



# **PROYECCIÓN DE DEMANDA COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN COLOMBIA**

**Revisión  
Diciembre de 2016**



**Proyección de Demanda de Combustibles Líquidos en Colombia  
Revisión Diciembre de 2016**

**Jorge Alberto Valencia Marín**  
Director General

**Carlos Arturo García Botero**  
Subdirector de Demanda

**Lised Chaves Acosta**  
Profesional Especializado

**Diana Carolina Obando Anzola**  
Profesional Especializado

*Colaboración externa*

**Ecopetrol – ICP**

Gerencia Nacional de Refinados y Crudo  
**Vicepresidencia Comercial y de Mercadeo**  
Instituto Colombiano del Petróleo  
**Vicepresidencia de Innovación y Tecnología**

**CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos**

Gerencia de Mercadeo  
**Dirección Comercial**

República de Colombia  
Ministerio de Minas y Energía  
Unidad de Planeación Minero Energética, UPME  
Subdirección de Demanda

Revisión  
Diciembre de 2016

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	4
1. SEGUIMIENTO DE LA DEMANDA .....	6
1.1 Seguimiento a las proyecciones de demanda con datos históricos .....	6
1.2 Comparación histórica de los ejercicios de proyección .....	7
2. PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA DEL SECTOR TRANSPORTE POR TIPOS DE ENERGÉTICOS Y ESCENARIOS. MODELO TÉCNICO – ECONÓMICO .....	12
2.1 Actualización de supuestos de modelación - modelo ENPEP .....	12
2.2 Resultados de las proyecciones de demanda de combustibles líquidos y GNV. ....	14
2.3 Modelación de demanda de GLP .....	15
ANEXO 1. META-ANÁLISIS DE LAS PROYECCIÓN DE DEMANDA .....	17

## INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presenta la revisión de las proyecciones de la demanda de combustibles líquidos y GNV. Los resultados obtenidos son producto de la actualización del modelo técnico económico, el cual es un modelo de simulación que involucra en la proyección el comportamiento de los consumidores y productores de combustibles líquidos, en relación con las señales de mercado como precios, ingresos, tecnologías, preferencias y demás políticas.

Las siguientes tablas (Tabla 1 a la Tabla 4) muestran las proyecciones de demanda de APMC, gasolina motor (gasolina corriente y gasolina extra), GNV y Jet Fuel, respectivamente, obtenidas del modelo en mención.

**Tabla 2.** Proyección de demanda de Gasolina.

Año	Proyección BDC		
	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	122.406	127.858	133.310
2017	127.030	132.482	137.934
2018	130.521	135.972	141.424
2019	133.870	139.322	144.774
2020	133.804	139.256	144.708
2021	136.265	141.717	147.169
2022	138.878	144.330	149.782
2023	141.631	147.083	152.535
2024	144.511	149.963	155.415
2025	147.426	152.878	158.330
2026	150.520	155.972	161.424
2027	153.693	159.145	164.597
2028	156.945	162.397	167.849
2029	159.247	164.699	170.151
2030	158.606	164.058	169.510
2031	162.158	167.610	173.062
2032	165.960	171.412	176.864
2033	169.842	175.294	180.746
2034	174.244	179.696	185.148
2035	178.095	183.547	188.999

Fuente: elaboración propia, 2016.

**Tabla 1.** Proyección de demanda de ACPM.

Año	Proyección BDC		
	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	155.235	159.494	163.754
2017	161.104	165.364	169.624
2018	165.837	170.097	174.357
2019	171.400	175.660	179.920
2020	172.786	177.046	181.306
2021	178.089	182.349	186.609
2022	183.126	187.386	191.646
2023	188.353	192.613	196.873
2024	193.503	197.763	202.023
2025	198.806	203.066	207.326
2026	204.095	208.355	212.614
2027	209.448	213.708	217.967
2028	214.765	219.025	223.285
2029	220.108	224.368	228.628
2030	220.183	224.443	228.703
2031	225.558	229.817	234.077
2032	230.968	235.228	239.487
2033	236.422	240.682	244.942
2034	242.033	246.293	250.553
2035	247.557	251.817	256.077

Fuente: elaboración propia, 2016.

**Tabla 3.** Proyección de demanda de GNV.

Año	Proyección MPCD		
	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	80	83	87
2017	84	87	91
2018	87	90	94
2019	89	93	96
2020	89	92	96
2021	89	92	96
2022	89	92	96
2023	89	92	96
2024	89	93	96
2025	90	93	97
2026	90	94	97
2027	91	95	98
2028	92	96	99
2029	90	94	98
2030	89	92	96
2031	91	94	98
2032	93	96	100
2033	96	99	103
2034	98	102	105
2035	101	104	108

Fuente: elaboración propia, 2016.

**Tabla 4.** Proyección de demanda de Jet Fuel.

Año	Proyección BDC		
	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	18.778	20.554	22.330
2017	19.152	20.928	22.703
2018	19.483	21.259	23.035
2019	19.850	21.626	23.402
2020	19.757	21.533	23.309
2021	20.090	21.866	23.642
2022	20.352	22.128	23.904
2023	20.582	22.358	24.134
2024	20.820	22.596	24.372
2025	21.076	22.852	24.627
2026	21.329	23.105	24.881
2027	21.563	23.338	25.114
2028	21.773	23.548	25.324
2029	21.978	23.753	25.529
2030	21.673	23.448	25.224
2031	21.880	23.656	25.432
2032	22.083	23.859	25.635
2033	22.274	24.050	25.826
2034	22.460	24.236	26.011
2035	22.643	24.419	26.194

Fuente: elaboración propia, 2016.

Las tablas Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8 muestran las tasas de crecimiento anuales de cada uno de los energéticos modelados. El promedio de crecimiento anual de la demanda de cada uno de estos energéticos en el periodo evaluado se listan a continuación:

- ACPM: 2.4%.
- Gasolina Motor: 1.9%.
- GNV: 1.01%
- Jet Fuel: 0.9%

A lo largo de este documento se podrá encontrar información sobre el consumo actual del sector, el análisis comparativo de las diferentes proyecciones de demanda de combustibles líquidos publicadas por la UPME, los supuestos de modelación bajo los que se obtuvieron los resultados anteriormente presentados, los resultados de modelación y un meta-análisis de los resultados de modelación obtenidos en los años 2014 y 2015.

**Tabla 5.** Crecimiento demanda diésel (%).

Año	Proyección BDC		
	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	0,2%	2,9%	5,7%
2017	3,8%	3,7%	3,6%
2018	2,9%	2,9%	2,8%
2019	3,4%	3,3%	3,2%
2020	0,8%	0,8%	0,8%
2021	3,1%	3,0%	2,9%
2022	2,8%	2,8%	2,7%
2023	2,9%	2,8%	2,7%
2024	2,7%	2,7%	2,6%
2025	2,7%	2,7%	2,6%
2026	2,7%	2,6%	2,6%
2027	2,6%	2,6%	2,5%
2028	2,5%	2,5%	2,4%
2029	2,5%	2,4%	2,4%
2030	0,0%	0,0%	0,0%
2031	2,4%	2,4%	2,4%
2032	2,4%	2,4%	2,3%
2033	2,4%	2,3%	2,3%
2034	2,4%	2,3%	2,3%
2035	2,3%	2,2%	2,2%

Fuente: elaboración propia, 2016.

**Tabla 6.** Crecimiento demanda gasolina (%).

Año	Proyección BDC		
	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	-0,9%	3,5%	7,9%
2017	3,8%	3,6%	3,5%
2018	2,7%	2,6%	2,5%
2019	2,6%	2,5%	2,4%
2020	0,0%	0,0%	0,0%
2021	1,8%	1,8%	1,7%
2022	1,9%	1,8%	1,8%
2023	2,0%	1,9%	1,8%
2024	2,0%	2,0%	1,9%
2025	2,0%	1,9%	1,9%
2026	2,1%	2,0%	2,0%
2027	2,1%	2,0%	2,0%
2028	2,1%	2,0%	2,0%
2029	1,5%	1,4%	1,4%
2030	-0,4%	-0,4%	-0,4%
2031	2,2%	2,2%	2,1%
2032	2,3%	2,3%	2,2%
2033	2,3%	2,3%	2,2%
2034	2,6%	2,5%	2,4%
2035	2,2%	2,1%	2,1%

Fuente: elaboración propia, 2016.

**Tabla 7.** Crecimiento demanda GNV (%).

Año	Proyección MPCD		
	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	-0,2%	4,2%	8,7%
2017	4,8%	4,6%	4,4%
2018	3,8%	3,6%	3,5%
2019	2,6%	2,5%	2,4%
2020	-0,2%	-0,2%	-0,2%
2021	-0,3%	-0,2%	-0,2%
2022	0,0%	0,0%	0,0%
2023	0,2%	0,2%	0,2%
2024	0,4%	0,4%	0,4%
2025	0,5%	0,5%	0,5%
2026	0,7%	0,7%	0,7%
2027	0,8%	0,8%	0,8%
2028	1,0%	0,9%	0,9%
2029	-1,7%	-1,7%	-1,6%
2030	-1,9%	-1,9%	-1,8%
2031	2,1%	2,0%	1,9%
2032	2,7%	2,6%	2,5%
2033	2,8%	2,7%	2,6%
2034	3,0%	2,9%	2,8%
2035	2,5%	2,4%	2,4%

Fuente: elaboración propia, 2016.

**Tabla 8.** Crecimiento demanda Jet Fuel (%).

Año	Proyección BDC		
	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	-6,0%	2,9%	11,8%
2017	2,0%	1,8%	1,7%
2018	1,7%	1,6%	1,5%
2019	1,9%	1,7%	1,6%
2020	-0,5%	-0,4%	-0,4%
2021	1,7%	1,5%	1,4%
2022	1,3%	1,2%	1,1%
2023	1,1%	1,0%	1,0%
2024	1,2%	1,1%	1,0%
2025	1,2%	1,1%	1,0%
2026	1,2%	1,1%	1,0%
2027	1,1%	1,0%	0,9%
2028	1,0%	0,9%	0,8%
2029	0,9%	0,9%	0,8%
2030	-1,4%	-1,3%	-1,2%
2031	1,0%	0,9%	0,8%
2032	0,9%	0,9%	0,8%
2033	0,9%	0,8%	0,7%
2034	0,8%	0,8%	0,7%
2035	0,8%	0,8%	0,7%

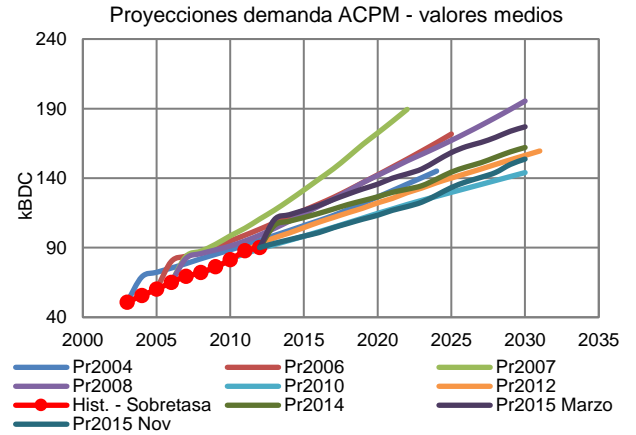
Fuente: elaboración propia, 2016.

**1. SEGUIMIENTO DE LA DEMANDA**

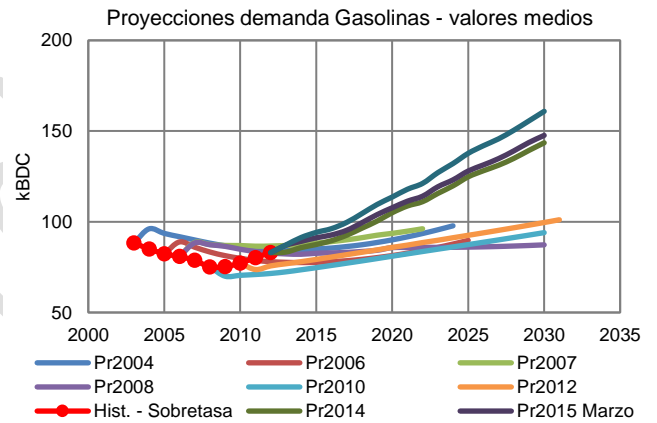
**1.1 Seguimiento a las proyecciones de demanda con datos históricos**

La Figura 1 muestra la comparación de los consumos históricos del sector transporte con los escenarios medios de las proyecciones para ACPM, gasolinas (extra y corriente) y GNV para este sector, esto para poder observar las diferencias entre los resultados de las diferentes proyecciones y qué tan acertivas fueron con respecto a los datos históricos. Es importante mencionar que en estas gráficas se presentan solo los valores históricos de la sobretasa porque, con la actualización y mejoramiento del Balance Energético Colombiano, las cifras de ambas fuentes (balance y sobretasa) fueron unificadas. Las diferencias entre el valor de sobretasa presentado en esta edición de las proyecciones y la revisión de marzo de 2014 es que se ajustó la participación del sector transporte en el consumo de ACPM; paso de ser el 80% a ser un 70% en promedio, con base en los análisis hechos con la información de SICOM.

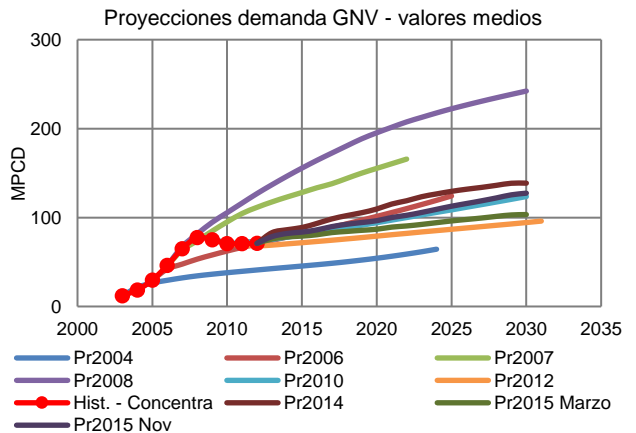
Como ya se ha evidenciado antes, el comportamiento de la demanda del ACPM presenta una tendencia similar de crecimiento en las diferentes proyecciones realizadas, aun cuando se han usado técnicas de modelación diferentes. En el caso de la gasolina y GNV la dispersión en las proyecciones ha sido mayor; aunque en las últimas tres revisiones de las proyecciones, las previsiones se han presentado tendencias similares y cercanas.



(i) ACPM



ii) Gasolina



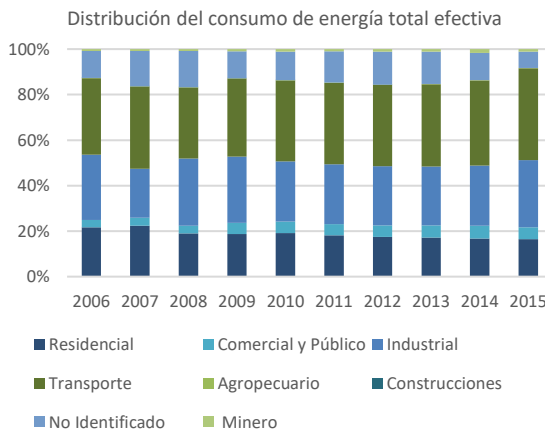
iii) GNV

Fuente: UPME, 2016. Elaboración propia.

**Figura 1.** Meta-análisis de las proyecciones históricas publicadas por la UPME.

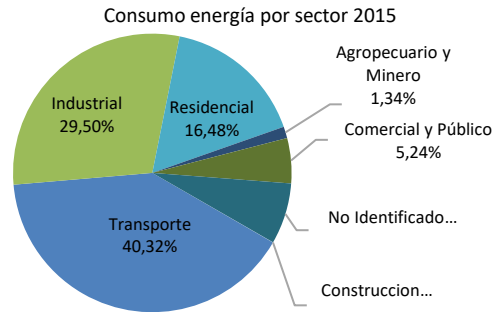
## 1.2 Comparación histórica de los ejercicios de proyección

De acuerdo con la información histórica suministrada por el Balance Energético Colombiano (BECO - UPME, 2016), el transporte se constituye como el mayor consumidor de energía del país. Éste ha aumentado su participación en un poco más del 6% en los últimos 10 años en la distribución del consumo de energía total por sectores. Para el año 2015 su participación fue aproximadamente del 40% con una tasa de crecimiento del 7,7% con respecto a la participación del 2014 (ver Figura 2).



Fuente: Balance energético - UPME, 2015.

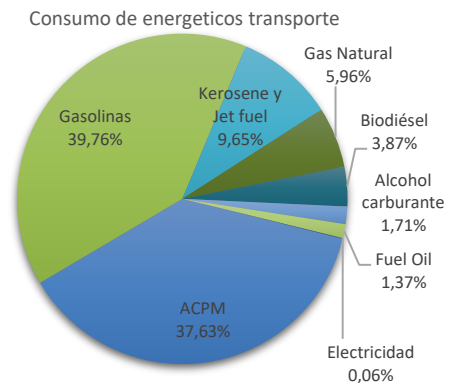
**Figura 2.** Distribución del consumo de energía total efectiva por sector.



Fuente: Balance energético - UPME, 2015.

**Figura 3.** Distribución del consumo de energía por sector 2015

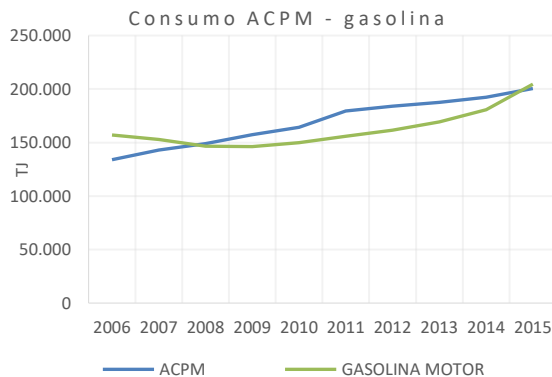
De los 494.540 TJ consumidos en el 2015 por el sector transporte, el 88,4% de la energía proviene del petróleo y sus derivados, el 5,96% de gas natural, el 5,58% de energéticos renovables como biocombustibles y alcohol carburante y el 0,06% del uso de electricidad. De los energéticos asociados a este sector, la gasolina (extra y corriente) presenta el mayor consumo, continuando con ACPM, Kerosene y Jet Fuel, Gas Natural Vehicular –GNV-, biodiésel, alcohol carburante, fuel oil y electricidad, con porcentajes de participación de 40%, 37%, 10%, 6%, 4%, 2% y 1% respectivamente, como se muestra en la Figura 4.



Fuente: Balance energético - UPME, 2015.

**Figura 4** Distribución de energéticos en el sector transporte.

En el caso de los combustibles líquidos, el consumo de ACPM se divide en los subsectores de transporte carretero (97,7%), marítimo (2,3%) y fluvial (0,05%); la gasolina es en su mayoría para transporte carretero (99,7%), y hay algo de participación en los modos aéreo (0,23%) y fluvial (0,04%); el GNV es exclusivo para el transporte carretero, y el kerosene y jet fuel para transporte aéreo. El consumo de electricidad en el sector oficialmente reportado corresponde en su totalidad al subsector de transporte férreo; no obstante, se sabe que hay vehículos eléctricos que operan en el país desde hace varios años (por ejemplo, hay un consumo aproximado de 538MWh desde el 2014 en los taxis eléctricos que operan en Bogotá).

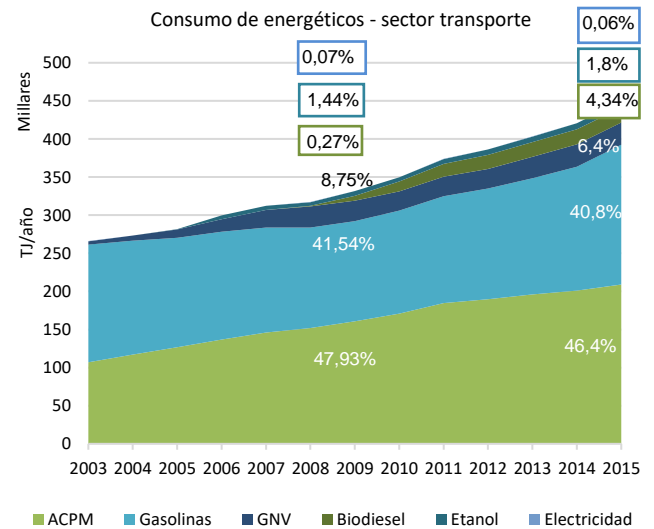


Fuente: Balance energético - UPME, 2015.

**Figura 5.** Distribución histórica de consumo de ACPM Y Gasolina en transporte carretero.

A partir de la información suministrada por Ministerio de Hacienda (que corresponde al volumen de combustibles por el que se paga el impuesto a la sobretasa), el Sistema de Información de combustibles Líquidos – SICOM-, la Federación Colombiana de Combustibles (Fedebiocombustibles), Concentra para el caso del GNV, Metro de Medellín y Acerías Paz del Rio ambas con información de consumo de electricidad en sistemas férreos, se muestra en la Figura 6 la

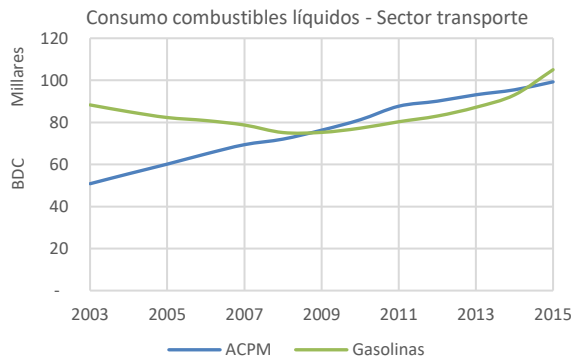
distribución del consumo de combustibles en el sector. El energético de mayor consumo es el ACPM, pero a partir del 2011 comenzó a decrecer su participación pasando del 49.4% a 46.5% para el 2016, caso contrario a la gasolina cuya participación en la distribución total del sector a partir del 2013 ha sido creciente, y para el año 2015 su consumo representa el 40.8%.



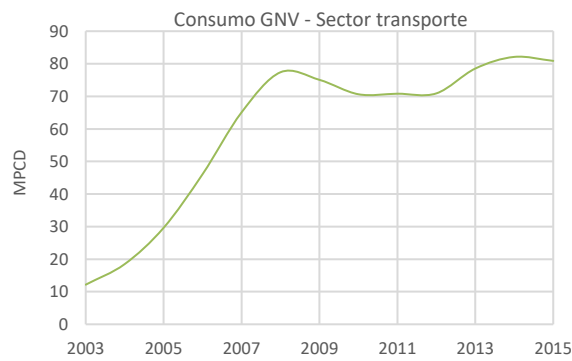
Fuente: MinHacienda, SICOM, Fedebiocombustibles, Concentra, Metro Medellín. Elaboración propia.

**Figura 6.** Distribución histórica del consumo de energéticos en el sector transporte, en el modo carretero.

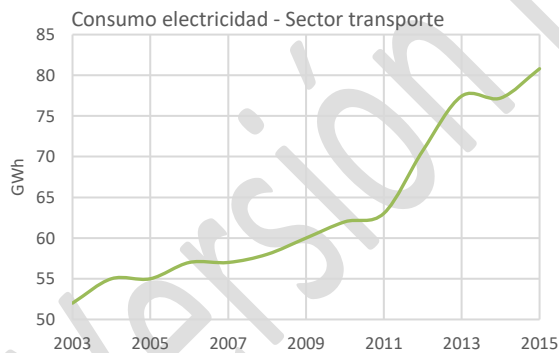
La Figura 7 muestra los datos históricos de consumo de energéticos en el sector de manera individual. Las tasas de crecimiento promedio del consumo de estos energéticos en los últimos 5 años (2010-2015) han sido 4,1%, 6,3%, 2,7% y 6,8% para el ACPM, las gasolinas, el GNV y la electricidad, respectivamente. El consumo de electricidad en el sector transporte corresponde en su totalidad al subsector férreo con metro de Medellín y del tren operado por Acerías Paz del Rio, el consumo se aproxima a 81 GWh.



(i)



(ii)



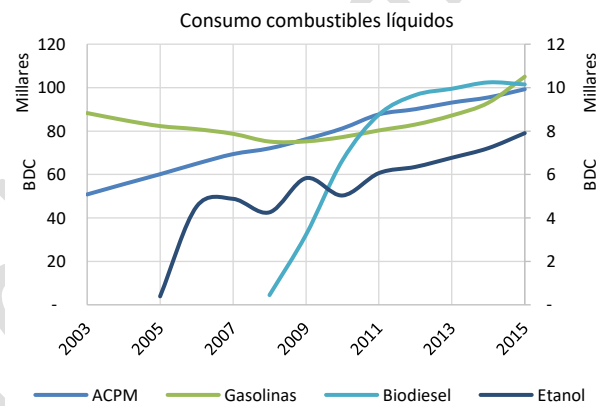
(iii)

Fuente: MinHacienda, SICOM, Fedebioenergéticos, Concentra, Metro Medellín. Elaboración propia.

**Figura 7.** Información histórica del consumo de energéticos en el sector transporte.

La Figura 8 muestra los datos del consumo de combustibles líquidos para el sector transporte, ACPM, gasolina, biodiesel y etanol. El crecimiento del consumo de

biocombustibles ha estado ligado al crecimiento de cada uno de sus hidrocarburos de mezcla. El consumo de etanol para el año 2015 es de 7.906 BDC con crecimiento del 9,6% con respecto al 2014 y en los últimos cinco años su tasa de crecimiento ha aumentado un 9,4%. El consumo de biodiesel es de 10.147 BDC y su tasa de crecimiento mostró una disminución del 1% con respecto al 2014.

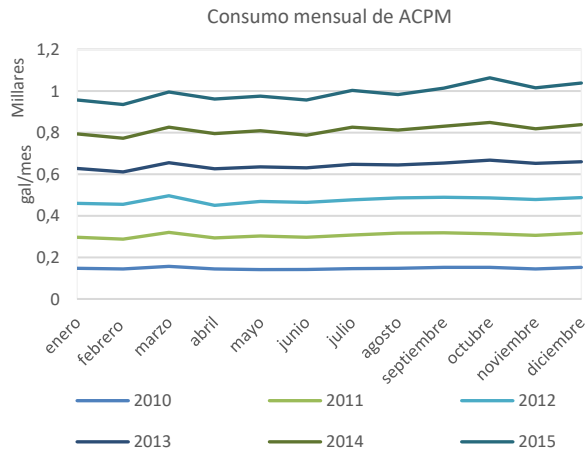


Fuente: MinHacienda, Fedebioenergéticos. Elaboración propia.

**Figura 8.** Consumo históricos de combustibles líquidos para sector transporte.

El consumo de ACPM entre septiembre y diciembre del año 2015 se incrementó debido a dos situaciones. La primera corresponde al cierre fronterizo entre Colombia y Venezuela iniciado en el mes de septiembre y el segundo debido al aumento en uso de este combustible por parte de las termoeléctricas del país, como consecuencia de las sequías provocadas por el fenómeno del niño entre septiembre del 2015 y marzo 2016. Las tasas de crecimiento con respecto al año 2014 para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre son del 4,15%, 18,4%, 17,35% y 12,68% (ver Figura 9).

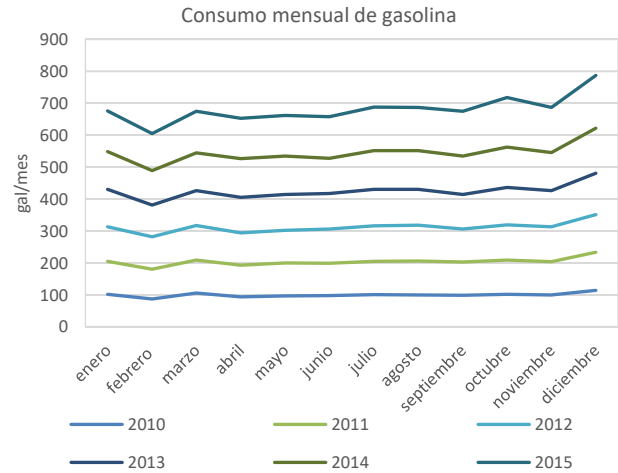
Desde el 28 de febrero hasta el 19 de marzo del 2015 el consumo del ACPM se vio afectado por el paro camionero, la reducción de consumo de combustible de este mes con respecto al 2014 fue de 1,41%.



Fuente: MinHaciend. Elaboración propia.

**Figura 9.** Información histórica del consumo mensual de ACPM

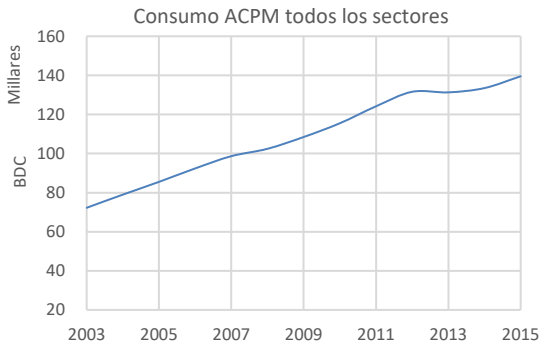
De igual forma, el comportamiento de consumo de gasolina se ve influenciada por el cierre fronterizo, las tasas de crecimiento con respecto al año 2014 para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre son del 16,5%, 23,18%, 17,96% y 17,2% (ver Figura 10).



Fuente: MinHaciend. Elaboración propia.

**Figura 10.** Información histórica del consumo mensual de gasolinas.

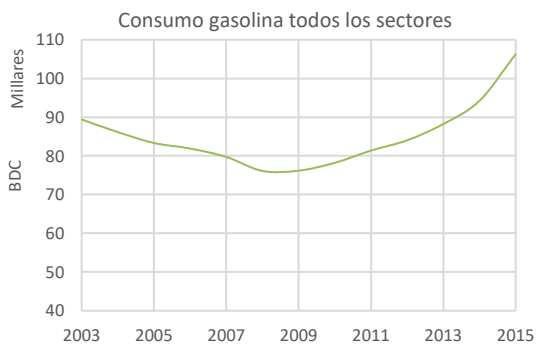
Como se muestra en la Figura 11, el comportamiento de consumo de ACPM entre los años 2012-2013 presenta una disminución en su tasa de crecimiento anual del 0.5%. Para el año 2015 se incrementa el consumo en 4,5% con respecto al 2014, el total del consumo legal de ACPM, fue de 2.138 millones de galones, que equivalen a 139.519 BDC. El sector transporte sería responsable de aproximadamente el 70,42% del consumo nacional, y el resto sería combustible para el sector industrial (que estaría incluyendo el consumo para generación en termoeléctricas).



Fuente: MinHaciend. Elaboración propia.

**Figura 11.** Consumo histórico de ACPM en todos los sectores

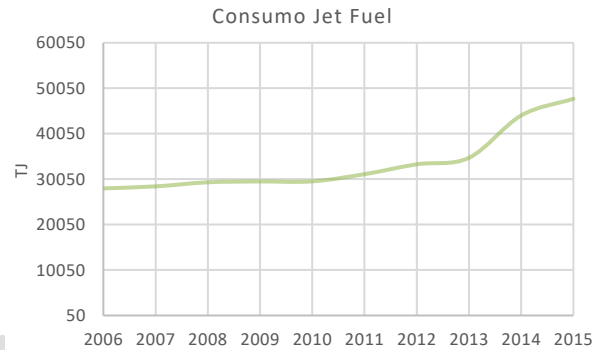
La Figura 12 presenta el consumo histórico de gasolina reportado por el MHCP para todos los sectores. Para el año 2015 se incrementa el consumo en 12,8% con respecto al 2014, el total del consumo legal fue de 1.629 millones de galones, que equivalen a 106.269 BDC. La mayor parte del consumo de gasolinas es del sector transporte con aproximadamente el 98,8% del consumo nacional y sólo un 1,2% va para otros sectores.



Fuente: MinHaciend. Elaboración propia.

**Figura 12.** Consumo histórico de gasolina en todos los sectores.

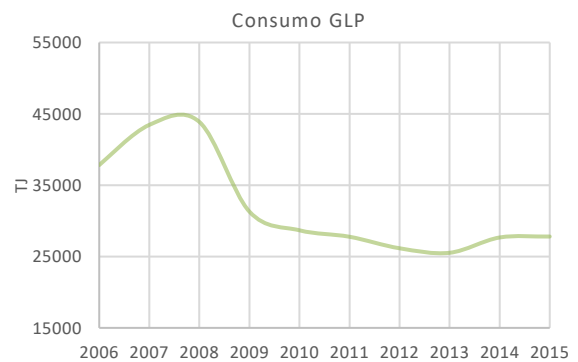
El Jet Fuel se consume en su totalidad en el sector transporte, modo aéreo, y en los últimos dos años ha crecido con tasas del 26,8% y 8,35% como se muestra en la Figura 13.



Fuente: Balance energético - UPME, 2016.

**Figura 13.** Consumo histórico de Jet Fuel en todos los sectores

El consumo de GLP para el año 2015 fue de 27.803 TJ. El sector residencial sería responsable de aproximadamente el 59% del consumo nacional, seguido por sector industrial con el 18%, sector comercial y público con el 10% y el resto sería combustible usado en sectores aún no identificados.



Fuente: Balance energético - UPME, 2016.

**Figura 14.** Consumo histórico de gas licuado de petróleo en todos los sectores.

## 2. PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA DEL SECTOR TRANSPORTE POR TIPOS DE ENERGÉTICOS Y ESCENARIOS. MODELO TÉCNICO – ECONÓMICO

En la presente revisión se muestra la evaluación de la demanda de energía para el sector transporte y la demanda total nacional de combustibles líquidos usando el modelo técnico económico diseñado en el Programa de Evaluación de Energía y Potencia (ENPEP por sus siglas en inglés), herramienta desarrollada por el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA por sus siglas en inglés). La metodología detallada puede encontrarse en el documento *Proyección De Demanda De Combustibles En El Sector Transporte En Colombia. Revisión noviembre De 2015*<sup>1</sup>. Para el caso de la proyección de GLP, se presentan los resultados obtenidos de la implementación del Modelo para el Análisis de Demanda de Energía (MAED por sus siglas en inglés), herramienta también desarrollada por la IAEA.

### 2.1 Actualización de supuestos de modelación - modelo ENPEP

Para la nueva calibración del modelo se realizó la actualización de la totalidad de los datos del año base (variables de consumo de energía y precios) los cuales cambiaron con la actualización del BECO. La Tabla 9 muestra la información de oferta de combustibles líquidos y gas para el sector transporte en el año base del modelo (2010).

**Tabla 9.** Información de oferta de combustibles líquidos, año base 2010.

Oferta legal nacional				
Gasolina Motor	80,780.1	BDC	27,215.1	kBOE/año
Alcohol carburante	5,019.6	BDC	929.6	kBOE/año
ACPM	53,917.5	BDC	19,555.7	kBOE/año
Biodiesel	6,651.5	BDC	2,214.6	kBOE/año
GLP	19,390.7	BDC	4,965.4	kBOE/año
Jet Fuel	23,822.0	BDC	7,026.3	kBOE/año
GNV	66,605.9	MBTU	4,436.3	kBOE/año
Electricidad	66.5	GWh/año	41.4	kBOE/año
Energía Humana	-	-	1.2	kBOE/año
Oferta ilegal - Contrabando y hurto				
Gasolina Motor	12,032.3	BDC	4,053.7	kBOE/año
ACPM	6,714.6	BDC	2,435.4	kBOE/año
Importaciones				
Gasolina Motor	635.7	BDC	586.8	kBOE/año
ACPM	19,358.8	BDC	19,236.6	kBOE/año
GLP	308.2	BDC	216.2	kBOE/año
Jet Fuel	17.9	BDC	14.5	kBOE/año

Fuente: elaboración propia, 2016.

Por su parte, la Tabla 10 muestra la actualización de precios de la energía para el año de 2010. En el caso del Jet fuel, el precio del combustible con el que se corrió el modelo fue el del ingreso al productor (IP); en el caso de los demás energéticos se usó el precio de venta al público (PVP).

<sup>1</sup> Disponible para consulta en el Sistema de Información de Petróleo y Gas (SIPG) en el link: <http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Proyeccion>

s/2015/Proy\_Demanda\_Combust\_Liquidos\_Nov2015.pdf

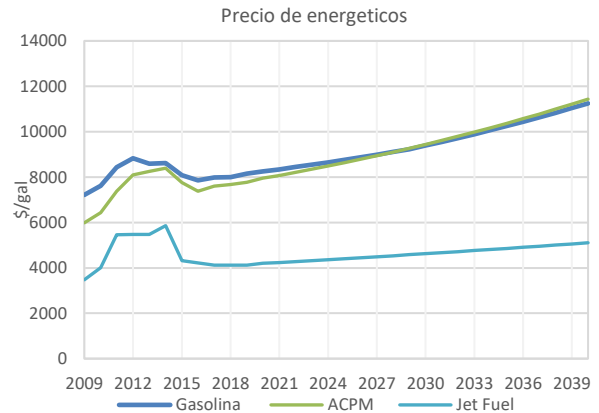
**Tabla 10.** Información de precios de los combustibles líquidos, año base 2010.

	\$/gal	US\$2013/BOE	
Gasolina Motor	\$7,610.3	\$200.7	PVP
ACPM	\$6,436.4	\$157.7	PVP
GLP	Competitividad GM del 0.75	\$150.5	PVP
Jet Fuel	\$4,010.2	\$120.8	IP
GNV	Competitividad GM del 0.5	\$100.3	PVP
GNL	Competitividad GNV del 0.5	\$120.4	PVP
Electricidad	\$316.0	\$122.2	PVP

Fuente: elaboración propia, 2016.

Así mismo, se hizo una actualización de las proyecciones de precios de los energéticos y de los modelos econométricos jalonadores de la demanda por movilidad en los diferentes segmentos de transporte del modelo (movilidad de pasajeros, movilidad de carga, a nivel urbano e interurbano) y por consumo de energía en sectores como el industrial y la generación de energía eléctrica en los que se usa ACPM.

La Figura 15 muestra las proyecciones de los precios de los energéticos. Las tasas de crecimiento entre 2016-2040 de los precios de la gasolina, ACPM y Jet Fuel son de 1,51%, 1,48% y 0,79% respectivamente.



Fuente: Ecopetrol, 2016

**Figura 15.** Proyección de precio de los energéticos.

La Tabla 11 muestra los supuestos del modelo técnico económico dentro del escenario base. Se mantienen los mismos supuestos, salvo los ajustes mencionados anteriormente.

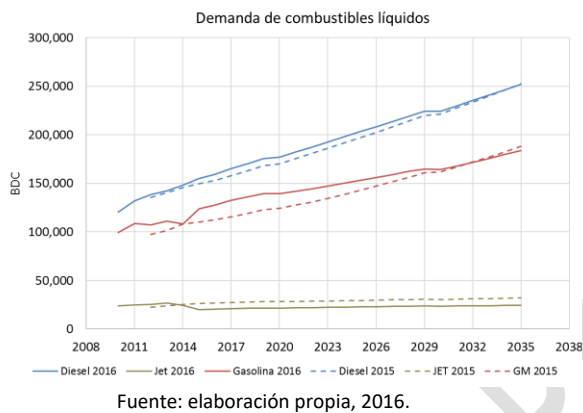
**Tabla 11.** Supuestos escenarios modelo técnico económico.

Supuesto	Escenario Real (BASE)
PIB	Medio - UPME
Precios	Escenarios ECOPEPETROL- USD70 (alto) GN: 50% de GM EE Esc. Medio UPME GLP 75% de gasolina, BH
Política Energética	Autogas 2021 GNL 2021 % Mezcla BioC. Fija
Mejora Tecnológica	Aumento en rendimiento: 2.2%/dec. Inicio 2029 mejora (normativa eficiencia)
Uso	Consumo en carga disminuye – Ecodriving en carga, 5% mejora en rendimiento
Planes de Entrada	Igual que en base +: Masivo Cartagena a gas Taxis eléctricos alcanza participación 8% anual en 13 años Metro Bogotá 2030 Transmilenio Boyacá 2020 Transmilenio Cra. 68 2023 Regiotram 2025

Fuente: elaboración propia, 2016.

## 2.2 Resultados de las proyecciones de demanda de combustibles líquidos y GNV.

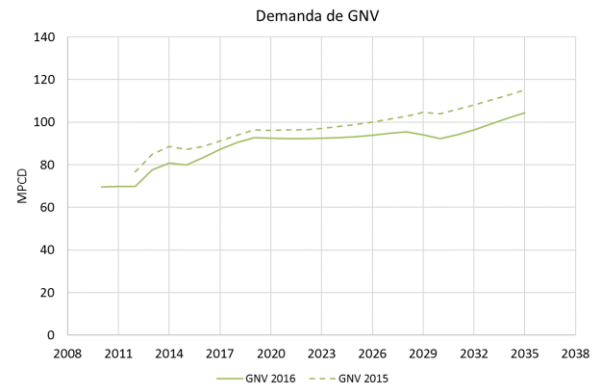
A continuación, se presentan los resultados de la proyección de demanda de ACPM, Gasolinas, Jet Fuel y de GNV hasta el año 2035. Las figuras Figura 16 y Figura 17 muestran el escenario base de proyección y la comparación con el escenario base modelado en la revisión de noviembre de 2015.



**Figura 16.** Proyección de demanda de gasolina motor, ACPM y Jet Fuel.

Las tasas de crecimiento de los combustibles líquidos observadas en su mayoría se reducen en comparación con las tasas encontradas en el modelo de la revisión anterior, debido a la desaceleración económica que se asume en las proyecciones del PIB usadas para estas corridas. Las tasas de crecimiento de la demanda de combustibles líquidos en el periodo de análisis (2016 - 2035) son las siguientes:

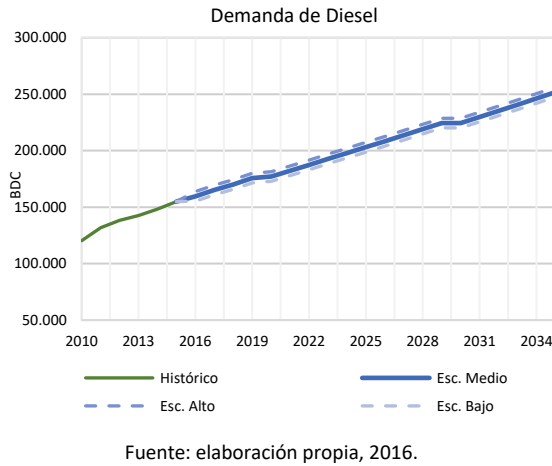
- Gasolina Motor: 1.9%.
- ACPM: 2.4%.
- Jet Fuel: 0.9%



**Figura 17.** Proyección de demanda de GNV.

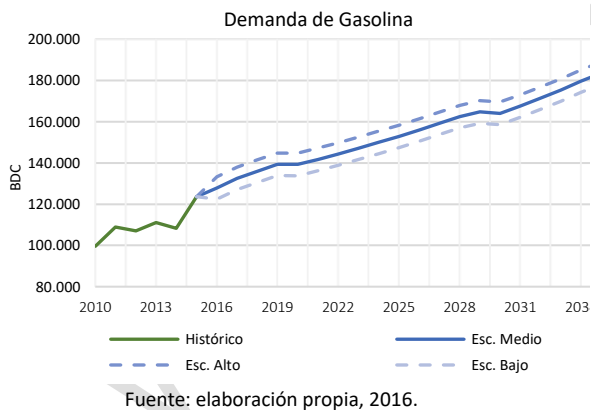
La demanda de GNV también se ve afectada por los nuevos supuestos de crecimiento económico del país. La tasa de crecimiento para el periodo analizado se estimó en 1.2%, que es un poco más alta que la presentada en la revisión anterior pues se asume que la entrada de vehículos eléctricos en el segmento de taxis no será tan rápida por el aumento de la TRM y con esto, el incremento en los costos de adquisición de las tecnologías eléctricas.

La Figura 18 muestra la proyección de demanda de diésel y los escenarios bajo y alto alrededor del escenario medio. La demanda de diésel presenta una tasa de crecimiento promedio en el periodo de análisis (2015 - 2035) del 2,46%, alcanzando una demanda de 251 kBDC en el 2035.



**Figura 18.** Proyección de demanda de Diésel.

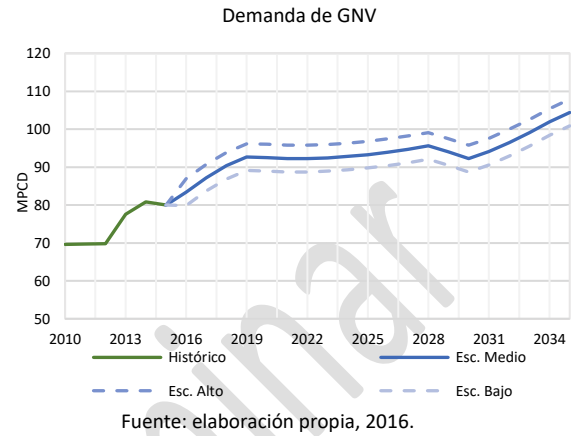
Los resultados de la proyección de demanda del consumo total de gasolina motor se muestran en la Figura 18. La tasa de crecimiento promedio de este combustible en el periodo de análisis (2015-2035) sería del 2%, alcanzando una demanda de 183 kBDC en el 2035.



**Figura 19.** Proyección de demanda de Gasolina.

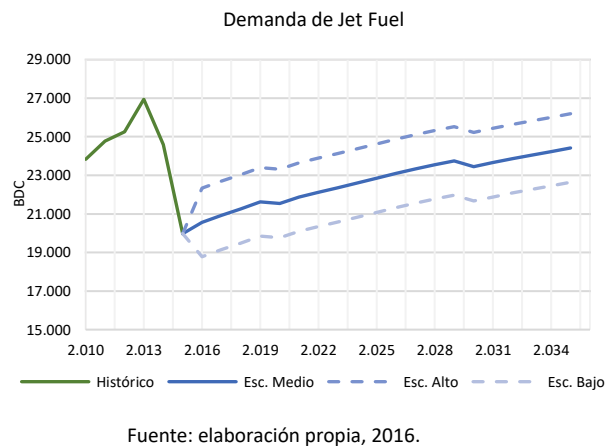
La proyección de GNV en los escenarios bajo, medio y alto se muestra en la Figura 20. La tasa de crecimiento promedio de este combustible en el periodo de análisis (2015 -

2035) sería del 1,34%, alcanzando una demanda de 104MPCD en el 2035.



**Figura 20.** Proyección de demanda de GNV.

La proyección de demanda de Jet Fuel para el sector transporte se muestra en la Figura 21. La demanda en 2035 alcanzaría los 24.419BDC y la tasa de crecimiento promedio anual sería del 1.01% para el periodo (2015-2035).



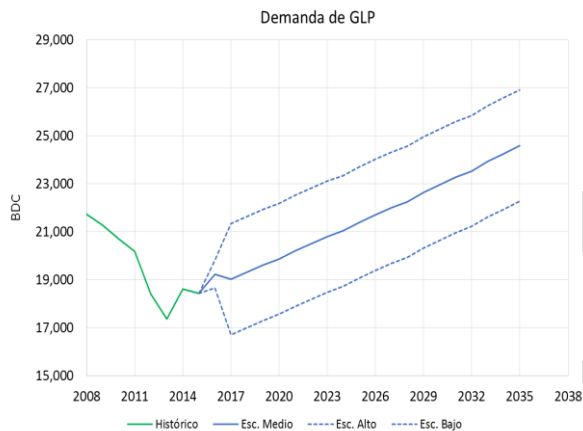
**Figura 21.** Proyección de demanda de Jet Fuel.

### 2.3 Modelación de demanda de GLP

El modelo de utilizado para la estimación de la proyección de demanda de GLP es un modelo que integra los consumos y usos de

los energéticos en cada sector, con datos de crecimiento económico y poblacional. Las proyecciones de PIB utilizadas son la revisión realizada por la UPME en julio de 2016.

La Figura 22 muestra los resultados de la proyección de demanda nacional de GLP en un horizonte de 20 años. La tasa de crecimiento de la demanda de este energético se estima en 1.45% anual promedio en el periodo de análisis. Se presenta también un intervalo de confianza del 95% construido con base en la estimación del error estándar.



Fuente: elaboración propia, 2016.

**Figura 22.** Proyección de demanda de GLP.

Este crecimiento se explica en las expectativas que hay de penetración de este energético en el sector transporte y en el crecimiento del GLP por redes particularmente en el sector residencial.

## ANEXO 1. META-ANÁLISIS DE LAS PROYECCIÓN DE DEMANDA

Con el fin de hacerle seguimiento a los resultados de los modelos analítico y técnico económico, se realizó un meta análisis de las proyecciones de demanda publicadas en la revisión de noviembre<sup>2</sup>, de los consumos de energía reales para el sector y de los consumos nacionales de combustibles líquidos, desde el año 2012 hasta el 2015. Para esto, se mensualizaron los datos anuales de demanda y se compararon con los datos mensuales de consumo real, y se emplearon

tres estadísticos propuestos por Considine & Clemente (2007)<sup>3</sup> para identificar los componentes del error de la predicción y estimar las proporciones atribuidas a sesgo en el modelo (B), error aleatorio (R) o error inherente al modelo (M).

Los tres estadísticos utilizados fueron el Error Promedio Porcentual (APE), el Error Promedio Absoluto (AAE), y el Error Promedio Cuadrático (MSE), por sus siglas en inglés, los cuales se definen a continuación:

Error Porcentual Promedio (APE)	$APE_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n 100 * \left( \frac{P_t - A_t}{A_t} \right)$
Error Promedio Absoluto (AAE)	$AAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n  A_t - P_t $
Error Cuadrático Medio (MSE)	$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left( \frac{P_t - A_t}{A_{t-1}} \right)^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (p_t - a_t)^2$ $p_t = \frac{P_t - A_{t-1}}{A_{t-1}}$ $a_t = \frac{A_t - A_{t-1}}{A_{t-1}}$

Donde:  
 $P_t$  es el valor de la predicción en el periodo  $t$ .  
 $A_t$  es el valor real en el periodo  $t$ .  
 $n$  es el número de periodos.

La siguiente es la definición de los componentes del MSE. Un modelo confiable es un modelo cuyo error es atribuido en su mayoría a error aleatorio (B), y con errores de sesgo y del modelo mínimos. Los errores de sesgo y del modelo son lo que se conoce como

error sistemático, el cual debería ser cero en una predicción perfecta.

<sup>2</sup> Documento disponible en <http://www.sipg.gov.co/Inicio/SectorHidrocarburos/Proyecciones/tabid/125/language/es-ES/Default.aspx>

<sup>3</sup> Considine, T., & Clemente, F. (2007). Betting on Bad Numbers. Public Utilities Fortnighly, 53-59. [http://peakwatch.typepad.com/Gas\\_Market\\_Forecasts.pdf](http://peakwatch.typepad.com/Gas_Market_Forecasts.pdf)

$$B = Bias = \frac{(\bar{p} - \bar{a})^2}{MSE}$$

$$M = Model = \frac{(S_p - rS_a)^2}{MSE}$$

$$R = Random = \frac{(1 - r^2)S_a^2}{MSE}$$

Donde:  $B + M + R = 1$

$S_p$  es la desviación estándar de la predicción.

$r$  es el coeficiente de correlación entre  $p$  y  $a$ .  
 $S_a$  es la desviación estándar de los valores reales.

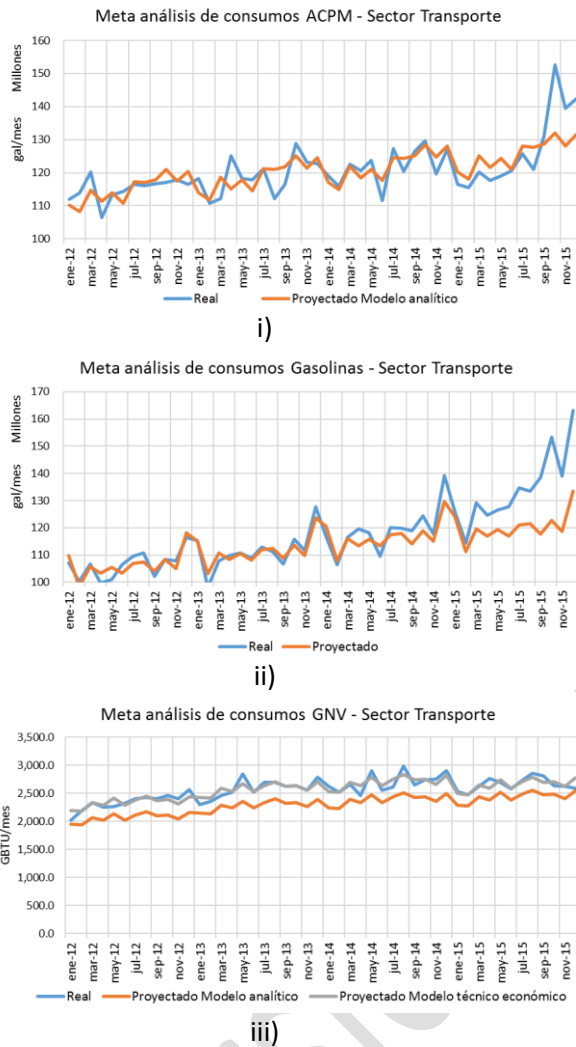
La Figura 23 muestra la comparación de los consumos mensuales producto de la revisión de las proyecciones de noviembre de 2015 versus los consumos reportados en los 12 meses del año 2015. Es importante mencionar que para el modelo técnico económico los años desde el 2010 hasta el 2015 eran de calibración, y en el modelo analítico los años 2012, 2013 y 2014 eran los de calibración.

La diferencia porcentual promedio entre los resultados del modelo y los valores reales varían significativamente dependiendo el energético. Al igual que en las revisiones anteriores, la proyección de ACPM es la que presenta una menor diferencia porcentual, siendo 4.91% en promedio, algo que es de esperarse pues la modelación de este energético está altamente influenciada por el comportamiento del transporte de carga y el público de pasajeros, los cuales son más sencillos de modelar dada su relación directa con el crecimiento económico del país y dados los planes establecidos de ordenamiento del transporte público de pasajeros en las grandes ciudades. No obstante, al analizar las series de datos la diferencia porcentual promedio obtenida es alta, algo que se explica en el aumento

inesperado del consumo de ACPM en los meses finales del año asociados al cierre de frontera con Venezuela, que ocasionó un incremento de las ventas legales de ACPM en el país. Adicionalmente, hay un impacto en el consumo que se puede ver en el mes de marzo, asociado al paro del sector de carga que duró 21 días.

En el caso de la gasolina, la diferencia porcentual promedio fue de 11.5%, un porcentaje bastante alto y que refleja el impacto tan importante del cierre de frontera en el aumento de las ventas de combustible legal como sustituto del contrabando que se dejó de percibir.

En el caso del GNV, la diferencia porcentual promedio de la proyección con el dato real fue de 9.22%.



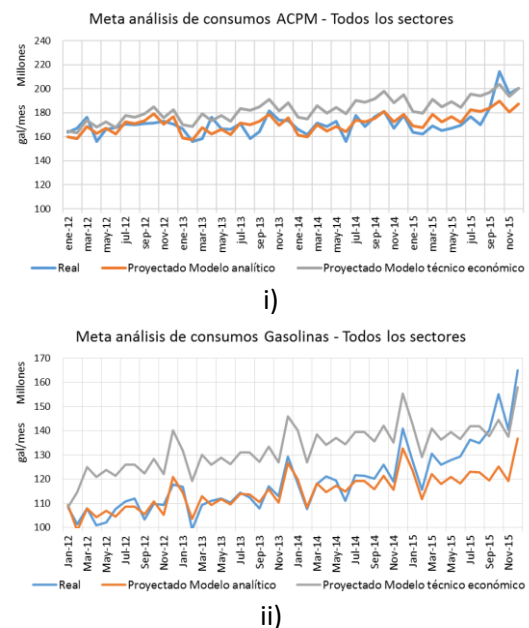
**Figura 23.** Comparación de consumos reales y consumos modelados mensuales. Análisis sector transporte para i) ACPM, ii) Gasolina motor, iii) GNV.

Dado que el modelo técnico económico entrega resultados de la totalidad de la demanda de gasolinas y ACPM (sectores industrial, residencial, generación de energía, entre otros), se hizo el mismo análisis anterior pero con las totalidad de los consumos, no solo los consumos sectoriales de transporte. La Figura 24 muestra las comparaciones de los consumos totales de ACPM y gasolinas hasta el 2015, con los resultados de los modelos

analítico y técnico económico para la demanda de todos los sectores.

En el caso del ACPM, el error promedio asociado al uso del modelo analítico es del 5.1% y en el caso del modelo técnico económico es del 8.1%. Esta diferencia entre el dato modelado y el real se atribuye a los eventos mencionados anteriormente y se le suma el aumento en la generación de electricidad con combustibles líquidos (ACPM uno de ellos) por el Fenómeno del Niño.

En el caso de las gasolinas, el error promedio asociado al uso del modelo analítico es del 11.3% y en el caso del modelo técnico económico es del 6.2%.



**Figura 24.** Comparación de consumos reales y consumos modelados mensuales. Análisis todos los sectores para i) ACPM, ii) Gasolina motor.

El siguiente análisis consistió en la revisión de los tres criterios estadísticos mencionados anteriormente para cada uno de los

energéticos proyectados y para cada uno de los modelos usados. La Tabla 12 y la Tabla 13 muestran los estadísticos calculados para el ACPM, la primera en aquellos modelos con los que se estimó la demanda total de ACPM en todos los sectores y la segunda en los modelos con los que se estimó la demanda de ACPM para el sector transporte. Los valores de APE del modelo técnico-económico y de la revisión de las proyecciones de marzo de 2015 estuvieron por encima del 10%, que es un límite de error aceptable, lo que significa que en algún punto estos modelos no tuvieron un buen desempeño. Al analizar la descomposición del MSE (Figura 25 y Figura 26) se observa que en estos modelos hubo un alto porcentaje de error de sesgo, lo cual está relacionado con el resultado del APE obtenido; este tipo de error no es deseable en la modelación.

**Tabla 12.** Errores de modelación ACPM en todos los sectores – Proyecciones revisión noviembre de 2015.

	Nov. 2015	Nov. 2015
	Analítico	Técnico-Econ.
<b>APE</b>	-0.59%	18.72%
<b>AEE</b>	4,017,342.2	22,119,881.5
<b>MSE</b>	0.152%	3.666%
<b>RMSE</b>	4.3%	8.4%

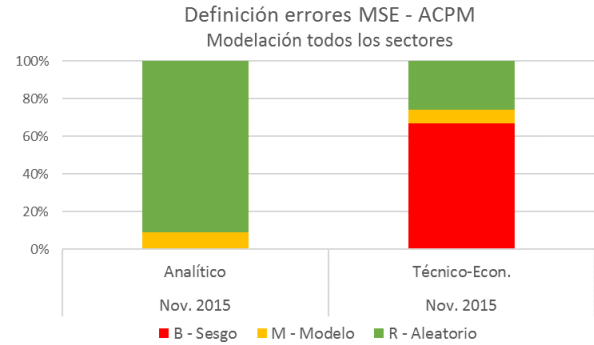
Fuente: elaboración propia, 2016.

**Tabla 13.** Errores de modelación ACPM en sector transporte – Revisión de las proyecciones de noviembre de 2014 y de 2015, y de marzo de 2015.

	Nov. 2014	Mar. 2015	Nov. 2015
<b>APE</b>	-0.59%	18.72%	-0.05%
<b>AEE</b>	4,017,342.2	22,119,881.5	3,875,967.8
<b>MSE</b>	0.152%	3.666%	0.184%
<b>RMSE</b>	3.9%	19.1%	4.3%

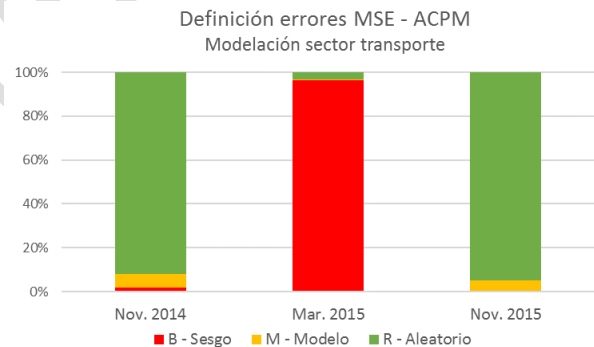
Fuente: elaboración propia, 2016.

Por su parte, los resultados del modelo analítico para las revisiones de 2015 casi no presentan error de sesgo ni error inherente al modelo, algo que es positivo en cuanto a los resultados obtenidos de esta modelación.



Fuente: elaboración propia, 2016.

**Figura 25.** Descomposición del MSE en proyecciones de ACPM – Proyecciones revisión noviembre de 2015.



Fuente: elaboración propia, 2016.

**Figura 26.** Descomposición del MSE en proyecciones de ACPM – Revisión de las proyecciones de noviembre de 2014 y de 2015, y de marzo de 2015.

La Tabla 14 y la Tabla 15 muestran los resultados del error analizados para los modelos de demanda de gasolina, al igual que en el caso anterior, para todos los sectores y para el sector transporte, respectivamente. En el caso de este energético, todos los modelos tienen un porcentaje de APE por debajo de 10%, menos el modelo técnico-

económico; al observar la Figura 27 se observa una participación de casi el 80% de error de sesgo, lo que significa que se debe analizar a profundidad los supuestos e información base introducida a este modelo.

**Tabla 14.** Errores de modelación gasolinas en todos los sectores – Proyecciones revisión noviembre de 2015.

	Nov. 2015	Nov. 2015
	Analítico	Técnico-Econ.
<b>APE</b>	-2,87%	12,56%
<b>AEE</b>	5.470.696,5	15.171.805,5
<b>MSE</b>	0,416%	1,962%
<b>RMSE</b>	6,5%	14,0%

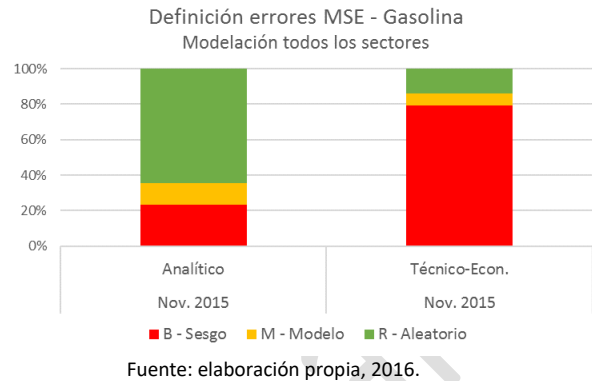
Fuente: elaboración propia, 2016.

**Tabla 15.** Errores de modelación gasolinas en sector transporte – Revisión de las proyecciones de noviembre de 2014 y de 2015, y de marzo de 2015.

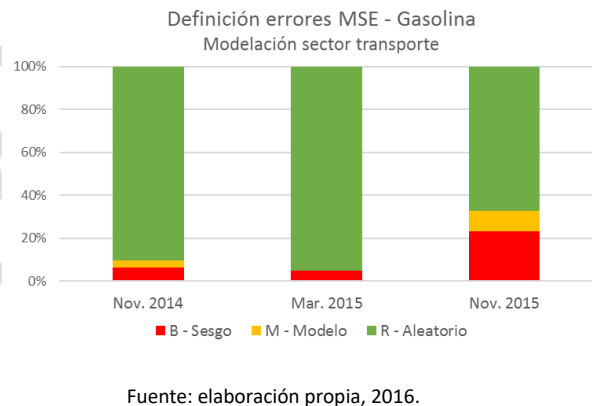
	Nov. 2014	Mar. 2015	Nov. 2015
<b>APE</b>	-0,76%	-0,51%	-2,89%
<b>AEE</b>	3.368.080,8	2.830.324,5	5.514.281,2
<b>MSE</b>	0,152%	0,095%	0,443%
<b>RMSE</b>	3,9%	3,1%	6,7%

Fuente: elaboración propia, 2016.

Al observar la figura anterior y la Figura 28, se ve que, aunque el error de sesgo en los resultados del modelo analítico apenas superan el 20%, esta participación es más importante que la del sesgo en la modelación del ACPM, por lo que también es recomendable revisar los supuestos y datos base en el caso de la gasolina en el modelo analítico.



**Figura 27.** Descomposición del MSE en proyecciones de gasolinas – Proyecciones revisión noviembre de 2015.



**Figura 28.** Descomposición del MSE en proyecciones de gasolinas – Revisión de las proyecciones de noviembre de 2014 y de 2015, y de marzo de 2015.

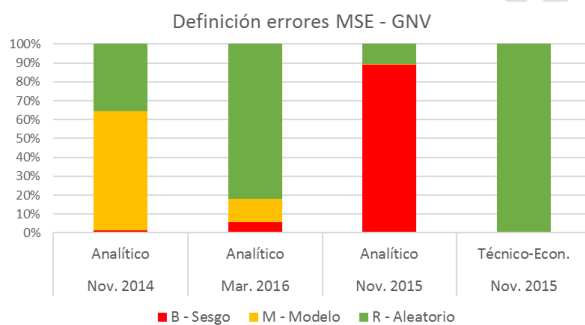
Por último, en el caso del GNV se realizó la comparación entre todos los modelos, pues en todos los casos se obtiene la proyección de este energético para el sector transporte. En la Tabla 16 se observan las estimaciones del error para los diferentes modelos realizados en 2014 y 2015. Los resultados sugieren que en la revisión de noviembre de 2015 del modelo analítico se subestimó la demanda de GNV, pues el APE está por encima de 10% y el MSE se encuentra por encima de 1%.

**Tabla 16.** Errores de modelación gas natural en sector transporte – Revisión de las proyecciones de noviembre de 2014 y de 2015, y de marzo de 2015.

	Nov. 2014	Mar. 2015	Nov. 2015	Nov. 2015
	Analítico	Analítico	Analítico	Técnico-Econ.
<b>APE</b>	1,65%	-0,75%	-10,52%	0,12%
<b>AEE</b>	226,9	106,8	272,9	69,6
<b>MSE</b>	0,834%	0,264%	1,322%	0,117%
<b>RMSE</b>	9,1%	5,1%	11,5%	3,4%

Fuente: elaboración propia, 2016.

Contrario a lo observado con los dos energéticos anteriores, el modelo técnico-económico es el modelo con una mejor distribución de los errores, pues casi el 100% puede atribuirse a un error aleatorio, lo cual es muy deseable e indica un buen desempeño de la modelación para este energético (ver Figura 29).



Fuente: elaboración propia, 2016.

**Figura 29.** Descomposición del MSE en proyecciones de GNV – Revisión de las proyecciones de noviembre de 2014 y de 2015, y de marzo de 2015.

Versión Preliminar

**Contacto:**

Avenida Calle 26 # 69 D – 91

Torre 1 Oficina 901

**Pbx:** 222 06 01

**Fax:** 221 95 37

**Línea Gratuita Nacional:** 01800911729

[www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)

**Síguenos en:** @UPMEOFICIAL