RESULTADOS.

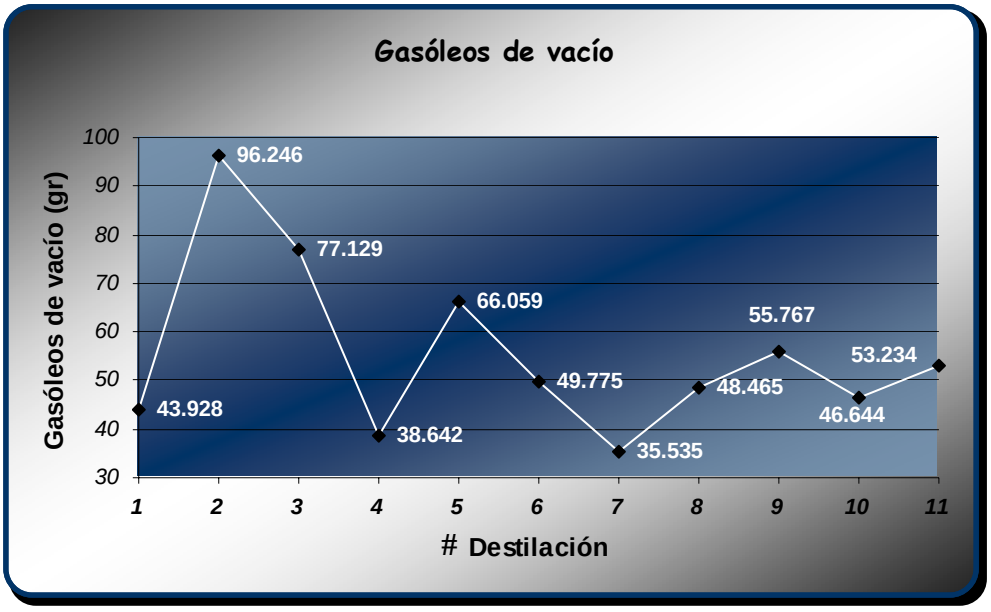
Capítulo VI

6.1 Destilación a vacío.

La destilación a vacío se llevó a cabo con residuo de destilación atmosférica como se explica en el desarrollo experimental y se alcanzó una presión de vacío en el sistema de 0.5-1.5 mm Hg.

Carga No.	Residuo atmosférico (gr)	Residuo de vacío (gr)	Gasóleos (gr)
1	399.044	354.122	43.928
2	634.159	541.723	96.246
3	478.54	409.285	77.129
4	394.12	355.253	38.642
5	472.422	405.747	66.059
6	430.778	377.242	49.775
7	433.669	396.293	35.535
8	365.341	315.708	48.465
9	315.031	264.241	55.767
10	415.284	368.992	46.644
11	480.725	419.03	53.234

Tabla 15. Pesos de residuo de vacío.



Gráfica 2. Gasóleos de vacío obtenidos.

6.2 Caracterización de zeolitas SAPO-34.

6.2.1 Espectroscopía Infrarroja (Transformada de Fourier).

Para este análisis se tomaron 3 lotes de zeolita calcinada al azar para observar la semejanza y localización de los sitios ácidos de Bronsted y Lewis, y saber si la metodología de preparación era la correcta. Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de análisis instrumental de la Universidad de las Américas empleando un espectrofotómetro BioRad para la determinación los sitios ácidos.

Las figuras de los análisis que se muestran en el apéndice K, indican el rango de longitud de onda de 3625 a 3600 cm^{-1} donde se ubican los sitios ácidos de Bronsted correspondientes a los OH. Estos sitios se deben a enlaces Si-OH y algunos P-OH. Las longitudes de onda que van de los 2230 a 2353 cm^{-1}, indican la presencia de sitos ácidos de Lewis y se encuentran picos correspondientes a los enlaces O-Al. La longitud que va desde los 1750 a 1250 cm^{-1}, corresponde a moléculas orgánicas de morfolina $C_4H_8ONH_2^+$. La longitud de onda de 1200 a 1000 cm^{-1}, corresponde a la unión entre Si-O, que se observa en las figuras como el pico alargado [15, 16, 18, 19, 13].

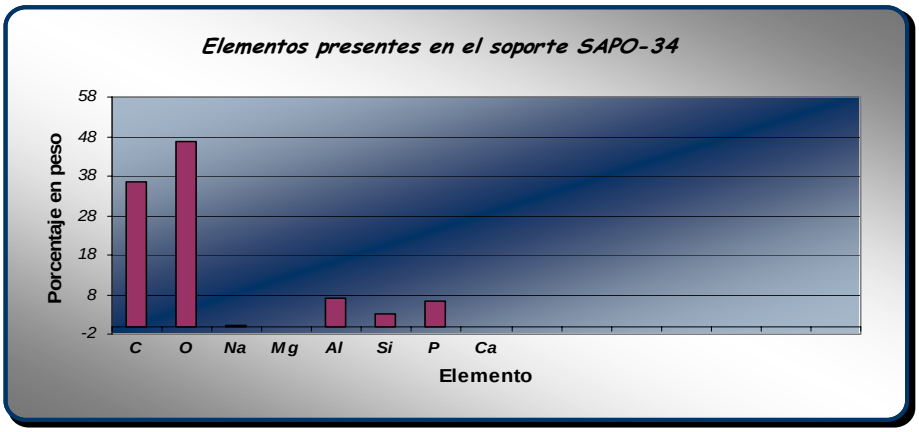
6.2.2 Difracción de Rayos X.

Los análisis se llevaron a cabo en la BUAP como ya se mencionó y los difractogramas son presentados en el apéndice L. Esta técnica nos ayuda a identificar la estructura de la zeolita una vez sintetizada. Nuevamente se tomó un lote al azar de zeolita SAPO-34 ya seca y calcinada. Los difractogramas indican la presencia de estructuras AlPO como la de cristobalita ya que la cristalinidad es afectada por el desprendimiento de iones durante el proceso de secado y calcinado, esto con el fin de crear sitios activos en la estructura. El primer pico que se encuentra en el rango de 10θ casi desaparece y el resto de las curvas están un poco desfasadas. El difractograma de arriba es representativo de una zeolita simulada, con los parámetros ideales para su composición estructural. La similitud del análisis real con la simulación indica la presencia de los sitios activos y la estructura definida del tipo SAPO-34. Además se anexa un difractograma encontrado en la Internacional Zeolite Association que también corresponde a la SAPO-34 [13, 9].

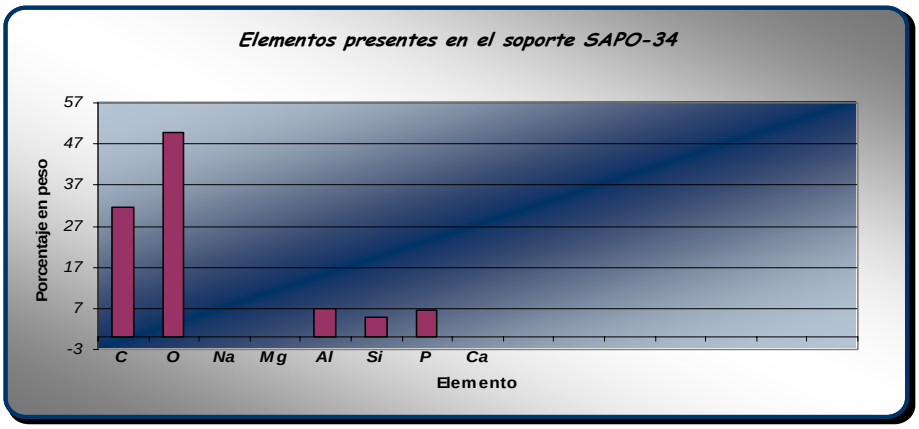
Spectrum Label	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	Ca
Spectrum 1	36.65	46.89	0.18	-0.05	6.94	3.13	6.38	-0.06
Spectrum 2	31.71	49.7	0.13	0.01	7.03	4.87	6.68	-0.01
Spectrum 3	32.36	46.31	0.14	0.03	8.98	9.12	3.88	-0.01
Spectrum Label	**V**	**Cr**	**Fe**	**Co**	**Ni**	**Cu**	**Mo**	**Total (%w/w)**
Spectrum 1	0.05	0.03	-0.14	-0.26	0.04	0	0.22	100
Spectrum 2	0.02	0.03	0.06	-0.04	-0.24	0.03	0.02	100
Spectrum 3	0.04	-0.15	-0.05	-0.06	-0.1	-0.51	0.02	100

Tabla 16. Elementos presentes en el soporte SAPO-34.

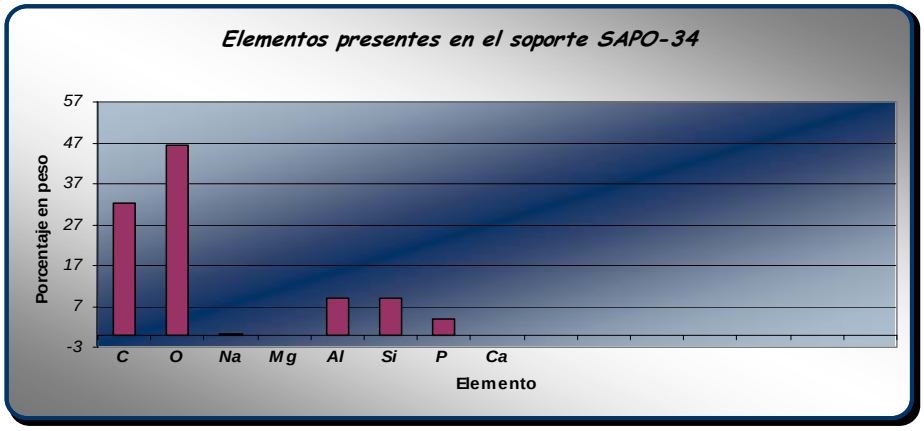
Se determinó también el porcentaje en peso de diferentes elementos presentes en el soporte esto con el fin de identificar con más exactitud la fase catalítica. Se realizaron tres corridas con el fin de tener la mayor seguridad en cuanto a la presencia de Si, Al, P, y Oxígeno. Se puede observar en las gráficas que en los tres casos dio positivo la presencia de estos elementos característicos del soporte asi como la similitud en los valores obtenidos. Se puede decir que el modelo de zeolita SAPO-34 con la relación de elementos que la IZA (Internacional Zeolite Association) reporta.



Gráfica 3. Elementos presentes en el soporte SAPO-34 (1).



Gráfica 4. Elementos presentes en el soporte SAPO-34 (2).



Gráfica 5. Elementos presentes en el soporte SAPO-34 (3).

6.2.3 Espectroscopía de Absorción Atómica.

Se determinó la cantidad de cobalto y molibdeno presentes en las muestras con ayuda del espectrofotómetro SpectraAA-220. Se obtuvieron las absorbancias y concentración de los analitos que sirvieron para ver los porcentajes de óxido de cobalto y trióxido de Molibdeno en el catalizador.

Metal	Muestra	Absorbancia	Concentración (mg/l)
Co	1	0.3591	5.154
	2	0.3741	5.369
Mo	1	0.8908	72.12
	2	0.8282	67.05

Tabla 17. Concentración del metal en el catalizador.

Óxido del Metal	Muestra	%
CoO	1	2.34
	2	2.43
MoO_3	1	12.5
	2	11.6

Tabla 18. Porcentaje de óxidos de metal presentes en el catalizador.

6.3 Cuantificación de maltenos y asfaltenos en el crudo.

Para poder determinar la cantidad de ligeros, asfaltenos y maltenos obtenidos durante la reacción de hidrogenólisis e hidrotratamiento se tiene que partir de una base de comparación. En este caso el proceso fue determinar en el petróleo crudo las cantidades de asfaltenos y maltenos en un equipo soxhlet con solventes benceno y hexano respectivamente. Los valores obtenidos son los siguientes:

Petróleo crudo	Presencia en crudo(%)
Ligeros	47.22
Resíduos	52.748
Cantidad de Maltenos en resíduos	54.74
Cantidad de Asfaltenos en resíduos	45.26

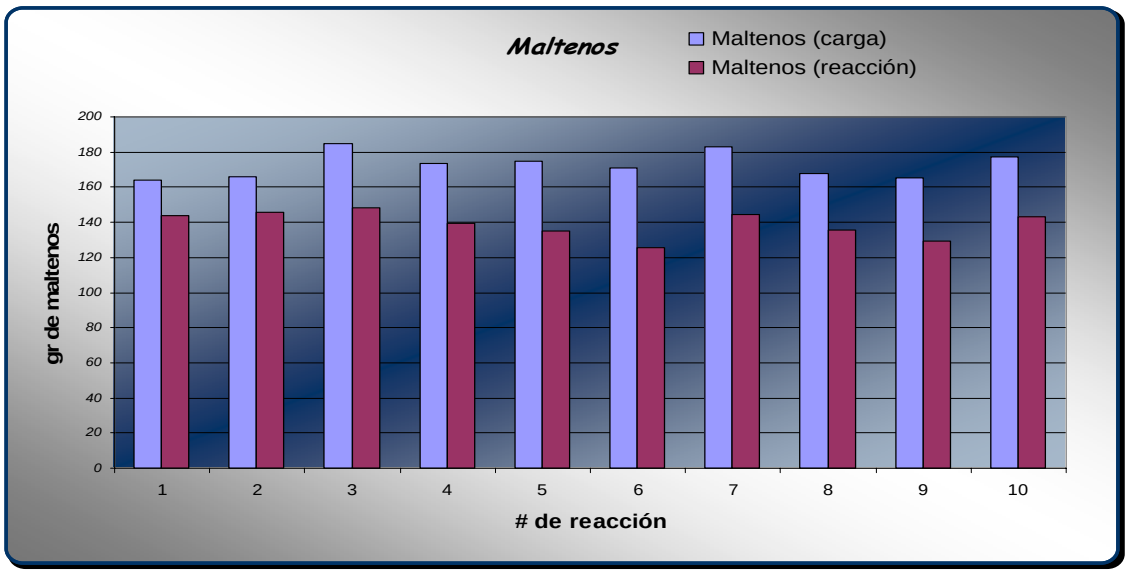
Tabla 19. Propiedades del crudo maya.

6.4 Cuantificación de maltenos y asfaltenos en productos de reacción

Para la cuantificación de maltenos y asfaltenos se utilizó el equipo de extracción soxhlet el cual fue descrito en el desarrollo experimental. Esta técnica nos permite saber la cantidad presente en los productos de reacción y compararlas con las cantidades presentes en el petróleo crudo.

Reacción	Carga (gr)	Reacción (gr)
1	164.22	144.087
2	166.09	145.698
3	185.07	148.261
4	173.63	139.546
5	174.62	135.048
6	170.95	125.34
7	183.15	144.428
8	167.97	135.717
9	165.07	129.056
10	177.43	142.938

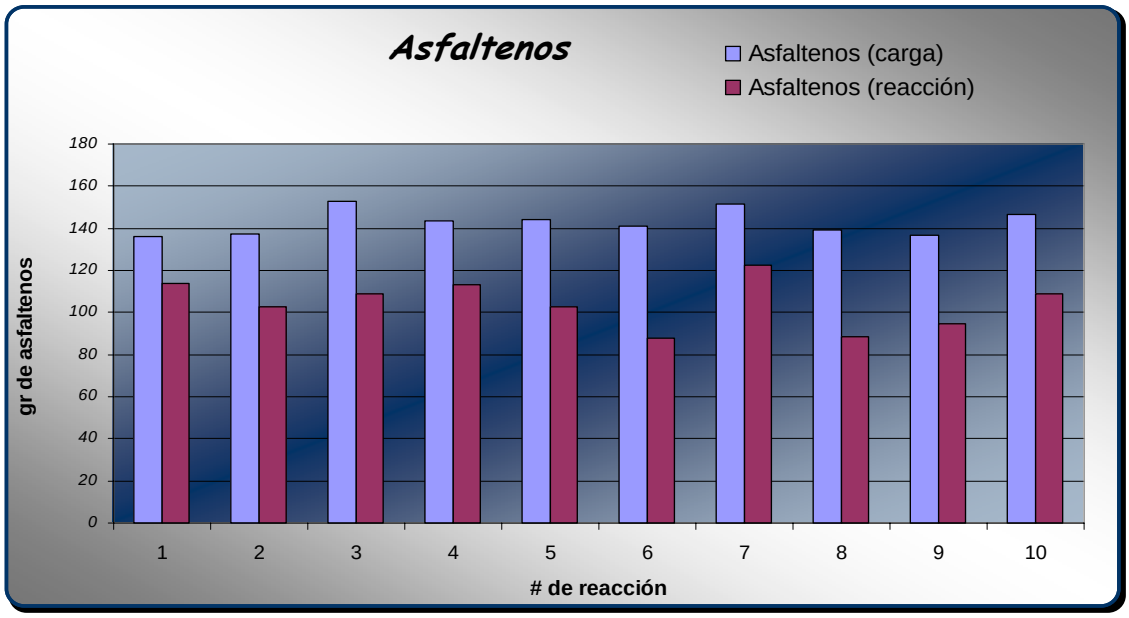
Tabla 20. Gramos de maltenos obtenidos en las reacciones.



Gráfica 6. Gramos de maltenos obtenidos en las reacciones.

Reacción	Asfaltenos carga (gr)	Asfaltenos despues reacción (gr)
1	135.78	114.083
2	137.33	102.913
3	153.025	109.071
4	143.56	113.416
5	144.38	102.436
6	141.34	87.821
7	151.43	122.684
8	138.88	88.355
9	136.49	94.93
10	146.7	108.856

Tabla 21. Gramos de asfaltenos obtenidos en las reacciones.



Gráfica 7. Gramos de asfaltenos obtenidos en las reacciones.

6.5 Viscosidad de crudo y residuos de destilación.

Muestra	Viscosidad 40°C
Crudo	275.2 cp
Atmosférico	3,023 cp
Vacío	14, 723 cp

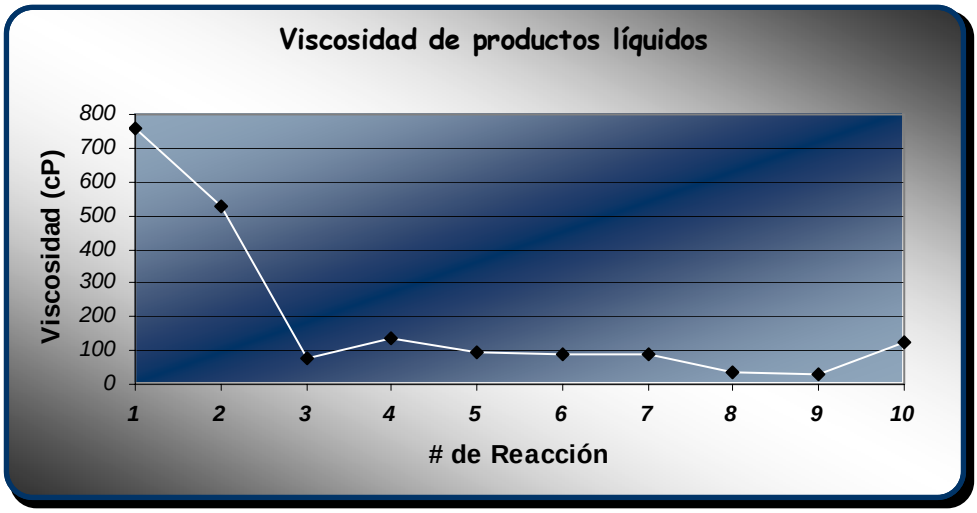
Tabla 22. Viscosidades de diferentes muestras de petróleo.

6.6 Viscosidad de productos líquidos de reacción.

La viscosidad de productos fue medida con un viscosímetro Brookfield como se menciona en el desarrollo experimental, presentando los siguientes valores:

Reacción No.	Temperatura, tiempo	Viscosidad Cp
1	380, 30	760.4
2	380, 60	529.2
3	380, 90	74.9
4	400, 30	134.3
5	400, 60	95.8
6	400, 90	87.1
7	420, 30	90.2
8	420, 60	35.5
9	420, 90	29.7
10	400, 60	121.9

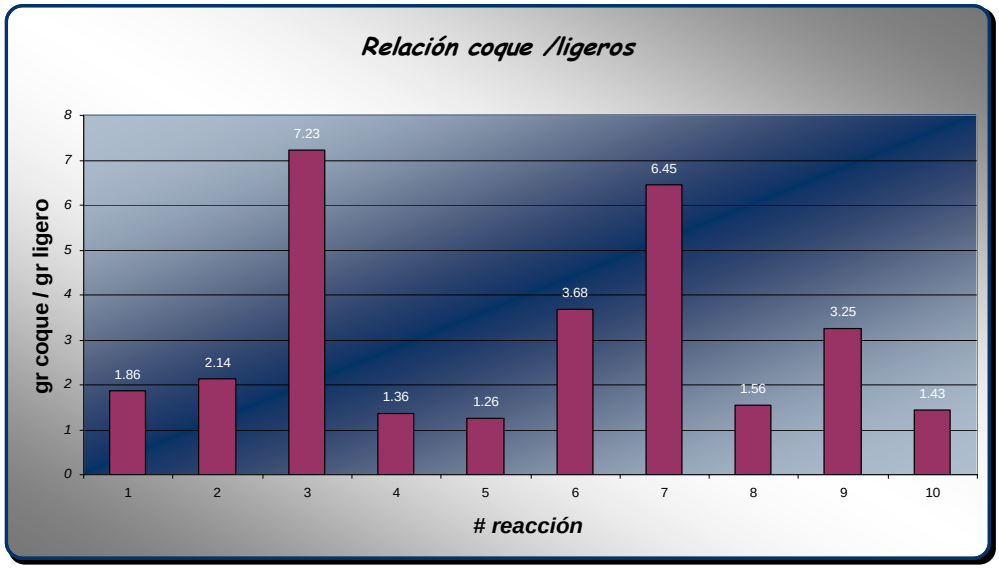
Tabla 23. Viscosidades de productos líquidos.



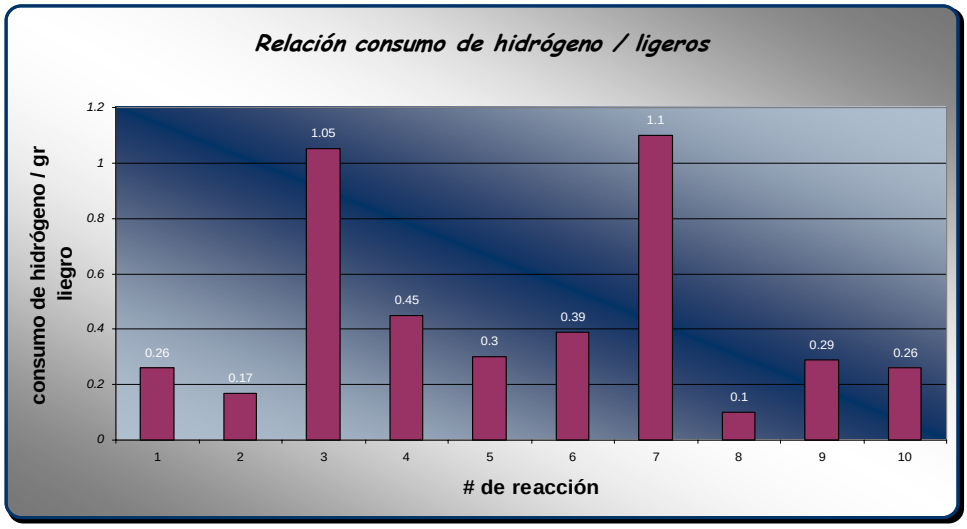
Gráfica 8. Viscosidades de productos líquidos de reacción.

6.7 Análisis de gases.

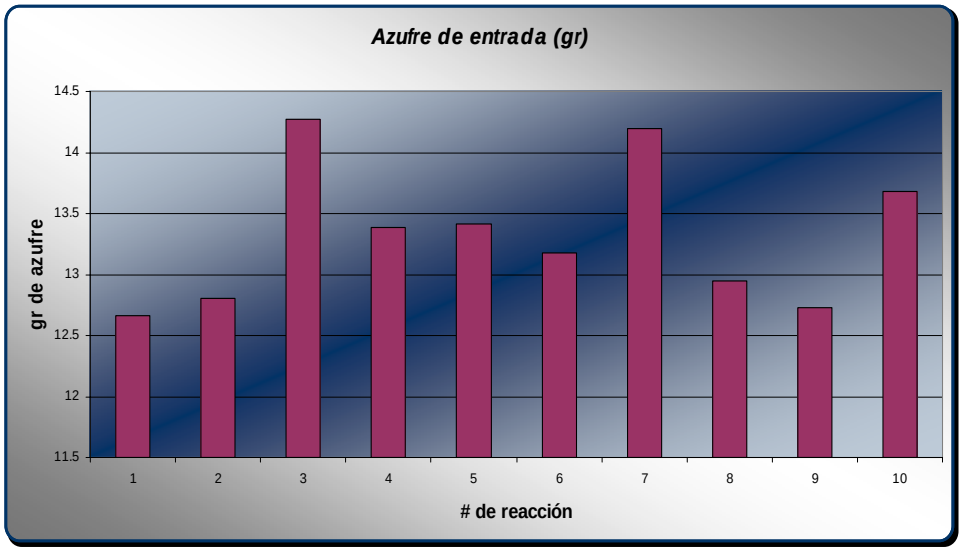
Se presentan las gráficas de los gases producidos durante la reacción de hidrotratamiento e hidrogenólisis.



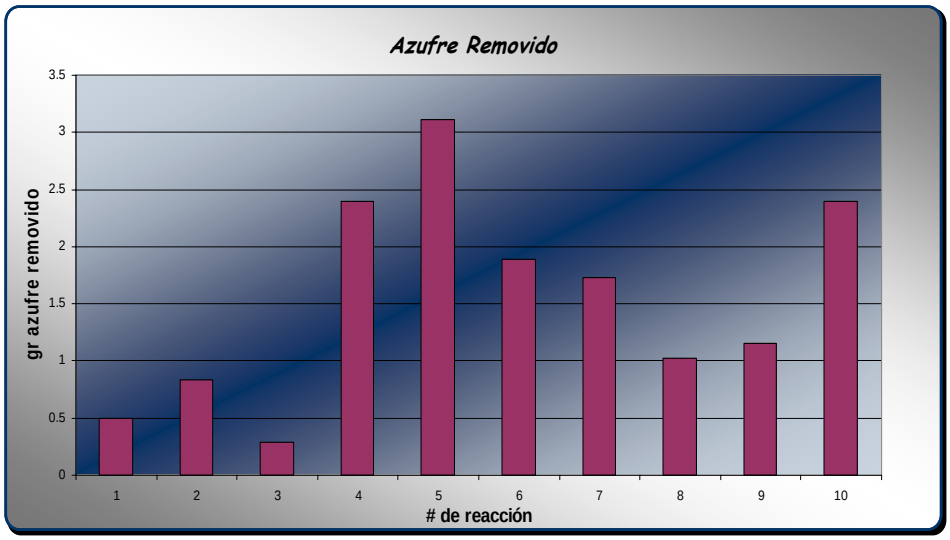
Gráfica 9. Relación consumo de coque / ligeros.



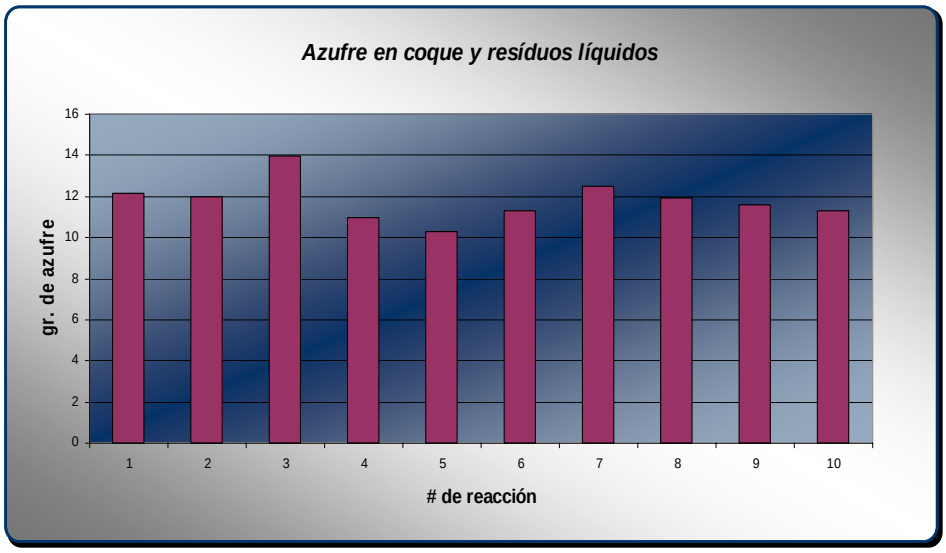
Gráfica 10. Relación consumo de H_2 / ligeros.



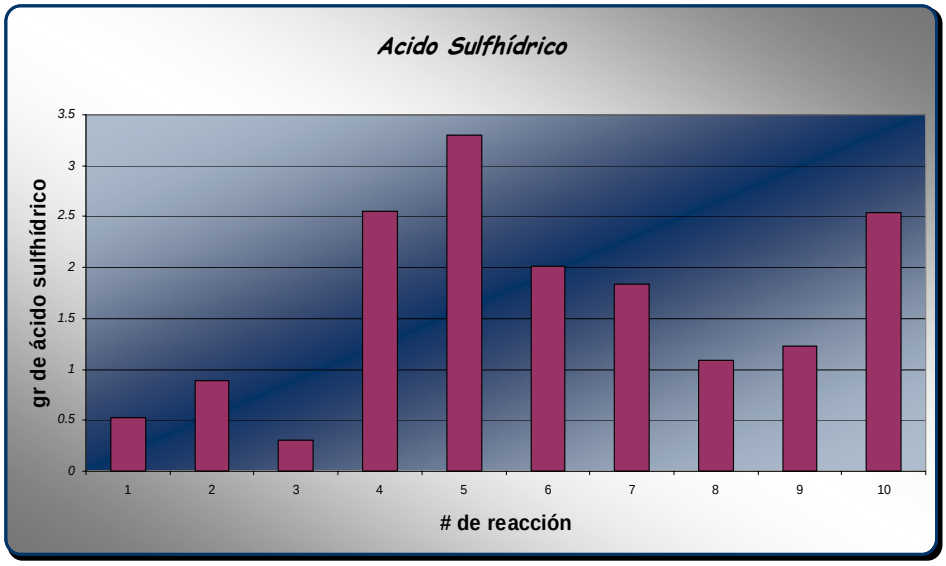
Gráfica 11. Azufre de entrada.



Gráfica 12. Azufre de removido.



Gráfica 13. Azufre en coque y residuos líquidos.



Gráfica 14. Ácido sulfhídrico de reacción.

6.7.1 Análisis de cromatogramas.

Reacción #1.

Temperatura (°C)	380
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	30

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	7115.691	0.31	34.0734111	0.79579766
O2	1682.706	4.95	0.50416179	0.18839829
N2	4886.577	1.00	7.24493817	2.36891657
CO	7857.407	0.32	36.22496	11.8446709
CO2	1547.463	0.19	12.2287846	6.28337562
C2H6	3898.793	0.73	7.93597228	2.78021543
H2S	2348.9015	1.95	1.78777202	0.70981979

Tabla 24. Productos de reacción #1.

Reacción #2.

Temperatura (°C)	380
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	60

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	1128.0485	0.31	12.5889624	0.21127198
O2	260.2895	4.95	0.18175316	0.04880383
N2	5698.5515	1.00	19.690559	4.62634539
CO2	3070.656	0.19	56.5532825	20.880095
C2H6	1553.6285	0.73	7.37022549	1.85534213
H2S	2038.0905	1.95	3.61521746	1.03141945

Tabla 25. Productos de reacción #2.

Reacción #3.

Temperatura (°C)	380
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	90

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	8357.605	0.31	14.5379764	0.28001278
O2	2717.527	4.95	0.29577342	0.09114923
N2	58228.41	1.00	31.3608954	8.45649476
CO2	16270.679	0.19	46.7081089	19.7919625
C2H6	8880.329	0.73	6.56632851	1.89708924
H2S	1920.242	1.95	0.5309173	0.17383999

Tabla 26. Productos de reacción #3.

Reacción #4.

Temperatura (°C)	400
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	30

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	1677.554	0.31	13.8644602	0.31112798
O2	208.022	4.95	0.10757191	0.0386238
N2	5835.124	1.00	14.9316551	4.69107183
CO	1987.188	0.32	15.8123182	4.96774939
CO2	3401.395	0.19	46.3925254	22.9037604
C2H6	1155.459	0.73	4.05931196	1.36640608
H2S	3678.458	1.95	4.83215722	1.84342755

Tabla 27. Productos de reacción #4.

Reacción #5.

Temperatura (°C)	400
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	60

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	3700.065	0.31	20.772746	0.32837004
O2	841.861	4.95	0.29572504	0.07479588
N2	7617.902	1.00	13.2419317	2.93054905
CO2	5124.6855	0.19	47.4806071	16.5123376
C2H6	5384.653	0.73	12.8503131	3.04701495
H2S	6005.155	1.95	5.35867696	1.44004517

Tabla 28. Productos de reacción #5.

Reacción #6.

Temperatura (°C)	400
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	90

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	483.439	0.31	5.72947245	0.10693765
O2	3690.6135	4.95	2.73674714	0.8172796
N2	5472.1435	1.00	20.0799133	5.24693726
CO2	2990.293	0.19	58.485901	24.0154023
C2H6	1774.217	0.73	8.93822166	2.5024095
H2S	2139.2215	1.95	4.02974444	1.27862275

Tabla 29. Productos de reacción #6.

Reacción #7.

Temperatura (°C)	420
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	30

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	2062.122	0.31	14.5336953	0.23002914
O2	259.6565	4.95	0.11450489	0.02899685
N2	6620.3835	1.00	14.4469526	3.20118733
CO	5089.0035	0.32	34.5322263	7.65172618
CO2	2820.9855	0.19	32.811572	11.4250083
H2S	3178.831	1.95	3.56104887	0.95815035

Tabla 30. Productos de reacción #7.

Reacción #8.

Temperatura (°C)	420
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	60

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	1359.546	0.31	8.89975496	0.19680177
O2	844.7	4.95	0.34597904	0.12241108
N2	13958.812	1.00	28.2920232	8.75876725
CO2	4943.355	0.19	53.4035873	25.9802937
C2H6	2172.8875	0.73	6.0463435	2.00555705
H2S	2895.123	1.95	3.01231206	1.13239991

Tabla 31. Productos de reacción #8.

Reacción #9.

Temperatura (°C)	420
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	90

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	138.216	0.31	0.85696039	0.01768525
O2	2203.594	4.95	0.85486427	0.28227179
N2	7976.621	1.00	15.3127358	4.42416341
CO	6210.4375	0.32	37.0727461	10.7110766
CO2	3311.628	0.19	33.8850758	15.3844324
C2H6	3214.441	0.73	8.4718707	2.6225327
H2S	3597.9615	1.95	3.54574695	1.24396165

Tabla 32. Productos de reacción #9.

Reacción #10.

Temperatura (°C)	400
Presión (psi)	1950
Tiempo de reacción (min)	60

Componente	Area	Factor de corrección	% mol	Gr
H2	2067.3745	0.31	16.8865692	0.27608712
O2	281.1455	4.95	0.1436867	0.03758731
N2	6285.752	1.00	15.8968441	3.63867839
CO	5984.93	0.32	47.0664538	10.7731879
CO2	549.4725	0.19	7.40683585	2.66415887
C2H6	2435.196	0.73	8.45527279	2.0735934
H2S	3192.1555	1.95	4.14433742	1.151884

Tabla 33. Productos de reacción #10.

6.7.2 Resonancia Magnética Nuclear

Todos los espectros analizados presentan picos característicos de cloroformo deuterado entre los 76-78 ppm que se utilizó como solvente de las muestras. Se puede observar que los picos mas altos de hidrógeno se localizan entre los 0.714 – 1.8 ppm en el protón y entre los 20 – 40 ppm del carbón. En esos rangos hay mayor cantidad de CH y CH_2 y además se localizan las cadenas de las parafinas y naftenos de los productos de reacción. En las reacciones con tiempo de 90 minutos los picos de aromáticos entre 7-8 ppm en el protón tienden a aumentar y en las reacciones de mayor temperatura entre 120 – 140 del carbón hay un aumento notable. En las tablas se presentan las posiciones exactas de las especies químicas presentes en el espectro tanto del crudo como de las reacciones:

Chemical Shift (ppm)	Asignación Crudo
13.987 19.524	CH_3 γ a un anillo aromático y CH α – CH_3 shielded por un anillo o grupo adyacente CH_3 en naftenos e hidroaromáticos
22.487	α – CH_3 no shielded por un grupo adyacente CH_3 en naftenos e hidroaromáticos
26.858 - 37.057	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos

Tabla 34. Spectro ^{13}C-RMN del crudo maya.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Crudo
0.3 - 1	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.3 - 1.9	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2 - 2.3	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático
2.4 - 2.8	H en α - CH_3 H en α - CH_2 y CH
7 - 7.4	Aromáticos Fenoles

Tabla 35. Spectro ^{1}H-RMN del crudo maya.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #1
0.823 - 0.999	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.03 - 1.424	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2.157	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático
7.223	Aromáticos Fenoles

Tabla 36. Spectro ^{1}H-RMN reacción #1.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #1
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
22.535 - 31.666	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos

Tabla 37. Spectro ^{13}C-RMN reacción #1.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #2
0.848 - 1.004	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.049 - 1.378	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2.136	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático
7.2	Aromáticos Fenoles

Tabla 38. Spectro ^{1}H-RMN reacción #2.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #2
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
22.765 - 29.767	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos

Tabla 39. Spectro ^{13}C-RMN reacción #2.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #3
0.821 - 0.976	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.149 - 1.497	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2.180 - 2.273	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático
7.303	Aromáticos Fenoles

Tabla 40. Spectro ^{1}H-RMN reacción #3.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #3
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
22.826	α – CH_3 shielded por un anillo o grupo adyacente CH_3 en naftenos e hidroaromáticos
29.525 - 32.071	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos

Tabla 41. Spectro ^{13}C-RMN reacción #3.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #4
0.714 - 1	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.007 - 1.374	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
3.409 - 4.753	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en α - CH_2 y CH
7.322	Aromáticos Fenoles

Tabla 42. Spectro ^{1}H-RMN reacción #4.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #4
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
22.795	α – CH_3 no shielded por un grupo adyacente
22.795 - 32.041	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos

Tabla 43. Spectro ^{13}C-RMN reacción #4.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #5
0.843 - .953	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.147 - 1.650	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas

Tabla 44. Spectro ^{1}H-RMN reacción #5.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #5
14.126	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
19.734	α – CH_3 shielded por un anillo o grupo adyacente CH_3 en naftenos e hidroaromáticos
22.735 - 37.164	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH_3 CH_2 junto a CH_3 en cadenas >=4 CH_3 junto a CH en cadenas >=6 CH_3 en naftenos e hidroaromáticos CH de Naftenos

Tabla 45. Spectro ^{13}C-RMN reacción #5.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #6
0.822 - 1.039	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.094 - 1.581	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2.090 - 2.5	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático
7.311	Aromáticos Fenoles

Tabla 46. Spectro ^{1}H-RMN reacción #6.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #6
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
22.795	α – CH_3 shielded por un anillo o grupo adyacente CH_3 en naftenos e hidroaromáticos
29.494 - 32.041	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos

Tabla 47. Spectro ^{13}C-RMN reacción #6.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #7
0.641 - 1.006	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.147 - 1.537	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2.22 - 2.422	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático

Tabla 48. Spectro ^{1}H-RMN reacción #7.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #7
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
22.765 - 32.010	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos

Tabla 49. Spectro ^{13}C-RMN reacción #7.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #8
0.826 - 0.978	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.139 - 1.498	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2.233 - 2.290	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático
7.322	Aromáticos Fenoles

Tabla 50. Spectro ^{1}H-RMN reacción #8.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #8
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
22.795	α – CH_3 shielded por un anillo o grupo adyacente CH_3 en naftenos e hidroaromáticos
29.464 - 32.010	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos
128.223	Aromáticos

Tabla 51. Spectro ^{13}C-RMN reacción #8.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #9
0.821 - 0.987	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.128 - 1.370	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2.229 - 2.506	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático
7.324	Aromáticos Fenoles

Tabla 52. Spectro ^{1}H-RMN reacción #9.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #9
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
22.765	α – CH_3 shielded por un anillo o grupo adyacente CH_3 en naftenos e hidroaromáticos
29.434 - 32.010	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos
128.799	Aromáticos

Tabla 53. Spectro ^{13}C-RMN reacción #9.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #10
0.849 - 0.907	H en CH_3 γ o más lejos de un anillo aromático CH_3 en parafinas
1.258	H en β-CH y β CH_2 y CH H en β-CH_3 y en CH_2 y CH β y más lejos de un anillo aromático CH y CH_2 en parafinas
2.239 - 2.292	H en CH_3 α a un anillo aromático H en α - CH_3 H en CH_3 α a un anillo aromático
7.178 - 7.309	Aromáticos Fenoles

Tabla 54. Spectro ^{1}H-RMN reacción #10.

Chemical Shift (ppm)	Asignación Reacción #10
14.156	CH_3 γ a un anillo aromático y CH
20 - 22.765	α – CH_3 shielded por un anillo o grupo adyacente CH_3 en naftenos e hidroaromáticos
29.240 - 31.766	CH_2 de Naftenos CH_2 de Parafinas CH de Naftenos

Tabla 55. Spectro ^{13}C-RMN reacción #10.