo un 84,61 % y la Universidad de Cartagena, 87,50 %, como se observa en la Fig. 3.

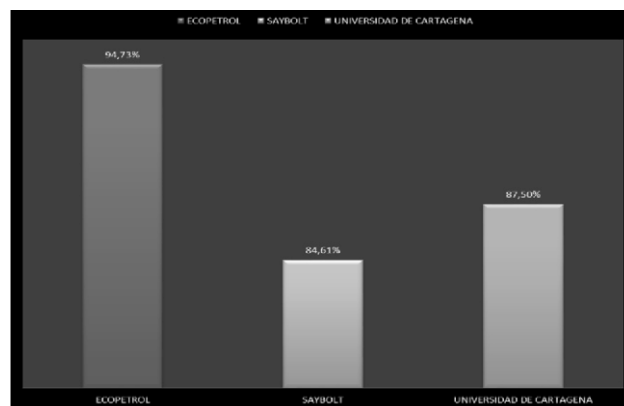


Figura 3. Porcentaje de equipos utilizados en ensayos realizados en los laboratorios de EcoPETROL, Saybolt, U. de Cartagena, según equipos estipulados en norma ASTM.

El porcentaje de 94,73 % obtenido en el laboratorio de EcoPETROL es debido a que esta empresa empezó el proceso de acreditación de los ensayos realizados tanto al crudo como al producto en proceso y a los productos finales; además, están trabajando conjuntamente con el ICP. Los demás laboratorios no tienen acreditado los ensayos ni certificados los laboratorios donde se efectúan estos ensayos.

Para finalizar, se cuantificó el porcentaje de técnicas analíticas acreditadas en el laboratorio de EcoPETROL y se obtuvo que solo tienen el 74 % de sus ensayos acreditados, como se aprecia en la Fig. 6. Por otra parte, los otros dos laboratorios no han acreditado ninguno de sus ensayos, aunque cabe resaltar que los ensayos acreditados en laboratorio de EcoPETROL fueron realizados por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). Actualmente, en Colombia, está designada la ONAC para esta función,

por lo tanto, ellos informaron que están realizando los procedimientos correspondientes para renovar esta acreditación por el ente actual.

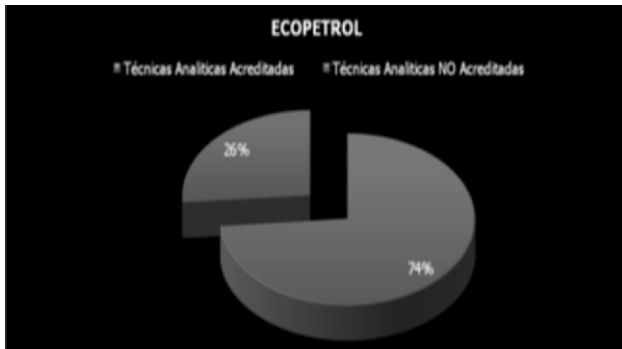


Figura 4. Porcentaje de técnicas analíticas acreditadas en al laboratorio de Ecopetrol.

4. CONCLUSIONES

Se encontró que en la Cámara de Comercio de la ciudad de Cartagena no se tiene identificada la actividad de realización de análisis para la caracterización de crudos, lo cual puede ser una oportunidad para una futura investigación.

Se escogieron 24 ensayos para caracterización de los crudos según la norma ASTM, que son los más importantes y los más utilizados en los laboratorios para este fin.

Se comparó el número de ensayos realizado por tres laboratorios en la ciudad de Cartagena basado con los 24 escogidos según norma ASTM. Asimismo, se tomó como referencia el número de ensayos realizados por el ICP. Se obtuvo que Ecopetrol realiza la mayoría de estos ensayos, ya que se debe caracterizar muy bien al crudo, que es la materia prima de esta compañía, para garantizar la calidad de sus productos finales

Según los resultados obtenidos, el laboratorio de Ecopetrol es el único que tiene la mayoría de sus ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2005 y

que cumplen con los procedimientos establecidos en la ASTM para los ensayos o pruebas realizados al crudo. Los laboratorios de Saybolt y Universidad de Cartagena no tienen ningún ensayo acreditado, a pesar de que la universidad tiene un laboratorio de prestación de servicio para estos ensayos, y Saybolt es una empresa cuya función principal es la realización de dichos ensayos.

TRABAJO FUTURO Analizar la viabilidad económica de implementar estas técnicas analíticas en el laboratorio de prestación de servicios de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. De igual modo, al existir poca información en la Cámara de Comercio para identificar las empresas o laboratorios que realizan los ensayos a los crudos, se puede tomar como tema para una futura investigación.

AGRADECIMIENTOS A todo el personal de los diferentes laboratorios que nos colaboraron en las visitas y en la suministración de los datos.

REFERENCIAS

Báez Muñoz, M. F. (2009). Validación de Métodos de ensayos para el análisis de parámetros físicos-químicos en aguas limpias y residuales en el laboratorio de medio ambiente (tesis de pregrado). Sangoquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército.

International, A. (2008). American Society for Testing and Materials.

NTC ISO 17025. Requisitos Generales para la competencias de Laboratorios de Ensayos y Calibración. (2005).

Pertuz E, A., & Contreras Z, H. (2004). Implementación de las normas ASTM en el laboratorio de combustibles y lubricantes de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Trabajo de grado (Ingeniería Química). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Pineda Rugeles, H. C., & Castro Villadiego, J. C. (2010). Herramienta multimedia para el estudio y diseño de facilidades de superficie en la industria de los hidrocarburos, tesis de grado en Ingeniería de Petróleo. Bucaramanga: UIS.

Santacoloma, L. G., & Rojas Carmona, F. (2005). Diseño de un Laboratorio de Combustibles y Lubricantes en la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

Wauquier, J. P. (2004). El refinado del petróleo: Petróleo crudo, Productos petrolíferos, Esquemas de fabricación. Madrid: Díaz de Santos.

Yarza, J. L., Martínez, J., & Tolosa, I. (15 de Febrero de 2005). <http://www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/industrial/libro-4.PDF>. Recuperado el 15 de Agosto de 2015