

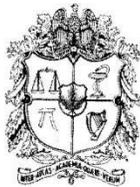
EVALUAR LA CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES USADOS (GASOLINA EXTRA, CORRIENTE, DIESEL, MEZCLAS DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS Y SÓLIDOS) EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

CONVENIO MARCO 392 DE 2009

INFORME FINAL DE LA ACTA EJECUTORIA No. 1

Subdirección Ambiental, Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA**
SEDE MEDELLÍN

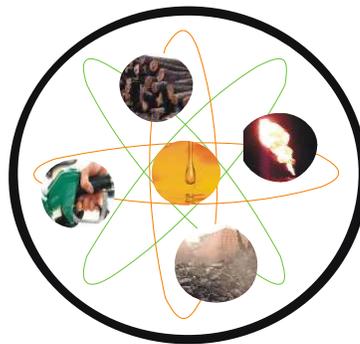


Enero de 2010

EVALUAR LA CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES USADOS (GASOLINA EXTRA, CORRIENTE, DIESEL, MEZCLAS DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS Y SÓLIDOS) EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

CONVENIO MARCO 392 DE 2009

INFORME FINAL DE LA ACTA EJECUTORIA No. 1



EJECUTA



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA**
SEDE MEDELLÍN

UN PROYECTO DE



Enero de 2010

CREDITOS

“EVALUAR LA CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES USADOS (GASOLINA EXTRA, CORRIENTE, DIESEL, MEZCLAS DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS Y SÓLIDOS) EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ”

INFORME FINAL DE LA ACTA EJECUTORIA No. 1
DEL CONVENIO MARCO 392/09

UN PROYECTO DE

Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Mauricio Facio Lince Prada
Nombre del Director (a) y cargo

Alejandro Gonzalez Valencia
Subdirector Ambiental

Gustavo Londoño Gaviria
Interventor

EJECUTADO POR:

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín
Facultad de Minas
Escuela de Geociencias y Medio Ambiente

EQUIPO DE TRABAJO

Carmen Elena Zapata Sánchez., Msc., Directora
Marco Antonio Ruiz Serna, Msc., Docente
Guillermo Arturo Alzate Espinosa, Msc., Docente
Astrid Blandon, PhD Docente
Alirio Benavidez, Msc, Profesional Universitario
Ana Zuleima Orrego, Profesional Universitario
Gustavo Paniagua Agudelo, Profesional Universitario
Martha Salazar, Técnica de Laboratorio de Carbones
Guillermo Benavidez, Técnico Laboratorio de Petróleos
Carlos Corredor, Estudiante Auxiliar
Catalina Barrera, Estudiante Auxiliar
Dora Cristina Barrientos V., Auxiliar Administrativa

Medellín, Enero de 2010

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 GENERALIDADES DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD.	16
2.1.1 Dióxido de azufre	16
2.1.2 Dióxido de nitrógeno	16
2.1.3 Ozono	17
2.1.4 Compuestos orgánicos volátiles BTXs (benceno, tolueno, xilenos)	18
2.2 COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	18
2.2.1 Importancia de las pruebas de laboratorio que se realizan a los combustibles líquidos en este proyecto	20
2.3 COMBUSTIBLES SÓLIDOS	21
2.3.1 Generalidades	21
2.3.2 Formación	22
2.3.3 Clasificación	22
2.3.4 Análisis	23
2.3.5 Propiedades físicas	29
2.3.6 Propiedades para la combustión	29

3.	MARCO LEGAL INTERNACIONAL Y NACIONAL	32
3.1	MARCO TEORICO	32
3.2	NORMATIVIDAD NACIONAL	33
3.2.1	Generalidades	33
3.2.2	Normas que regulan la calidad del aire	34
3.2.3	Normas que regulan la calidad de los combustibles líquidos y sólidos.	34
3.3	NORMATIVA INTERNACIONAL	41
3.3.1	Normatividad Mexicana	41
3.3.2	Normatividad Chilena	43
3.3.3	Progresos regionales para la adopción de algunas normas	45
3.3.4	Normatividad para diesel en otros países	46
3.3.5	Normatividad para diesel en Asia, Unión Europea y Estados Unidos	46
3.4	NORMATIVA COMBUSTIBLES SÓLIDOS	47
3.5	PACTO POR LA CALIDAD DEL AIRE	48
3.5.1	Compromiso de Ecopetrol con Medellín	48
4.	METODOLOGÍA EMPLEADA	49
5.	MUESTREO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ	51
5.1	MUESTREO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	51
5.2	PROTOCOLO DE MUESTREO	51
5.2.1	Protocolo de muestreo y custodia de combustibles líquidos	51
5.2.2	Manual de normas prácticas para muestreo del petróleo y productos de petróleo	54

5.2.3	Procedimiento de muestreo:	64
5.2.4	Manejo de muestras.	75
5.3	EMPRESAS MUESTREADAS EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA.	76
5.3.1	Empresas muestreadas para Combustibles líquidos	76
5.3.2	Empresas muestreadas para combustibles industriales	80
5.4	MUESTREO EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ PARA COMBUSTIBLES LIQUIDOS	82
5.5	MUESTREO EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ PARA COMBUSTIBLES INDUSTRIALES	97
5.6	MUESTREO DE CARBÓN	100
5.6.1	Muestreo en bandas transportadoras.	101
5.6.2	Muestreo de volquetas, camiones o vagones.	101
5.6.3	Muestreo de pilas.	101
5.7	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	104
5.7.1	Objetivo	104
5.7.2	Alcance	104
5.7.3	Reglas básicas para el muestreo	104
5.7.4	Importancia del muestreo.	105
5.7.5	Factores que afectan el muestreo	105
5.7.6	Peso mínimo de los incrementos	107
5.8	TIPOS DE MUESTREO.	107
5.8.1	Empaque de la muestra	112
6.	RESULTADOS	113

6.1	RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ	113
6.1.1	Gasolinas	113
6.1.2	Diesel	143
6.1.3	Combustibles Industriales	158
6.2	RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES SÓLIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ	177
6.3	RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES SÓLIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ	179
7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	181
7.1	RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ	181
7.1.1	Gasolinas	181
7.1.2	Diesel	191
7.1.3	Combustible Industrial	196
7.2	RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES SÓLIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ	199
7.2.1	Clasificación de las empresas muestreadas por sector productivo	207
7.2.2	Resultado de carbones según el tipo de industria	210
7.2.3	Gráficos de los parámetros medidos en muestras de carbón	211
7.3	EMPRESAS QUE NO CUMPLIERON LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD	215

7.4	COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE EL 2008 Y EL 2009.	216
8.	ANÁLISIS DE INFORMACION SUMINISTRADA POR ECOPETROL	218
8.1	PROMEDIO ARITMETICO DE CONTENIDO DE BENCENO Y AROMATICOS HASTA OCTUBRE DE 2009	218
8.1.1	Gasolina corriente	218
8.1.2	Gasolina extra	219
8.2	ÚLTIMO REPORTE: OCTUBRE DE 2009	221
8.2.1	Gasolina extra	221
8.2.2	Diesel	222
9.	ANÁLISIS ESTADISTICO - CONTROL DE AROMATICOS MES DE OCTUBRE	223
	CONCLUSIONES	228
	RECOMENDACIONES	233
	BIBLIOGRAFIA	236
	ANEXO A. BASE DE DATOS EMPRESAS MUESTREADAS- COMBUSTIBLES LIQUIDOS	238
	ANEXO B. BASE DE DATOS EMPRESAS MUESTREADAS- COMBUSTIBLES INDUSTRIALES	241
	ANEXO C. CARTAS MODELO PARA LAS EMPRESAS	243

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Calderas a carbón.	24
Figura 2. Método usado para determinar la humedad	25
Figura 3. Método usado para determinar material volátil	26
Figura 5. Esquema Ilustrativo para determinar el poder calorífico del carbón	28
Figura 5. Profundidades de muestreo	59
Figura 6. Equipos de muestreo	61
Figura 7. Accesorios para la toma tipo grifo	66
Figura 8. Sondas para el muestreo manual sectorial	68
Figura 9. Tubo de Muestreo	72
Figura 10. Ladrones.	72
Figura 11. Localización de los puntos de muestreo a diferentes niveles del carro tanque	75
Figura 12. Muestreo de empresas por municipio – combustibles líquidos	79
Figura 13. Muestreo de empresas por Tipo de proveedor	79
Figura 14. Muestreo de empresas por municipio – combustibles industriales	81
Figura 15. Muestreo de combustibles líquidos por municipio y tipo de producto	94
Figura 16. Muestreo de combustibles líquidos por municipio y tipo de proveedor	95
Figura 17. Muestreo en mayoristas	96
Figura 18. Muestreo de combustibles industriales por municipio y tipo de producto	100
Figura 19. Influencia del muestreo en los resultados analíticos	105
Figura 20. Tipos de muestra y/o secuencia esquemática de muestras	106
Figura 21. Muestreo en canal de mantos de carbón (Modificada de Ecocarbón, 1995).	108
Figura 22. Bastidor para muestreo en banda parada (Tomada de Ecocarbón, 1995)	108
Figura 23. Errores comunes en la toma de incrementos	109
Figura 24. Cucharón para fino hasta 25 mm .Pala de mano para carbón (Tomado de Ecocarbon, 1995).	110
Figura 25. Localización de los puntos de muestreo para volqueta (Modificada de Ecocarbón, 1995)	111
Figura 26. Puntos de muestreo en el talud formado	111

Figura 28. Ejemplo de cómo empacar las muestras	112
Figura 28. Resultados contenido de gomas en gasolinas	120
Figura 29. Resultados contenido de azufre en gasolinas	127
Figura 30. Contenido de benceno en Gasolina	135
Figura 31. Contenido de aromáticos en Gasolina	143
Figura 32. Resultados contenido de azufre en diesel	151
Figura 33. Contenido de aromáticos en Diesel	158
Figura 34. Contenido de agua por destilación en combustibles industriales	162
Figura 35. Contenido de agua y sedimentos en combustibles industriales	166
Figura 36. Contenido de cenizas en combustibles industriales	169
Figura 37. Contenido de residuo carbonoso en combustibles industriales	173
Figura 38. Contenido de azufre en combustibles industriales	177
Figura 39. Contenido de gomas en gasolinas (proceso lavado y sin lavar)	182
Figura 40. Contenido de gomas en gasolinas (Muestras sin marcador)	182
Figura 41. Contenido de gomas en gasolinas (Estudio del marcador)	183
Figura 42. Contenido de gomas en gasolinas (muestras sin aditivos)	184
Figura 43. Contenido de gomas en gasolinas (Estudio de aditivos)	185
Figura 44. Contenido de gomas en gasolinas por proveedor	185
Figura 45. Comparativo de cumplimiento del Pacto por la calidad del Aire	186
Figura 46. Contenido de azufre por tipo de gasolina	187
Figura 47. Contenido de azufre en gasolina por tipo de Proveedor	188
Figura 49. Contenido de BTX en Gasolina por componente	188
Figura 49. Comportamiento de BTX según tipo de Gasolina	189
Figura 50. Comportamiento de BTX según tipo de mayorista	189
Figura 51. Contenido de Benceno según tipo de gasolina	190
Figura 52. Contenido promedio de Benceno según mayorista	191
Figura 53. Contenido de azufre según tipo de diesel	192
Figura 54. Contenido de azufre en diesel según tipo de mayorista	192
Figura 55. Contenido de Aromáticos en Diesel según el tipo	193
Figura 56. Contenido de Aromáticos según el tipo de Diesel	194
Figura 57. Contenido de Benceno en Diesel	194
Figura 58. Contenido de Benceno según tipo de Diesel	195
Figura 59. Contenido de Benceno en Diesel según tipo de mayorista	195
Figura 60. Contenido de Aromáticos en Diesel según tipo de mayorista	196
Figura 61. Comparación combustibles industriales (diesel vs combustibles alternos)	198
Figura 62. Distribución de muestreo de carbón por municipio	199
Figura 63. Porcentaje de humedad relativa de para cada muestra de carbón	200
Figura 64. Porcentaje de cenizas para cada muestra de carbón	201
Figura 65. Material Volátil de cada muestra de carbón	202

Figura 66. Porcentaje de carbono fijo para cada muestra de carbón	203
Figura 67. Porcentaje azufre para cada muestra de carbón	204
Figura 68. Poder calorífico de cada muestra de carbón	204
Figura 69. Porcentaje de humedad de cada muestra de carbón	211
Figura 70. Porcentaje de cenizas - carbón	212
Figura 71. Porcentaje de material volátil para cada muestra de carbón	212
Figura 72. Porcentaje de carbono fijo - carbón	213
Figura 74. Porcentaje de azufre sector textil - carbón	214
Figura 74. Poder calorífico sector textil para cada muestra de carbón	214
Figura 75. Análisis promedio de Aromáticos suministrado por Ecopetrol para gasolina motor.	218
Figura 76. Análisis promedio de Benceno suministrado por Ecopetrol para gasolina motor.	219
Figura 77. Análisis promedio de Aromáticos suministrado por Ecopetrol para gasolina extra.	220
Figura 78. Análisis promedio de Benceno suministrado por Ecopetrol para gasolina extra.	220
Figura 79. Contenido Aromáticos suministrado por Ecopetrol para gasolina extra.	221
Figura 80. Contenido de Benceno suministrado por Ecopetrol para gasolina extra.	222
Figura 81. Contenido de azufre suministrado por Ecopetrol para Diesel.	222
Figura 82. Interpretación de los gráficos de control	225
Figura 83. Control estadístico para análisis de aromáticos suministrado por Ecopetrol para gasolina extra	226
Figura 84. Control estadístico para análisis de azufre suministrado por Ecopetrol para Diesel	227

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de carbones según el rango	23
Tabla 2.	Esquematiza la metodología para la determinación de cenizas	26
Tabla 3.	Poder calorífico superior promedio de algunos carbones colombianos.	27
Tabla 4.	Composición promedio para diferentes carbones colombiano	29
Tabla 5.	Requisitos de calidad de las gasolinas colombianas (Res. 898/95)	36
Tabla 6.	Requisitos de calidad del combustible diesel (ACPM) (Res. 898/95)	36
Tabla 7.	Contenido de Azufre en Combustibles Líquidos (Res 1180 de 2006)	37
Tabla 8.	Estándares para la gasolina básica (Res. 1180 de 2006)	37
Tabla 9.	Requisitos de calidad del combustible diesel corriente y sus mezclas con biocombustibles	38
Tabla 10.	Niveles máximas permisibles para contaminantes criterio establecidos por el Artículo 4 de la Resolución 601 de 2006.	41
Tabla 11.	Niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos establecidas por el Artículo 5 de la Resolución 601 de 2006.	41
Tabla 12.	Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994	42
Tabla 13.	Niveles máximos de los principales agentes tóxicos en combustibles de acuerdo al CAA	42
Tabla 14.	Límites máximos de azufre (%p) para los países de la Comunidad Europea de acuerdo al EC-CEM.	43
Tabla 15.	Especificaciones Diesel para Chile	43
Tabla 16.	Normativa diesel para el resto de Chile.	44
Tabla 17.	Normativa gasolinas RM (PPDA) Chile	44
Tabla 18.	Nueva normativa para gasolinas resto país de Chile	45
Tabla 19.	Cuadro comparativo sobre el contenido de azufre en (ppm) en el diesel en algunos países Latinoamericanos	45
Tabla 20.	Normatividad para diesel en otros países	46
Tabla 21.	Normatividad para diesel en Asia, Unión Europea y Estados Unidos	46
Tabla 22.	Calidad del carbón mineral o sus mezclas para la utilización como combustible. Fecha de vigencia: enero 1 de 1998 hasta enero 1 de 2003	47
Tabla 23.	Cronograma mejoramiento calidad combustibles Medellín-Valle de Aburrá, Medellín, 22 de mayo de 2008	48
Tabla 24.	Dimensiones del beaker o botella de acuerdo al peso de la muestra	64
Tabla 25.	Empresas muestreadas para combustible líquidos	76
Tabla 26.	Empresas muestreadas para combustible Industriales	80
Tabla 27.	Muestreo de Combustibles Líquidos	82
Tabla 28.	Muestreo de Combustibles Industriales	97
Tabla 29.	Número de incrementos para suministros de hasta 100 ton según normas ISO	102
Tabla 30.	Número de incrementos en lotes hasta 1.000 toneladas, según normas ISO (Tomada de Ramírez, 1993)	106

Tabla 31.	Número y peso de incrementos para propósitos generales (ASTM D-2234)	107
Tabla 32.	Resultados contenido de gomas en gasolinas	114
Tabla 33.	Resultados contenido de azufre en gasolinas	121
Tabla 34.	Resultados contenido de benceno en gasolinas	128
Tabla 35.	Resultados contenido de aromáticos en gasolinas	135
Tabla 36.	Resultados contenido de azufre en diesel	144
Tabla 37.	Resultados contenido de aromáticos en diesel	151
Tabla 38.	Resultados contenido de agua por destilación en Combustibles industriales	159
Tabla 39.	Resultados contenido de agua y sedimentos en combustibles industriales	162
Tabla 40.	Resultados contenido de cenizas en Combustibles industriales	166
Tabla 41.	Resultados contenido de residuo carbonoso en Combustibles industriales	170
Tabla 42.	Resultados contenido de azufre en Combustibles industriales	174
Tabla 43.	Resultados análisis de carbones	177
Tabla 44.	Resultados análisis carbones	179
Tabla 45.	Comparativo de cumplimiento del Pacto por la calidad del Aire en Diesel	191
Tabla 46.	Número de empresas muestreadas por municipio	199
Tabla 47.	Muestreo de Carbón en empresas por municipios	205
Tabla 48.	Clasificación de las empresas según el sector productivo	207
Tabla 49.	Clasificación de las empresas según el tipo de industria	210
Tabla 50.	Empresas que no cumplieron - gasolinas	215
Tabla 51.	Empresas que no cumplieron - combustibles industriales	215
Tabla 51.	Comparación de resultados entre el 2008 y el 2009.	216

INTRODUCCIÓN

Este documento corresponde al informe final del Convenio Marco No. 392 de 2009 celebrado entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín cuyo objeto fue “Evaluar la Calidad de los Combustibles usados (Gasolina Extra, Corriente, Diesel, Mezclas de Combustibles Líquidos y Sólidos) en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá”.

En este informe se presenta la metodología de muestreo empleada, los puntos de muestreo de combustibles líquidos y sólidos (gasolina corriente, gasolina extra, diesel, combustible industrial, carbón y mezclas solidas) en las estaciones de servicio de la ciudad, empresas y sitios de distribución.

Adicionalmente, se presenta la normatividad empleada para el control de calidad de los combustibles líquidos antes mencionados y algunas estrategias para el mejoramiento de calidad

Los productos entregados son:

- Informe de la calidad de los combustibles suministrados por ECOPELROL realizando comparaciones entre los resultados del estudio, los informes de ECOPELROL y la normatividad.
- Protocolos de muestreo y custodia de las muestras.
- Conceptos técnicos que le permitan a la autoridad Ambiental contar con criterio técnico para realizar el control sobre los diferentes mayoristas y distribuidores de cada uno de estos combustibles, con el fin de contribuir a la disminución del impacto ambiental negativo, generado por las emisiones atmosféricas provenientes del uso de combustibles fósiles.
- Finalmente se presentan las conclusiones acerca de los hallazgos y las recomendaciones para futuros proyectos.
- Medidas que lleven a la reducción de los contaminantes: benceno y azufre.

1. OBJETIVOS

Los objetivos desarrollados en el proyecto son los siguientes:

1.1 OBJETIVO GENERAL

Aunar esfuerzos entre el Área y la Universidad Nacional para evaluar la calidad de los combustibles usados (gasolina extra, corriente, diesel, mezclas de combustibles líquidos y sólidos) en el Área Metropolitana del Valle de Aburra.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos desarrollados en el proyecto son los siguientes:

- Verificar la calidad y características de la gasolina, el diesel, mezclas de combustibles líquidos y sólidos, en plantas mayoristas, sitios de distribución, e industrias.
- Analizar la normatividad Colombiana actual al respecto de calidad de combustibles y su cumplimiento en el A.M.V.A.
- Actualizar la metodología aplicable al control de calidad de los combustibles en el Valle de Aburra.
- Establecer las herramientas técnicas necesarias para la interpretación de los resultados de laboratorio tendientes a caracterizar y evaluar la calidad de los diferentes combustibles.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD.

A continuación se presenta una breve descripción de las principales características, fuentes de emisión y efectos en la salud del dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno, el ozono, los BTX (benceno, tolueno y xilenos) y las partículas sedimentables, contaminantes evaluados con técnicas de monitoreo pasivo en el presente estudio.

2.1.1 Dióxido de azufre. El dióxido de azufre es un gas incoloro, de olor acre, soluble en agua, reactivo e irritante para el sistema respiratorio y conduce, con una exposición de larga duración, al incremento de enfermedades de las vías respiratorias como la bronquitis. En períodos cortos de exposición puede producir cambios en la función pulmonar en asmáticos (OMS, 2004).

El dióxido de azufre proviene de la combustión de combustibles fósiles tales como del carbón sulfurado y de los gases de escape de los vehículos que funcionan con diesel. La quema de leña es otra fuente antropogénica de éste contaminante. Los volcanes son una fuente natural del dióxido de azufre.

El dióxido de azufre es una sustancia que contribuye en la formación de la lluvia ácida. La oxidación del SO_2 genera SO_3 que rápidamente experimenta la hidratación para formar ácido sulfúrico. El monitoreo a largo plazo con métodos pasivos permite hacer un seguimiento de la contaminación en sistemas ecológicos sensibles.

En ciudades de países en desarrollo, las concentraciones medias anuales de dióxido de azufre en el aire ambiental pueden variar de niveles muy bajos a $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones pico medidas como promedios de diez minutos pueden ser mayores de $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en condiciones de poca dispersión atmosférica como las inversiones o cuando determinadas condiciones atmosféricas llevan las emisiones al nivel del suelo. El SO_2 también puede alcanzar altas concentraciones en algunos ambientes interiores a través del uso de combustibles que contienen azufre, como el carbón usado para la calefacción y la cocina (OMS, 2004).

2.1.2 Dióxido de nitrógeno. El dióxido de nitrógeno es un gas tóxico, relativamente insoluble en agua. Éste gas puede inhalarse en grandes cantidades y penetrar a las vías respiratorias inferiores del pulmón, lo que puede generar respuestas biológicas y generar enfermedades respiratorias. Al igual que el SO_2 , los individuos que padecen de asma son más susceptibles de desarrollar una respuesta de constricción bronquial. Se ha comprobado que el dióxido de nitrógeno es unas cuatro veces más tóxico que el

monóxido de nitrógeno; presenta toxicidad cruzada con el ozono y de ahí su importancia toxicológica al formar nitratos de peracilo (Capó Martí, 2002).

Su origen puede ser natural, ya que se forma en las tempestades y erupciones volcánicas. Las fuentes antropogénicas son el tráfico motorizado, principalmente por la combustión en motores diesel, así como los fuegos domésticos y procesos industriales de combustión.

El dióxido de nitrógeno juega un papel importante como precursor en la formación de ozono y oxidantes, que son también tóxicos. El NO₂ es un contaminante tanto primario como secundario. Los vehículos automotores emiten NO y NO₂. En la atmósfera, el NO se oxida y se transforma a dióxido lentamente en reacción con el oxígeno, pero rápidamente en reacción con el O₃. Esto explica las bajas concentraciones de O₃ que generalmente se observan cerca de las fuentes de óxido de nitrógeno.

Las concentraciones ambientales de NO₂ en el aire son variables. Las concentraciones naturales de fondo en el aire ambiental pueden ubicarse en el rango de menos de 1 µg/m³ a más de 9 µg/m³. Las concentraciones anuales medias en el aire ambiental urbano pueden variar entre 20 y 90 µg/m³ con concentraciones máximas de 75 a 1.000 µg/m³ por hora. Las concentraciones de NO₂ en interiores pueden alcanzar concentraciones promedio de 200 µg/m³ durante varios días, con concentraciones máximas de 2.000 µg/m³ por hora en los casos en que hay dispositivos de calefacción de gas con poca ventilación (OMS, 2004).

2.1.3 Ozono. El ozono es una forma alotrópica del oxígeno en condiciones normales, es un gas relativamente insoluble en agua, de color azulado y de olor picante. Es un gas tóxico irritante para los ojos y las vías respiratorias y que tiene un efecto fitotóxico importante.

En contraste con el SO₂ y el NO₂, hay muy poca diferencia en la respuesta de la función pulmonar entre los asmáticos y los individuos sanos. No obstante, todavía no se ha llegado a comprender la gran variabilidad de las respuestas individuales (OMS, 2004).

Es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera a partir de la reacción de los óxidos de nitrógeno con la luz solar y por oxidación de los hidrocarburos. Puede ser originado por descargas eléctricas, Rayos X, radiaciones UVA, arcos voltaicos (Capó Martí, 2002).

Es un constituyente normal del aire, cuya concentración aumenta con la altura, puesto que en las capas altas de la atmósfera es formado más intensamente por la acción de los rayos ultravioleta sobre el oxígeno. Cerca del suelo, su concentración es muy variable, pero podemos señalar que en ambientes limpios varía entre 40 y 80 µg/m³, mientras que en ambientes muy contaminados puede tomar dos caminos: o desaparecer por reaccionar con los hidrocarburos o alcanza proporciones peligrosas formando la niebla oxidante, con concentraciones que llega hasta 1.000 µg/m³ (Capó Martí, 2002).

2.1.4 Compuestos orgánicos volátiles BTXs (benceno, tolueno, xilenos). Los hidrocarburos juegan un papel importante en los procesos fotoquímicos en la atmósfera y contribuyen en la formación de ozono. Los BTX, son compuestos aromáticos que están naturalmente en los crudos de los cuales provienen la gasolina y el diesel, también se adicionan a la gasolina para aumentar su octanaje y se emiten a la atmósfera por la combustión de dichos combustible. Los compuestos aromáticos presentan propiedades tóxicas, cancerígenas, mutagénicas y anestésicas.

El benceno es un componente que tiene gran importancia toxicológico para el hombre por sus efectos cancerígenos, puede generar efectos en la salud como leucemia en trabajadores expuestos. La concentración ambiental promedio varía de 5 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS, 2004). Los estudios realizados en el Valle de Aburrá muestran promedios que varían de 3.6 en el norte a valores cercanos a 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el centro y sur del valle (Zapata et al, 2008).

El tolueno, agente utilizado a menudo como disolvente, es un elemento volátil que tiene efectos en el sistema nervioso central de trabajadores y es causante de malos olores. La concentración ambiental promedio varía de 5 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS, 2004).

Los xilenos, en particular el m-xileno, es un elemento activo fotoquímicamente en la formación de ozono, se ha comprobado los efectos en el sistema nervioso central en humanos voluntarios, neurotoxicidad en ratas y malos olores. Concentración ambiental promedio entre 1 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS, 2004).

2.2 COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

El petróleo (del griego petrus: piedra y oleum: aceite) es una mezcla compleja de numerosos hidrocarburos líquidos y sólidos, que pueden alcanzar hasta 50 átomos de carbono por molécula. (Enciclopedia Encarta, 2003)

Su importancia en la época moderna es inevitable basta considerar que es la principal fuente de combustible para todo tipo de transporte. Pero además, muchas otras industrias dependen en buena parte del petróleo: caucho, plásticos, insecticidas, pavimentos, medicinas, pinturas, abonos, solventes y muchos otros materiales son posibles gracias a la industria petroquímica. (Enciclopedia Encarta, 2003)

Además, con el paso del tiempo se incrementa la población, se aumenta la demanda y hay proliferación de fábricas que requieren para su producción el consumo de materias primas y combustibles. Esta ha sido una de las causas que ha llevado al agotamiento de las reservas que hasta el momento se habían descubierto; tal situación ha inducido a buscar nuevas fuentes de abastecimiento para ser utilizado en reemplazo de combustibles costosos. (Enciclopedia Encarta, 2003)

Origen y estado natural: La teoría más aceptada en la actualidad acerca del origen del petróleo indica que este proviene de la descomposición de la materia animal y vegetal de origen marino y gracias a la acción de microorganismos anaeróbicos. Este proceso ocurrido en épocas sumamente remotas, quizá tanto como quinientos millones de años. (Enciclopedia Encarta, 2003)

El petróleo se encuentra en acumulaciones en el subsuelo, en terrenos sedimentarios de origen marino, aprisionado entre capas impermeables y embebido en capas porosas (principalmente de areniscas), junto con gases y aguas salinas. (Enciclopedia Encarta, 2003)

Por lo general estas acumulaciones se forman en las partes convexas de los pliegues, que se denominan anticlinales, las partes cóncavas se conocen como sinclinales.

Composición del crudo: La composición del petróleo crudo varía ampliamente según su fuente, pero en todos los casos sus principales componentes son los hidrocarburos saturados.

Se presentan también altas proporciones de hidrocarburos aromáticos e igualmente pequeñas cantidades de compuestos oxigenados y sulfurados. (Enciclopedia Encarta, 2003)

Destilación primaria del petróleo: El petróleo crudo no tiene casi ninguna aplicación por lo cual, después de las operaciones de exploración y explotación, se somete a procesos de destilación y de refinación para obtener fracciones o productos de mayor utilidad. Todas estas operaciones se realizan en las denominadas refinerías. (Enciclopedia Encarta, 2003)

La primera operación que se verifica en una refinería es una destilación fraccionada que se lleva a cabo en grandes torres y que se evapora el petróleo en varias fracciones, como gases (GLP), gasolina, queroseno, gasóleo, aceites lubricantes, cera de parafina, asfalto.

Combustión: La combustión es el acto o proceso de quemar, dando como resultado una rápida oxidación de un combustible acompañado por calor y usualmente luz. (Enciclopedia Encarta, 2003)

Teóricamente la combustión estequiométrica se realiza con una cantidad exacta de oxígeno que lleva el combustible a su más alto grado de oxidación. En la práctica esta combustión no ocurre dada la imposibilidad de mezcla y contacto físico perfecto entre las moléculas de combustible y de oxígeno. (Enciclopedia Encarta, 2003)

2.2.1 Importancia de las pruebas de laboratorio que se realizan a los combustibles líquidos en este proyecto.

- **Agua por Destilación. agua y sedimentos.** Este método cubre la determinación del contenido de agua en el petróleo y sus derivados, como jet - A1, fuel oil's, diesel, entre otros.

Un conocimiento del contenido de agua en estos productos es importante en el refinado, venta, transferencia de productos y su disposición final. El agua en estos productos puede resultar peligrosa y además, restar eficiencia en el proceso mismo de la combustión. Por ejemplo, combustibles para caldera (Crudos, Fuel Oil) que tengan cantidades considerables de aguas pueden causar que se presenten explosiones dentro de la caldera y por ende, afectar el funcionamiento de esta. Otro ejemplo es cuando se presenta agua en el combustible para turbinas (Jet – A1), debido a las bajas temperaturas que alcanzan los aviones cuando están en vuelo: si el combustible contiene agua, se puede congelar obstruyendo los ductos que dan paso al combustible del tanque de almacenamiento a la turbina.

- **Agua y sedimentos.** Esta prueba determina el contenido de agua y sedimentos por el método de la centrifuga. Es el método más utilizado para la determinación de agua y sedimentos.

La determinación de la cantidad de agua y sedimentos se requiere para definir exactamente el volumen neto del petróleo crudo en ventas, impuestos, cambios e inventarios. Además, una cantidad excesiva de agua y sedimentos en el combustible es dañina porque causa corrosión y fallas en los equipos, problemas en procesamiento y transporte, e incumplir regulaciones municipales, ambientales y nacionales.

- **Cenizas en Productos del Petróleo.** Este método describe un procedimiento para determinar el contenido de cenizas del petróleo, Fuel Oil's, aceites lubricantes y otros derivados de este.

Las cenizas son un conjunto de sales minerales obtenidas como residuo de la combustión de sustancias orgánicas. Estas son consideradas como impurezas indeseables y a la vez contaminantes, debido a que estas partículas son liberadas a la atmósfera, lo cual aumenta el material particulado emitido a la atmósfera y causar graves inconvenientes para la salud humana. Estas partículas son de un tamaño muy pequeño que pueden ingresar a los pulmones y causar enfermedades. Por esta razón, las autoridades ambientales, a nivel mundial y nacional, han implementado regulaciones estatales y/o municipales que limitan las emisiones de este tipo de partículas. En el ámbito industrial, la presencia de cenizas en calderas, hace necesario un mantenimiento intensivo para retirarlas, lo cual genera pérdida de tiempo y por ende de producción, originando mayores costos de operación.

- **Contenido de Azufre.** Este método cubre la determinación del contenido del azufre en el petróleo crudo y sus derivados. Es aplicable a cualquier producto del petróleo suficientemente bajo en volátiles que pueda ser pesado con precisión en un recipiente abierto y que contenga al menos 0.1% de azufre.

La determinación del contenido de azufre en estos productos permite saber de manera indirecta la cantidad de dióxido de azufre que puede producirse cuando estos se someten a combustión. El dióxido de azufre es un contaminante atmosférico para los seres humanos y para el medio ambiente generando la lluvia ácida. Un contenido alto de azufre lleva al desgaste temprano de los equipos y tanques donde se almacena el producto por efectos de la corrosión incrementando costos de mantenimiento y operación.

- **Contenido de Gomas.** Cubre la determinación del contenido de gomas de algunos productos del petróleo como gasolinas (extra, corriente y aviación) y Turbocombustible Jet - A1.

Todos estos productos presentan hidrocarburos insaturados. En términos generales, esto significa su tendencia a combinarse con otros materiales tales como el oxígeno del aire y el nitrógeno. Esta combinación produce compuestos insolubles en el combustible llamados gomas. Un exceso en el contenido de estas tiene como consecuencia depósitos en el sistema de combustibles, en los cilindros y alrededor de las válvulas del motor. Como se ve, estos depósitos, restan eficiencia a todo tipo de motores.

- **Residuo Carbonoso Conradson.** Este método determina la cantidad de residuo carbonoso del petróleo y sus productos como, fuel oil's, diesel, turbocombustible jet – A1, entre otros. En general, este método es aplicable a productos no volátiles.

La prueba de residuo carbonoso Conradson determina la tendencia de un combustible a formar depósitos durante su evaporización a condiciones controladas. Estos depósitos son indeseados, ya que si aparecen en los motores de combustión interna, quedarían residuos en la cámara de combustión causando mal funcionamiento y daños al motor. Otro ejemplo, es el de los combustibles para caldera, si el producto usado para la combustión presenta alto contenido de residuo carbonoso, estos depósitos se acumulan y es necesario detener la operación para limpiarlos incrementando el tiempo y costos de mantenimiento. Además, de sumar los daños operacionales como desgaste a equipos. Este residuo carbonoso incrementa las emisiones de material particulado a la atmósfera originando impactos directos sobre la calidad del aire.

2.3 COMBUSTIBLES SÓLIDOS

2.3.1 Generalidades. El carbón es un combustible orgánico no homogéneo, el cual se originó a partir de los restos en descomposición de materia vegetal. Es el combustible fósil más utilizado en la generación de vapor, por su amplia disponibilidad y bajo costo. Provee

más de un cuarto de las necesidades energéticas del mundo y sus reservas exceden a las reservas disponibles de gas y petróleo.

El carbón varía ampliamente su composición. Estas diferencias en el rango se deben a los diferentes agentes que intervienen en el proceso de formación o carbonificación.

Los materiales orgánicos producen calor cuando se oxidan y la materia mineral permanece como un residuo llamado cenizas. El Char o coque es la masa residual con alto contenido de carbono, poco oxígeno e hidrógeno y que contiene aún algo de nitrógeno, azufre y la mayor parte de la materia mineral que queda después de la liberación de los volátiles presentes en el carbón.

2.3.2 Formación. El precursor del carbón fue la turba. Ésta se formó mediante la acción bacteriana y química sobre los desechos de plantas. Las acciones subsiguientes del calor, la presión y otros fenómenos físicos transformaron la turba en las diversas clases de carbón que se conocen en la actualidad. El desarrollo evolutivo de la flora, el clima y la posición geográfica y estructural de la región son los factores que afectan la formación de la turba y por lo tanto, del carbón.

2.3.3 Clasificación. Algunas propiedades de los carbones han sido propuestas como base para realizar una clasificación. Entre ellas se incluyen la composición, la capacidad calorífica, la estructura, criterios físicos tales como el tamaño o la apariencia y la reacción durante su uso o cuando se expone a condiciones específicas.

La más común de estas clasificaciones es la establecida por la American Society of Testing Materials (ASTM), la cual se basa en el contenido de carbono fijo y el poder calorífico, calculado para una base libre de material mineral. Los carbones de categoría más baja se clasifican según su poder calorífico, sobre una base húmeda libre de material mineral. El índice de aglomeración se utiliza para establecer diferencias entre grupos adyacentes.

La categoría o rango designa el estado alcanzado por un carbón en el curso de la carbonificación: aumenta cuando incrementa la cantidad de carbono fijo y disminuye la cantidad de material volátil y humedad. Los rangos de carbón van desde lignitos, que contienen 30% de carbono fijo, pasando luego a sub-bituminosos, posteriormente bituminosos y finalmente antracitas, que contienen alrededor de 92%.

La tabla 1 contiene los datos de la clasificación de los principales tipos de carbón según el rango.

Tabla 1. Clasificación de carbones según el rango

Clase	Grupo	Carbono fijo % ¹	Poder calorífico ² (cal/gr)
Antracita	Meta-antracita	>98	
	Antracita	92-98	
	Semi-Antracita	86-92	
Sub-Bituminoso	Sub-Bituminoso A	<69	5380-6380
	Sub-Bituminoso B	<69	5280-5830
	Sub-Bituminoso C	<69	4610-5280
Lignito	Lignito A	<69	3500-4610
	Lignito B	<69	3500

¹ Base seca libre de cenizas-² Base húmeda libre de cenizas

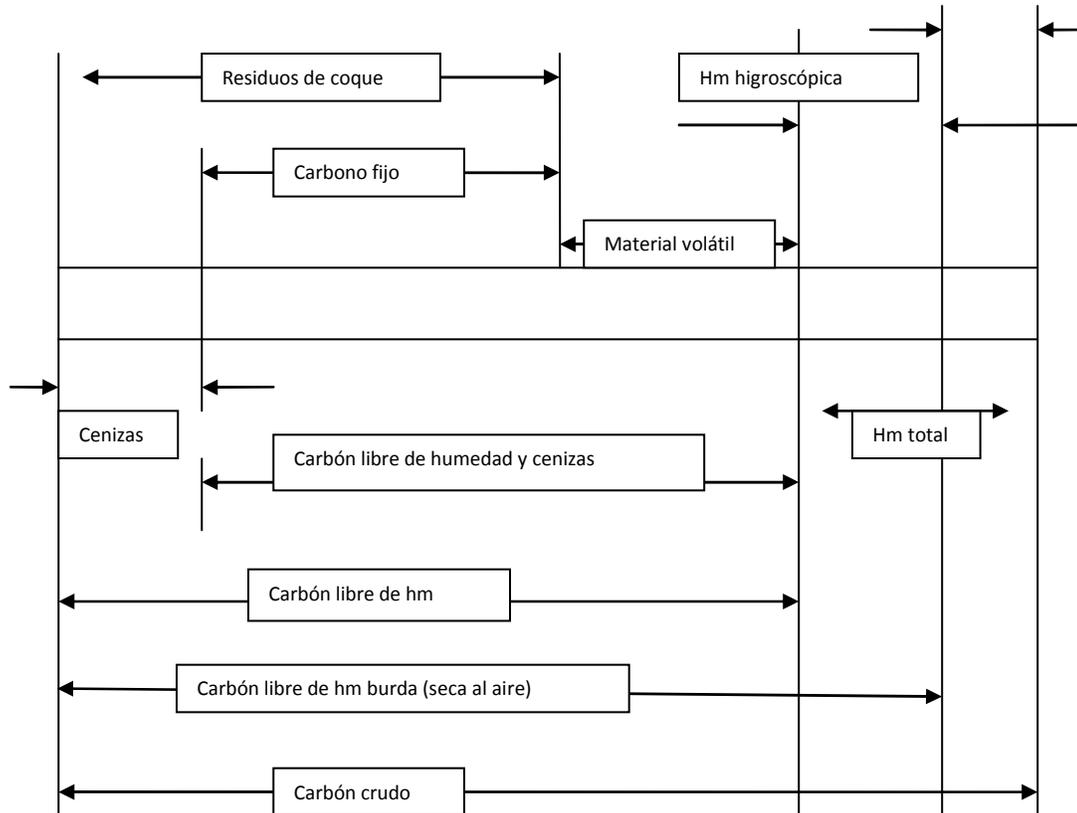
Fuente: Calderas a carbón, Universidad Pontificia Bolivariana-Ecocarbón, 1998.

Dentro de los tipos de carbones se pueden diferenciar los carbones térmicos y metalúrgicos. Los térmicos se utilizan para generar calor en procesos industriales se clasifican e comercialmente por su poder calorífico, cantidad de carbono, ceniza, humedad y azufre. Los carbones metalúrgicos son utilizados para reducción de minerales en procesos metalúrgicos y se clasifican comercialmente por su capacidad aglomerante, contenido volátil, ceniza y azufre.

2.3.4 Análisis. Con el análisis se evalúan las características físicas, químicas y petrográficas del carbón. Es necesario, para evitar problemas en su manejo y tratamiento, reducir los posibles daños en los equipos, disminuir el impacto ambiental, planear y controlar la exploración y determinar los tipos de carbones que se adapten mejor a las necesidades y determinar los tipos de carbones que se adapten mejor a las necesidades de uso industrial y tecnológico.

Generalmente se utilizan dos tipos de análisis para el carbón (ver figura 1): el análisis próximo y el análisis último, ambos expresados en porcentaje en peso. Para el manejo, interpretación y utilización de los carbones es necesario relacionar el análisis de un carbón a un estado o base determinada, libre de sustancias incombustibles, tales como agua y material mineral. En el Análisis próximo se identifica el grado de carbonificación. Da información del comportamiento durante el calentamiento, es decir, cuanto del carbón permanece fijo y cuánto se transforma en materiales volátiles. Además, se reportan datos de humedad, contenido de cenizas y poder calorífico.

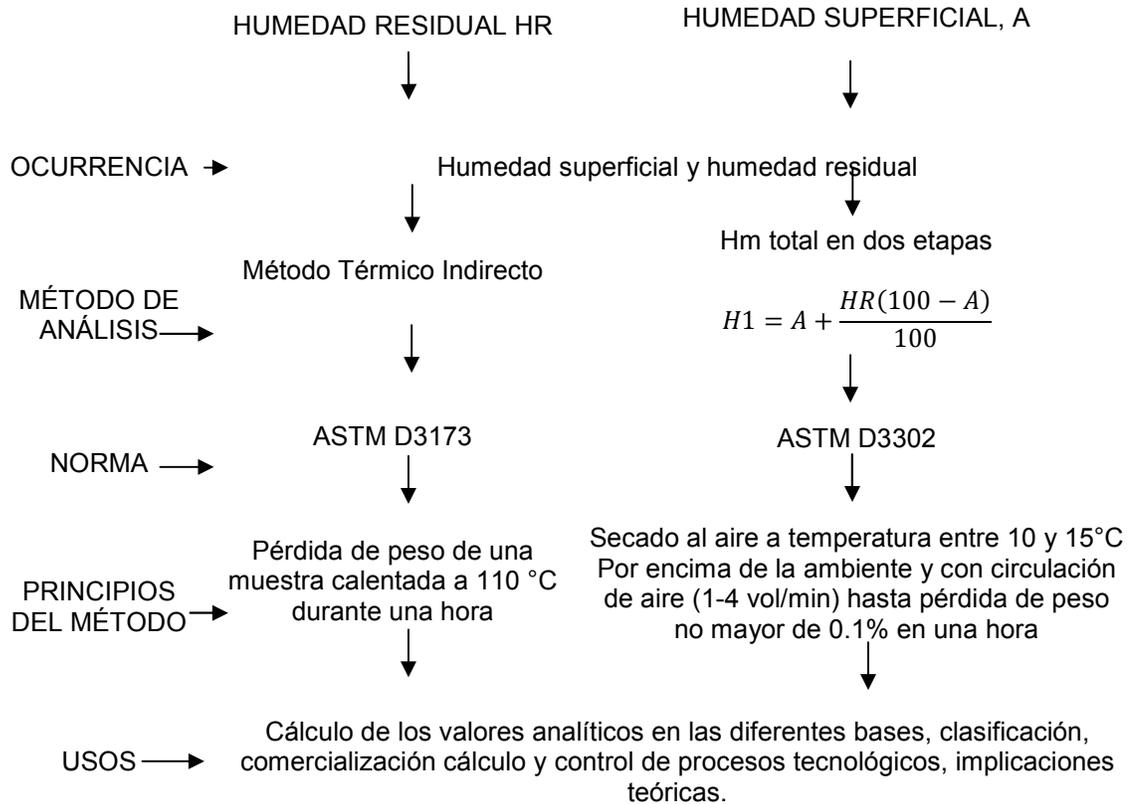
Figura 1. Calderas a carbón.



Fuente: Universidad Pontificia Bolivariana-Ecocarbón, 1998.

- **Humedad.** Existen varias formas de humedad en el carbón: Total, superficial, residual y de equilibrio (ver figura 2). La humedad superficial se pierde cuando el carbón se seca al aire; la humedad residual es aquella que contiene un carbón seco a la atmósfera del laboratorio y que se pierde a la temperatura de 106°C; la humedad de equilibrio es la cantidad de humedad que un carbón puede retener a 30°C y una humedad relativa entre 96 y 97%. La humedad total es la suma de la residual y la superficial.

Figura 2. Método usado para determinar la humedad



Fuente: Calderas a carbón, Universidad Pontificia Bolivariana-Ecocarbón, 1998.

- **Material volátil.** El material volátil es la porción que se separa como gas cuando el carbón es calentado. Está compuesto por hidrocarburos y otros gases resultantes de la descomposición y destilación. Ver figura 3.
- **Cenizas.** La ceniza es el material mineral no combustible, cuya proporción depende del tipo de explotación del carbón en la mina.

Figura 3. Método usado para determinar material volátil

OCURRENCIA	→	<p>Agua, H₂, Cl₂, CO₂, CO, H₂S, CH₄, C₂H₆. Aromáticos, compuestos orgánicos, oxigenados y sulfurados, alquitranes. Todos estos compuestos son productos de descomposición y no se encuentran como tales en el carbón.</p>
NORMA	→	ASTM D3175 – 89a
PRINCIPIO DEL MÉTODO	→	<p>Calentamiento rápido de 1 gr. De muestra a 950 °C durante 7 minutos en condiciones controladas</p>
USOS	→	<p>Parámetro de clasificación Escogencia del equipo adecuado para la combustión de carbones</p>

Fuente: Calderas a carbón, Universidad Pontificia Bolivariana-Ecocarbón, 1998.

Tabla 2. Esquematiza la metodología para la determinación de cenizas

OCURRENCIA	→	<p>La ceniza proviene de la materia mineral del carbón que en las condiciones de incineración sufre algunos cambios: pérdida de agua de hidratación, descomposición de carbonatos, piritas, fijación del SO₃ desprendido</p>
NORMA	→	<p>ASTM D3174 – 93</p>
PRINCIPIO DEL MÉTODO	→	<p>Determinar el peso del residuo de la combustión de 1 gr de carbón, a 750°C, con circulación de aire, hasta peso constante.</p>
USOS	→	<p>Evaluación del contenido de materia mineral, cálculo de valores analíticos en base libre de ceniza, preparación del carbón, escogencia de equipos, escogencia del método de lavado, contratos comerciales, parámetro importante en los procesos de combustión y residuos, determinación de que se van a generar.</p>

Fuente: Calderas a carbón, Universidad Pontificia Bolivariana-Ecocarbón, 1998.

- **Carbono Fijo.** El carbono fijo de un carbón se incrementa con el rango. Es la parte de la muestra que no es volátil y que se oxida en estado sólido exento de volátiles. El carbono fijo se encuentra en el residuo de coque o char, luego de determinada la materia volátil; si a este residuo se le quitan las cenizas se obtiene el carbono fijo. El porcentaje de carbono fijo no se obtiene pesando el residuo sino por diferencia, una vez conocidas la humedad, las cenizas y el material volátil.
- **Poder Calorífico.** El poder calorífico del carbón es la energía total liberada durante el proceso de la combustión, partiendo de reactivos (Carbón + aire), en condiciones de 298°K y una atm de presión, utilizando relaciones estequiometrias de los reactivos. Esta cantidad de energía es a máxima posible que puede generar un determinado carbón ver tabla 3.

Tabla 3. Poder calorífico superior promedio de algunos carbones colombianos.

Región	Poder calorífico superior	
	Kcal/Kg	BTU/lb
Antioquia y antiguo Caldas	6061	10910
Valle del Cauca, sector Yumbo – Suárez	5369	9663
Boyacá, área Sogamoso – Jericó	6889	12401
Cundinamarca – proyecto Termoyumbo IV	7330	13194
Cesar, área la Jagua	6981	12566
Cerrejón, Zona Central	6778	12200
Córdoba, La Escondida – San Jorge	4544	8180
Norte de Santander, Fm. Carbonera	6646	11963

Fuente: Calderas a carbón, Universidad Pontificia Bolivariana-Ecocarbón, 1998.

La energía total liberada puede darse de dos maneras: una de ellas denomina poder calorífico superior, y se refiere a la máxima energía posible liberada cuando el agua generada por la combustión y la del combustible sale del reactor en forma líquida. Cuando el agua sale en forma de vapor es porque parte del total de energía del combustible se gastó en vaporizarla y por lo tanto se habla de poder calorífico inferior o energía neta posible a entregar por el combustible. Existen unas fórmulas teóricas que permiten el cálculo del poder calorífico superior e inferior con base en el análisis último del carbón (Fórmula de Dulóng).

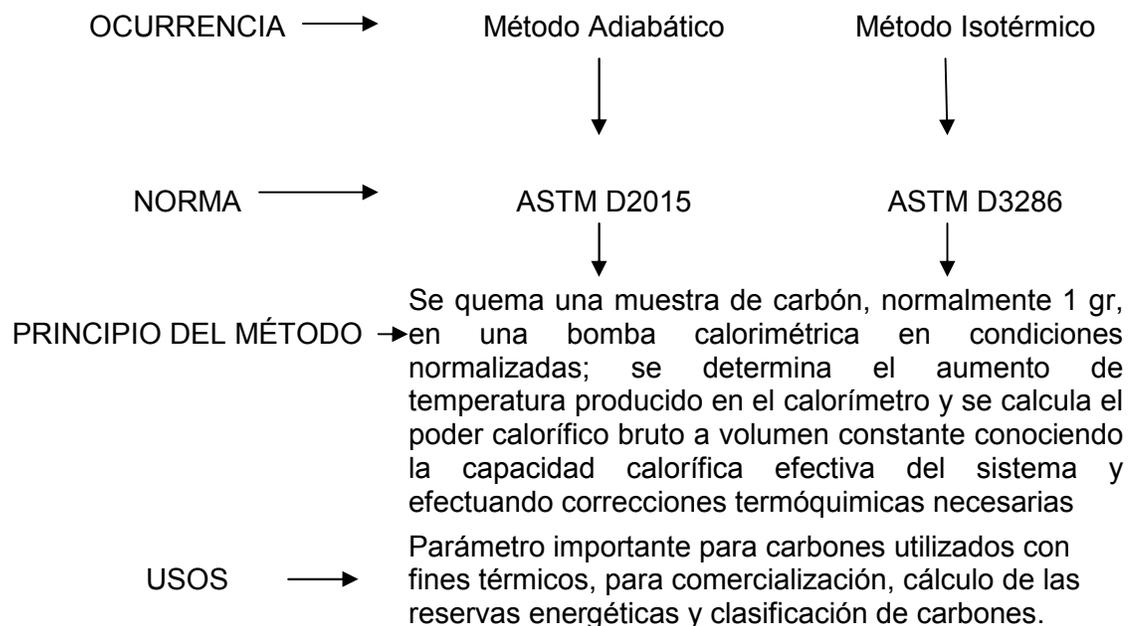
$$PCS = 80.8(\%C) + 344 \left(\%H \frac{\%O}{8} \right) + 22.2(\%S) \frac{kcal}{Kg \text{ carbón}}$$

$$PCI = PCS - 5.85 \left(9 \frac{\%H}{100} + \frac{\%Humedad}{100} \right) \left(\frac{Kcal}{Kg \text{ carbón}} \right)$$

Donde %C, %H, %O, %S, son los porcentajes máxicos del análisis último.

El poder calorífico del carbón está afectado negativamente por varios factores, como la humedad y las cenizas y positivamente se ve favorecido si el contenido de hidrógeno es alto. En la figura 4 se ilustra el método utilizado para determinar el poder calorífico superior del carbón.

Figura 4. Esquema Ilustrativo para determinar el poder calorífico del carbón



Fuente: Calderas a carbón, Universidad Pontificia Bolivariana-Eco carbón, 1998.

- **Carbono.** Forma compuestos orgánicos aromáticos y alifáticos. Su valor se utiliza para el cálculo de balances térmicos. El análisis de carbono incluye el carbono fijo y el contenido de carbono en los volátiles. En la combustión completa, todo el carbón se transforma en CO₂.
- **Hidrógeno.** Se encuentra presente en el carbón formando compuestos orgánicos aromáticos y alifáticos, en los hidratos y los silicatos; y en la humedad disminuye con el grado de carbonificación. Todo el hidrógeno presente en el carbón se oxida a H₂O y se presenta como vapor en los gases de combustión.

- **Nitrógeno.** Se presenta en el carbón formando compuestos orgánicos estables. Se debe conocer su porcentaje para evaluar el impacto ambiental generado por cada tipo de carbón.

Se encuentra formando parte constitutiva de los minerales y como compuesto orgánico.

- **Oxígeno.** Se le encuentra combinado orgánicamente y en compuestos inorgánicos, tales como agua, silicatos, carbonatos, óxidos y sulfatos. Se calcula por diferencia. El contenido de oxígeno sirve como una medida del rango del carbón. Carbones de bajo rango contienen mayor proporción de oxígeno que carbones de alto rango.

Tabla 4. Composición promedio para diferentes carbones colombiano

		REGIÓN							
		Antioquia y antiguo Caldas	Valle del Cauca (1)	Boyacá (2)	Cundina marca (3)	Cesar (4)	Cerrejón (5)	Córdoba (6)	Norte de Santander (7)
Análisis Próximo	%Hm de equilibrio	10.1	2.09	5.19	3.91	7.31	8.2	17	3
	%Cenizas	9.12	30.49	11.55	10.19	5.28	8.3	17	16.35
	%Material Volátil	37.97	27.29	35.36	28.38	35.6	34	33.7	35.73
	Carbono Fijo	42.81	40.15	47.89	57.52	51.81	49.5	32.3	44.92
Análisis último	% C	66.07	60.89	66.41	79.33	72.56	66.9	47.9	77.64
	% H	4.93	4.55	5.04	5.03	5.47	3.8	4.8	6.12
	% N	1.46	1.15	1.5	1.69	1.64	1.3	1.2	1.69
	% O	12.77	3.83	10.19	4.77	8.02	10.8	10.6	5.65
	% S	0.63	2.7	1.4	0.84	0.62	0.66	1.5	0.82

(1)Sector Yumbo-Suárez; (2) Sector Sogamoso-Jericó; (3) Proyecto Termo-Yumbo IV; (4) Sector de la Jagua; (5) Zona Central; (6) Sector la Escondida-San Jorge; (7) FM-Carbonera.

Fuente: Calderas a carbón, Universidad Pontificia Bolivariana-Ecocarbón, 1998.

2.3.5 Propiedades físicas. Dentro de las propiedades físicas de mayor relevancia se tienen la conductividad térmica, el calor específico medio, la porosidad, el índice de hinchamiento, la densidad de masa, la cual varía según la densidad relativa, la distribución de tamaños y el contenido de humedad. Estas propiedades varían según el carbón, inclusive entre los del mismo rango, y dependen en gran parte de la composición y el contenido de humedad, y se determinan experimentalmente por métodos estándar de análisis.

2.3.6 Propiedades para la combustión. Las propiedades de los carbones que se deben tener en cuenta para la combustión son el índice de hinchamiento, las cenizas, el tamaño de las partículas, la temperatura y la capacidad de aglomeración.

- **Índice de hinchamiento.** Proporciona un índice de las características de coquización de un carbón. Indica la tendencia del carbón a inflarse cuando se oxida o se gasifica en un lecho fijo o fluidizado. El hinchamiento lo causa la resistencia ofrecida a la liberación del gas a través de los macroporos y fisura de las partículas de carbón y los intersticios entre partículas.

La obstrucción de estos pasajes es causada por la plasticidad adquirida por el carbón. Carbones con un índice de hinchamiento superior a 4 no son deseados para procesos de combustión.

- **Efectos de las cenizas.** La presencia de cenizas puede tener varios efectos sobre la combustión de carbón. En primer lugar, las cenizas proporcionan un medio para la transferencia de calor por radiación cuando es consumido el carbono. Además, algunos minerales en el carbón tienen efectos catalíticos aumentando la reactividad del char, particularmente a bajas temperaturas. La materia mineral forma una barrera al paso del reactante, especialmente hacia el final de la quema es posible que grandes cantidades de material mineral impidan la combustión del carbono remanente.

Carbones con una baja temperatura de fusión de las cenizas pueden presentar problemas para la utilización porque se ve favorecida la formación de escorias y el depósito de éstas en las superficies de transferencia de calor disminuye la eficiencia de los equipos. Una difusión completa de las cenizas acelera el desgaste por abrasión de las parrillas y afecta la distribución homogénea del aire.

Un ligero ablandamiento de las cenizas puede ser favorable a la combustión porque quedan pocos inquemados sólidos; sin embargo, pueden entorpecer el paso del aire hacia las partículas incrementando el porcentaje de inquemados en las escorias. La formación de escorias relativamente sólidas presentes al final de las parrillas da lugar a dificultades en la evacuación de las mismas.

- **Tamaño de partículas y temperaturas.** El tamaño de las partículas es la característica que distingue los diferentes procesos de combustión de carbón. Para combustores de lecho fijo o móvil se usan tamaños entre 5-50 mm; para lecho fluidizado, entre 1-5 mm; y para carbón pulverizado, diámetros menores a 100 mm.

El tamaño de las partículas determina qué fenómeno controla la combustión. Para partículas grandes o temperaturas altas, el fenómeno que predomina es la difusión del oxígeno hacia el char. Debido a que los carbones de bajo rango son más reactivos que los de alto rango, estos últimos se muelen más finos para lograr 100% de conversión en el mismo tiempo de residencia en la caldera o en el horno. Para partículas más pequeñas o temperaturas bajas, la difusión en los poros y la reacción química son los fenómenos más importantes, particularmente cuando las temperaturas son bajas.

El punto de ignición es la temperatura a la cual el carbón comienza a oxidarse sin llama; depende del rango del carbón, aumentando con el mismo y de la granulometría.

- **Capacidad de aglomeración.** La capacidad de aglomeración de algunos carbones y su opuesto, la capacidad de permanecer libres durante la combustión, es importante para seleccionar el carbón con el cual se debe operar un equipo o viceversa. Los carbones con capacidad de aglomerarse, cuando se calientan, pasan a un estado plástico, se funden y forman grandes masas de semicoque difíciles de romper que limitan el flujo de aire en el interior del lecho, denominados carbones coquizables. Los carbones que permanecen libres no se fusionan o si se fusionan se rompen fácilmente, lo que facilita la homogeneidad del flujo de aire en el lecho, denominados carbones térmicos.

3. MARCO LEGAL INTERNACIONAL Y NACIONAL

3.1 MARCO TEORICO

La calidad del aire se define como el conjunto de características y condición de la concentración de los elementos que componen el aire y la atmósfera en general; se puede medir y regular por medio de sistemas de vigilancia y monitoreos a las fuentes de contaminación del aire: las fuentes fijas (industrias) y las fuentes móviles (vehículos automotores), (<http://www.acercar.org.co/industria/bolsa/docs/aire.pdf>)

La calidad del aire urbano está directamente relacionada con la calidad de los combustibles utilizados. Por esta razón con frecuencia los entes reguladores del medio ambiente utilizan como estrategia para mantener o mejorar la calidad del aire, fijar por ley o resolución, las especificaciones de calidad mínima para los combustibles. Los estándares sobre calidad del aire se refieren a las concentraciones máximas de dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado, monóxido de carbono (CO) y oxidantes fotoquímicos-ozono (O_3). (Pinzón *et al.*, 1998)

En cualquier proceso de combustión donde el combustible utilizado contiene azufre este se transforma casi totalmente en óxidos de azufre SO_2 y SO_3 , con el primero de ellos representando entre el 95%-98% del total. El contenido de azufre en los combustibles líquidos Colombianos varía desde 2,5% en peso para el Combustóleo, 1,8% en emulsiones con un tercio de agua y hasta 0,8% en el combustible diesel. En cuanto a los combustibles sólidos, el carbón contiene desde 0,7% hasta 3% o 4% en peso de azufre. (Pinzón *et al.*, 1998)

Ante la existencia y gravedad del problema de la presencia de contaminantes en los combustibles han sido creadas y modificadas algunas legislaciones que establecen los límites máximos de agentes tóxicos permitidos en los combustibles, como punto de apoyo para la solución del problema. (Pinzón *et al.*, 1998)

Históricamente las legislaciones ambientales se inician con las regulaciones sobre la calidad del agua para consumo humano y su nivel de tratamiento. Se continuó con la regulación sobre disposición de residuos sólidos y peligrosos y sobre el nivel de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales. La regulación sobre la emisión de gases de combustión de fuentes fijas y móviles constituye una de las últimas fronteras a nivel mundial y ha sido concebida con el propósito de forzar el desarrollo de procesos y nuevas tecnologías que sean capaces de cumplir los límites de emisión adoptados los cuales son progresivamente más estrictos. (Pinzón *et al.*, 1998).

3.2 NORMATIVIDAD NACIONAL

3.2.1 Generalidades. La calidad del aire urbano está directamente relacionada con la calidad de los combustibles utilizados. Por esta razón con frecuencia los entes reguladores del medio ambiente utilizan como estrategia para mantener o mejorar la calidad del aire, fijar por ley o resolución, las especificaciones de calidad mínima para los combustibles. Los estándares sobre calidad del aire se refieren a las concentraciones máximas de dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado, monóxido de carbono (CO) y oxidantes fotoquímicos-ozono (O_3). (Pinzón *et al.*, 1998)

En cualquier proceso de combustión donde el combustible utilizado contiene azufre este se transforma casi totalmente en óxidos de azufre SO_2 y SO_3 , con el primero de ellos representando entre el 95%-98% del total. El contenido de azufre en los combustibles líquidos Colombianos varía desde 2,5% en peso para el Combustóleo, 1,8% en emulsiones con un tercio de agua y hasta 0,8% en el combustible diesel. En cuanto a los combustibles sólidos, el carbón contiene desde 0,7% hasta 3% o 4% en peso de azufre. (Pinzón *et al.*, 1998)

Ante la existencia y gravedad del problema de la presencia de contaminantes en los combustibles han sido creadas y modificadas algunas legislaciones que establecen los límites máximos de agentes tóxicos permitidos en los combustibles, como punto de apoyo para la solución del problema. (Pinzón *et al.*, 1998)

Históricamente las legislaciones ambientales se inician con las regulaciones sobre la calidad del agua para consumo humano y su nivel de tratamiento. Se continuó con la regulación sobre disposición de residuos sólidos y peligrosos y sobre el nivel de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales. La regulación sobre la emisión de gases de combustión de fuentes fijas y móviles constituye una de las últimas fronteras a nivel mundial y ha sido concebida con el propósito de forzar el desarrollo de procesos y nuevas tecnologías que sean capaces de cumplir los límites de emisión adoptados los cuales son progresivamente más estrictos. (Pinzón *et al.*, 1998)

Las modificaciones al Acta del Aire Limpio (CAA) aprobadas en 1990 por el Congreso Norteamericano y los límites máximos de contaminantes permitidos en los combustibles que fueron propuestos por el Consejo de Ministros del Ambiente de la Comunidad Europea (EC-CEM) hacen prever una drástica reducción de las cantidades máximas de estos contaminantes en gasolina, diesel y combustibles en general, en un corto plazo. (Pinzón *et al.*, 1998)

Los cambios en las especificaciones de contaminantes en combustibles de acuerdo al CAA, tal y como lo acordó la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) norteamericana, se encuentran en la Tabla 1.

3.2.2 Normas que regulan la calidad del aire

- Decreto 948 de 1995. “Por el cual se reglamentan parcialmente la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire”
- Resolución 1208 de 2003. "Por la cual se dictan normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire"
- Decreto 174 de 2006. “Por medio del cual se adoptan medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad del Aire en el Distrito Capital”
- Art. 56 del Acuerdo 79 de 2003 o código de policía.

3.2.3 Normas que regulan la calidad de los combustibles líquidos y sólidos.

- Ley No. 1205 de julio 14 de 2008. "Por el cual se mejora la calidad de vida a través de la calidad del diesel y se dictan otras disposiciones"
- Resolución 0447 de 2003 (abril 14). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: “Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna”. Derogada por la Resolución Conjunta del Min. Ambiente 18 0782 de 2007 “Por la cual se modifican los criterios de calidad de los biocombustibles para su uso en motores diesel como componente de la mezcla con el combustible diesel de origen fósil en procesos de combustión. Derogada por el Art. 2, Resolución Conjunta del Min. Ambiente y Min. Minas 18 2087 de 2007. ”Por la cual se modifican los criterios de calidad de los biocombustibles para su uso en motores diesel como componente de la mezcla con el combustible diesel de origen fósil en procesos de combustión.”
- Resolución 1180 DE 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
- Decreto 423 de febrero de 2005, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna”
- Resolución 1565 de diciembre 27 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministro de Minas y Energía: “Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna”

- Decreto N° 1530 de 2002. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: “De conformidad con lo anterior, el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Minas y Energía establecerán las especificaciones de calidad, en materia ambiental y técnica respectivamente, de los combustibles que se han de importar, producir, distribuir y consumir en todo el territorio nacional”.
- Decreto N° 2622 de 2000. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: “Modifícase el artículo 40 del Decreto 948 del 5 de junio de 1995, modificado por el Decreto 1697 de junio 27 de 1997”.
- Resolución 125 del 7 de febrero de 1996. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: “Por la cual se adiciona la resolución 898 de agosto 23 de 1995 en la que se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores”.
- Resolución 898 Agosto 23 de 1995. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.”
- Resolución 0447 de 2003 (abril 14). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna”
- Resolución 1565 de diciembre 27 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministro de Minas y Energía. “Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna”.
- Resolución 898 de 1995. La revisión de la normatividad existente acerca de la calidad de combustibles líquidos y sólidos parte principalmente de la resolución 898 de agosto de 1995 que establece criterios para diferentes combustibles líquidos como Gasolina Extra, corriente, Diesel, basada en las normas ASTM. Las tablas 5 y 6 muestran los estándares de acuerdo a la presente resolución.

Tabla 5. Requisitos de calidad de las gasolinas colombianas (Res. 898/95)

Parámetro	Unidad	Enero 1/1996	Fecha de Vigencia Enero 1/2001	Enero 1/2006
1. Octanaje mínimo.	Índice (RON+MON)/2	81	81	81
1.1. Gasolina corriente.	Índice (RON)	86	86	86
	Índice (RON+MON)/2	86	86	86
1.2. Gasolina Extra.	Índice (RON)	94	94	94
2. RVP, máx.	Psia	8.5	8.1	8.1
3. Azufre, máx.	% Peso	0.10	0.05	0.03
4. Oxígeno, máx.	% Peso.		2.0	2.0
5. Aromáticos, máx.	% Volumen.	28.0	25.0	25.0
6. Benceno, máx.	% Volumen.	1.1	1.0	1.0

Tabla 6. Requisitos de calidad del combustible diesel (ACPM) (Res. 898/95)

Parámetro	Unidad	Enero 1/1996	Fecha de Vigencia Enero 1/1998	Enero 1/2002
1. Azufre, máx.	% peso.	0.4	0.1	0.05
2. Aromáticos.	% volumen	20	20	20
3. Índice de cetano.	Índice.	45	45	45

- Resolución 1180 de 2006. Debido a las obligaciones en el contenido de gasolina y ACPM a cumplir a partir de julio de 2008 según las normas: Resolución 898 del 23 de agosto de 1995 adicionada por la Resolución 125 del 7 de febrero de 1996, modificada parcialmente por las resoluciones 623 del 9 de julio de 1998, 0068 del 18 de enero de 2001, 0447 del 14 de abril de 2003, 1565 del 27 de diciembre de 2004, 1289 del 7 de septiembre de 2005 y 2200 del 29 de diciembre de 2005, de los Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de Minas y Energía, regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores; y debido a la imposibilidad de cumplir tal norma, se expide la Resolución 1180 de 2006 con la siguiente propuesta en la reducción de azufre en combustibles. (Tabla 7).

Tabla 7. Contenido de Azufre en Combustibles Líquidos (Res 1180 de 2006)

Contenido de azufre, ppm				
Producto	Actual	01-jul-07	01-jul-08	31-dic-10
ACPM	4500	4000	3000	500
ACEM Bogotá	1200	1000	1000	500
Gasolina	1000	1000	1000	300

También se establecen los criterios para la calidad de la gasolina los cuales se presentan en la tabla 8. La normatividad está fundamentada en las normas ASTM vigentes, aunque estas últimas tienen un rango de estándares más exigentes algunas veces, tal es el caso del Contenido de Gomas que registra un valor máximo de 5 mg/100ml en la Resolución 1180 de 2006, pero que en las últimas disposiciones de ECOPETROL presenta un rango máximo de 4 mg/100ml.

Tabla 8. Estándares para la gasolina básica (Res. 1180 de 2006)

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN				METODOS DE PRUEBA
		FECHA DE VIGENCIA		Dic-31 2010		
		Abril 1° 2001				
1 Índice Antidetonante, mínimo ⁽¹⁾						
Gasolina Corriente	Adimensional	81		81	ASTM D2699 y ASTM D 2700 ó IR ⁽¹²⁾	
Gasolina Extra	Adimensional	87		87		
2 Plomo, máximo	g/l	0,013		0,013	ASTM D 3237 ó ASTM D 5059	
3 Índice de Cierre de Vapor (ICV), máximo ⁽³⁾	Kpa	98		98	---	
4 Aromáticos, máximo						
Gasolina Corriente	% vol.	28		28	ASTM D 5580 ó D 1319 ó Método PLANO (ASTM D 6729)	
Gasolina Extra	% vol.	35		35		
5 Benceno, máximo						
Gasolina Corriente	% vol.	1,0		1,0	ASTM D 5580 ó ASTM D 3606 ó ASTM D 6729	
Gasolina Extra	% vol.	2,0		2,0		
6 Azufre, máximo	% en masa	0,10		0,03	ASTM D 4294 ó ASTM D 2622	
7 Corrosión al Cobre, 3h a 50°C, máximo	Clasificación	1		1	ASTM D130	
8 Contenido de Gomas, máximo	mg/100 ml	5		5	ASTM D381	
9 Estabilidad a la Oxidación, mínimo	Minutos	240		240	ASTM D525	
10 Destilación						
10% vol. Evaporado	°C	Mín	Máx	Mín	Máx	ASTM D86
50% vol. Evaporado		77	121	77	121	
90% vol. Evaporado			190		190	
Punto Final Ebullición			225		225	
11 Contenido de Aditivos ⁽⁴⁾	mg/l	---		---	---	
12 RVP, máximo ⁽⁵⁾	Psia	8.5	8.0	8.0	ASTM D 4953 ó ASTM D 5191 ó ASTM D 323	
	KPa	58	55	55		

- Resolución 18 2087 de 17 diciembre de 2007. Calidad del biocombustible para uso en motores diesel, del combustible diesel (ACPM) y su mezcla. A partir de las fechas que se indica en la Tablas 9 de la presente Resolución, el biocombustible que deberá ser utilizado para mezclar con los combustibles diesel fósiles y el combustible diesel regular y sus mezclas que se produzcan, importen o distribuyan por cualquier persona natural o jurídica, para consumo en el territorio colombiano, excepto en la ciudad de Bogotá, D.C., deberá cumplir todos y cada uno de los requisitos de calidad especificados en dichas tablas.

Tabla 9. Requisitos de calidad del combustible diesel corriente y sus mezclas con biocombustibles

PARÁMETRO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		MÉTODOS DE ENSAYO	
		FECHA VIGENCIA			
		abr-01	Enero 1 de 2013		
1	Azufre, máximo	% masa	0,45	0,4 (Jul 1 2007)	ASTM D4294
				0,3 (Jul 1 2008)	ASMT D 2622 ASTM D 1552 o D 1266 ⁽¹⁾
				0,25 (Ene 1 2009)	
				0,05 (Ene 1 2010)	
				0,005 (Ene 1 2013)	
2	Contenidos de Aromáticos, máximo	% vol.	35	35	ASTM D5186 ó ASTM D1319
3	Número de Cetano, mínimo, ⁽³⁾	Adimensional	43	43	ASTM D 613
4	Índice de Cetano, mínimo ⁽⁴⁾	Adimensional	45	45	ASTM D976 ó ASTM D4737
5	Contenido de Biocombustible (alquilesteres de ácidos grasos), ⁽⁵⁾	% volumen		5%±0,5 (Enero 1 2008)	EN 14708
6	Corrosión al cobre, 3h a 50 °C, máximo	Clasificación	2	2	ASTM D130
7	Color ASTM, máximo		3	3	ASTM D1500

Tabla 9. (Continuación)

PARÁMETRO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		MÉTODOS DE ENSAYO	
		FECHA VIGENCIA			
		abr-01	Enero 1 de 2013		
8	Residuos de Carbón micro, máximo (10% de fondos)	% masa	0,2	0,2	ASTM D4530
9	Gravedad API, mínimo	°API	Reportar	Reportar	ASTM D4052 ó ASTM D1298 ó ASTM D287
10	Viscosidad a 40 °C, Mínimo – máximo	mm ² /s	1,9 – 5,0	1,9 – 5,0	ASTM D445
11	Destilación				
	Punto Inicial de Ebullición		Reportar	Reportar	
	Temp. 50 % vol. Recobrado		Reportar	Reportar	
	Temp. 95% vol. Recobrado, máximo	°C	360	360	ASTM D86
	Punto Final de Ebullición. Máximo		390	390	
12	Agua y Sedimento, máximo	% Vol.	0,05	0,05	ASTM D1796 ó ASTM D 2709
13	Punto de Fluidez, máximo	°C	3	3	ASTM D97 ó ASTM D5949
14	Temperatura de Obturación del filtro frío (CFPP)	°C		Reportar (Enero1 2008)	ASTM D6371 EN 116
15	Punto de nube/ enturbiamiento	°C		Reportar (Enero1 2008)	ASTM D 2500 ISO 3015
16	Punto de Inflamación, mínimo	°C	52	52	ASTM D93
17	Cenizas, máximo	% en masa	0,01	0,01	ASTM D482

Tabla 9. (Continuación)

PARÁMETRO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		MÉTODOS DE ENSAYO	
		FECHA VIGENCIA			
		abr-01	Enero 1 de 2013		
18	Lubricidad ⁽⁷⁾	micrómetros	---	450	ASTM D6079
19	Estabilidad Térmica	% de reflectancia	70 % mínimo a 90 minutos	70 % mínimo a 90 minutos	ASTM D 6468
20	Estabilidad a la oxidación	g/m ³	25 máximo	25 máximo	ASTM D 2274

Notas:

- (1) Métodos alternos: D2622, D1552 y D1266
- (2) Métodos alternos: Espectrometría de Masas, Ultra Violeta Visible (UV-VIS). Válido para diesel producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin mezcla con otros componentes de refinería
- (3) Para diesel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradores de Cetano y/o biocombustibles.
- (4) Válido para diesel producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin mezcla con otros componentes de refinería o biocombustibles
- (5) La mezcla con biocombustible para uso en motores diesel es de carácter obligatorio y se señala el porcentaje de $\pm 0,5$ como un margen de tolerancia para tener en cuenta la precisión de los equipos de mezcla. Adicionalmente, por su cuenta y riesgo y de acuerdo con los requisitos que señale el Ministerio de Minas y Energía en la reglamentación técnica respectiva, se podrán utilizar por parte de los diferentes agentes porcentajes superiores de mezcla.
- (6) La fecha en mención se establece como referencia país. No obstante, el Ministerio de Minas y Energía podrá señalar el inicio de las mezclas antes y/o después de la fecha prevista, de acuerdo con las condiciones de producción y abastecimiento de biocombustible en el país.
- (7) Esta especificación empezará a ser significativa para el control de calidad cuando el contenido de azufre se reduzca a 500 ppm. En caso de requerirse, se podrá utilizar aditivos mejoradores de lubricidad para lo cual la autoridad competente expedirá la reglamentación respectiva. Cuando el biodiesel sea producido a escala comercial este podrá ser usado para sustituir estos aditivos. Para cumplir esta especificación se podrá adicionar 2% del biocombustible al diesel de petróleo saliendo de las refinerías nacionales o al diesel importado.
- (8) A partir de enero 1° de 2010 se cumplirá con la Resolución 180158 de 2007 entregando Diesel de 50 PPM de Azufre para todos los Sistemas de Transporte Masivo.

- Resolución 601 de 2006. Expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia, establece las normas de calidad del aire para los siguientes contaminantes: dióxido de azufre, dióxidos de nitrógeno, ozono y BTX (Benceno, Tolueno y Xileno). Los niveles máximos permisibles en el aire señalados en ésta norma son los presentados en las tablas 10 y 11 siguientes:

Tabla 10. Niveles máximas permisibles para contaminantes criterio establecidos por el Artículo 4 de la Resolución 601 de 2006.

Parámetro	Norma diaria	Norma anual	Norma trihoraria	Norma	Norma
				horaria	octohoraria
Dióxido de Azufre (SO ₂)	250 µg/m ³	80 µg/m ³	750 µg/m ³		
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	150 µg/m ³	100 µg/m ³		200 µg/m ³	
Ozono (O ₃)				120 µg/m ³	80 µg/m ³
Partículas Suspensas Totales (PST)	300 µg/m ³	100 µg/m ³			

Nota: µg/m³ a las condiciones de 298,15 °K y 101,325 KPa. (25 °C y 760 mm Hg)

Tabla 11. Niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos establecidas por el Artículo 5 de la Resolución 601 de 2006.

Parámetro	Norma anual	Norma semanal	Norma 30 minutos
Benceno	5 µg/m ³		
Tolueno		260 µg/m ³	1000 µg/m ³

- Resolución 180158 de 2007. “Por la cual se determinan los combustibles limpios de conformidad con lo consagrado en el Parágrafo del artículo 1° de la Ley 1083 de 2006, se reglamentan los límites máximos de emisión permisibles en prueba dinámica para fuentes móviles que se vinculen a la prestación del servicio público de transporte terrestre de pasajeros o a la prestación del servicio público de transporte terrestre automotor mixto y se adoptan otras disposiciones”

3.3 NORMATIVA INTERNACIONAL

3.3.1 Normatividad Mexicana. Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994. Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles. Valores en la tabla 12.

Tabla 12. Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994
Programa de acuerdo al proyecto NOM-086-SEMARNAT-2003

Producto	Contenido de azufre (ppm) a partir del año								
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Gasolina Premium	500	500	250/300	30/80	30/81	30/80	30/80	30/80	30/80
Gasolina Magna ZMVM	500	500	500	500	500	500	30/80	30/80	30/80
Gasolina Magna	1000	1000	300/500	300/500	300/500	30/80	30/80	30/80	30/80
Diesel	500	500	500	300	300	15	15	15	15

Fuente: (ZMVM) Zona Metropolitana del Valle de México Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), MEXICO

- Directiva 93/12/CEE del Consejo de 23 de marzo de 1993. Relativa al contenido de azufre de determinados combustibles líquidos.
- Directiva 98/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de Octubre de 1998. Relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo y por la que se modifica la directiva 93/12/cee del consejo doce 350/l, de 28-12-98.

Las modificaciones al Acta del Aire Limpio (CAA) aprobadas en 1990 por el Congreso Norteamericano y los límites máximos de contaminantes permitidos en los combustibles que fueron propuestos por el Consejo de Ministros del Ambiente de la Comunidad Europea (EC-CEM) hacen prever una drástica reducción de las cantidades máximas de estos contaminantes en gasolina, diesel y combustibles en general, en un corto plazo. (Pinzón *et al.*, 1998).

Los cambios en las especificaciones de contaminantes en combustibles de acuerdo al CAA, tal y como lo acordó la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) norteamericana. Se encuentran en la tabla 13.

Tabla 13. Niveles máximos de los principales agentes tóxicos en combustibles de acuerdo al CAA

Toxico	Año		
	1990	1995-1997	A partir de marzo de 1997
Benceno (%v)	1,59	1	1
Aromáticos (%v)	32	28	25
Azufre (%p)	0,034	0,034	0,024
Metales	-	No metales pesados	No metales pesados

En Europa la principal preocupación ha estado relacionada con las cantidades de azufre presentes en los combustibles y el EC-CEM propuso nuevos límites para este contaminante, los cuales se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Límites máximos de azufre (%p) para los países de la Comunidad Europea de acuerdo al EC-CEM.

Tipo de Combustible	A partir del Año		
	1972	1996	2000
Gasolina	0,1	0,05	0,005
Diesel	0,3	0,05	0,01
Combustibles domésticos	0,3	0,2	-
Combustibles Pesados	4	1	0,25

3.3.2 Normatividad Chilena

- Normativa Diesel Plan de descontaminación de Chile (PPDA 2004).
- Además de la reducción del azufre, en las refinerías de ENAP (Refinería Chilena), se optimizó la mezcla de corrientes, para que el Diesel de la RM (Región Metropolitana) disminuyera además el contenido de aromáticos policíclicos. www.swisscontact.org.pe/PRAL/08_nancy_manriquez.pdf.
- Conforme a lo establecido en la nueva actualización del PPDA, a partir de julio de 2004 se comenzó a distribuir Diesel con 50 ppm de azufre, tal como se muestra en la Tabla N° 15. www.swisscontact.org.pe/PRAL/08_nancy_manriquez.pdf

Tabla 15. Especificaciones Diesel para Chile

Especificación		Abril 2001/junio 2004	Jul-04
Azufre	ppm, max	300 .	50
Cetano	N°, min	50	50
T 90% rec.	°C, máx	338	338
Densidad	Kg/l	0.84± 0.01	0.84±0.01
Aromáticos	% vol, max	35	35
Aromát. Policic.	% vol, max	10	5
Nitrógeno	ppm, máx	170	170

- Normativa Diesel para el resto del País de Chile: conforme al Decreto 133 del Ministerio de Economía a partir del 16 de diciembre de 2004.
- La exigencia para el petróleo Diesel en regiones obliga a reducir el contenido de azufre de 3.000 a 2.000 ppm, y a 500 ppm en julio de 2005, tal como se especifica en la tabla 16.
(www.swisscontact.org.pe/PRAL/08_nancy_manriquez.pdf)

Tabla 16. Normativa diesel para el resto de Chile.

Especificación		Actual	Dic. 2004	Julio 2005	Julio 2006
Azufre	ppm, max	3000	2000	500*	350
Cetano	Nº, min	45	46	46	46
T 90% rec.	°C, máx	366	350	350	350
Densidad	Kg/l	0.85± 0.02	0.85± 0.02	0.845± 0.015	0.845± 0.015
Aromáticos	% vol, max	informar	35	35	35
Aromát. Policíc.	% vol, max	informar	25	20	20
Nitrógeno	ppm, máx	informar	300	300	300

- Normativa para gasolinas en la Región Metropolitana (RM) Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) Chile.
- Conforme a lo establecido en la nueva actualización del PPDA, a partir de julio de 2004 se comenzó a distribuir Gasolina con 30 ppm de azufre. Tal como se muestra en la tabla 17. Disponible en: (www.swisscontact.org.pe/PRAL/08_nancy_manriquez.pdf)

Tabla 17. Normativa gasolinas RM (PPDA) Chile

Especificación		1998	Julio 2004
Aromáticos	% vol, max	Informar	38
Benceno	% vol, max	4	1
Oxígeno	% wt, max	Informar	2
RVP (*)	psi, max	9 (11,5)	8 (10)
Olefinas	% vol, max	Informar	12
Azufre	ppm, max	1000	30
T 50%	°F, máx	250	250
T 90%	°F, máx	374	350

- Normativa gasolinas RM (PPDA): En julio de 2004 se comenzó a producir una gasolina de elevada calidad, introduciendo las siguientes mejoras en promedio:

- Reducción de olefinas a menos de la mitad (28% a 12%).
 - Reducción del azufre a menos de la décima parte (400 a 30 ppm).
 - Reducción del benceno a la mitad (2% a 1%).
(www.swisscontact.org.pe/PRAL/08_nancy_manriquez.pdf)
- Nueva normativa para gasolinas resto país de Chile. El Decreto 133, del Ministerio de Economía, dispone que a partir de enero de 2005 las gasolinas que se comercialicen en el país reduzcan drásticamente el contenido de azufre, de benceno y olefinas, (tabla 18). (www.swisscontact.org.pe/PRAL/08_nancy_manriquez.pdf)

Tabla 18. Nueva normativa para gasolinas resto país de Chile

Gasolinas		Actual	Enero 2005	Enero 2007
		93/97 oct	Todas las gasolinas	
Aromáticos	% vol, max	informar	50	38
Benceno	% vol, max	5	1	1
Oxígeno	% wt, max	informar		
RVP ^(*)	psi, max	10 (12,5)		
Olefinas	% vol, max	informar	40	20
Azufre	ppm, max	1000	100	30

3.3.3 Progresos regionales para la adopción de algunas normas

Tabla 19. Cuadro comparativo sobre el contenido de azufre en (ppm) en el diesel en algunos países Latinoamericanos

PAIS	Contenido de azufre (ppm) a partir del año				
	2008	2009	2010	2012	2013
Argentina	2500	1500		500	
Brasil	2000	50			10
Chile	350		50		
Colombia	4500	2500	500		50
Ecuador	7000	500			
El Salvador			500		
Guatemala			500		
Honduras			500		
Nicaragua			500		
Panamá			500		
Perú	5000		1500		
Uruguay			50		

Fuente: The Partnership for Clean Fuels and Vehicles, Combustibles y vehículos limpios para una mejor calidad del aire en Latino América. http://www.unep.org/pcfV/PDF/ecofuel_PCFVAsuncion.pdf

3.3.4 Normatividad para diesel en otros países

Tabla 20. Normatividad para diesel en otros países

PAIS	CONTENIDO DE AZUFRE	NORMA FUTURA
	(ppm)	(ppm)- (Año de vigencia)
COSTA DE MARFIL	5000	
EGIPTO	5000	
SIRIA	6500	
SUDAFRICA	500	50 (2010)
YEMEN	10000	
ZAMBIA	7500	
ESPAÑA		50

Fuente: www.unep.org/PCFV/data

3.3.5 Normatividad para diesel en Asia, Unión Europea y Estados Unidos

Tabla 21. Normatividad para diesel en Asia, Unión Europea y Estados Unidos
Current and Proposed Sulfur levels In Diesel In Asia, EU and USA

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bangladesh							5000									
Cambodia					2000											
Hong Kong, China		500					50									
India	5000				2500					500					350	
Indonesia	5000															
Japan	500				100					50			10 under consideration			
Korea	500															
Malaysia	5000		3000				500 marketed									
Pakistan	10000						5000									
Philippines	5000					2000		500								
PRC	5000		2000													
Singapore	3000		500													
Sri Lanka	10000							3000								
Taipei, China	3000			500			350									
Thailand	2500			500					350							
Viet Nam	10000							2000		500						
United States	500															15
EU					350					50					10	

> 500 ppm

51 – 500 ppm

< 50 ppm

Fuente: http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-40711_SulfurDiesel.pdf

3.4 NORMATIVA COMBUSTIBLES SÓLIDOS

Solo a partir de 1995, el Ministerio de Medio Ambiente promulga la Resolución 898 en la que se comienzan a definir criterios ambientales de Calidad de los combustibles sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial.

La Resolución 898 de 1995 se ha ido ajustando con el paso de los años. En lo que respecta a la calidad del carbón y sus mezclas fue modificada por la resolución 623 del 9 de Julio de 1998, expedida por el Ministerio de Medio Ambiente. Esta estipula que los carbones o sus mezclas que se utilicen como combustibles en hornos y calderas deberán cumplir con los requisitos de calidad presentados en la tabla 22.

Esta misma Resolución también plantea que, para medir el contenido de azufre en el carbón o sus mezclas, se realizarán muestreos en el punto más cercano a la alimentación del mineral al sistema de combustión, en donde sea factible efectuar la toma de muestra. Así mismo, el sitio de muestreo estará localizado después de los procesos de mezcla y preparación del carbón a quemar. Los procedimientos y técnicas para realizar la toma, preparación y análisis de laboratorio, para las muestras de carbón mineral o sus mezclas, son los establecidos por las normas: ASTM o ISO, identificadas de la siguiente manera: para muestreo y preparación, la norma ASTM D2234 y D2013 ó la Norma ISO 1988M; para análisis de azufre total, la norma ASTM D3177 y D4239 o la norma ISO 334 M y 351 M.

Tabla 22. Calidad del carbón mineral o sus mezclas para la utilización como combustible.
Fecha de vigencia: enero 1 de 1998 hasta enero 1 de 2003

Región	Contenido de azufre total (% peso)
Atlántica	1,5
Orinoquía y central, excepto Boyacá	1,7
Boyacá	2,5
Pacífica y Amazonía	3,3

Nota: Donde Región Atlántica: Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena, Sucre, San Andrés y Providencia.
Región de la Orinoquía y central, excepto Boyacá: Antioquia, Caldas, Norte de Santander, Santander, Quindío, Risaralda, Tolima, Cundinamarca, Meta, Arauca, Casanare, Vichada, Guaviare y Guainía.
Región de Boyacá: Departamento de Boyacá.
Región Pacífica y Amazonía: Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca, Huila, Caquetá, Amazonas, Putumayo y Vaupés.
Fuente: Manejo de Combustibles, AMVA, 2007

Finalmente toda persona natural o jurídica pública o privada, o que bajo cualquier título utilice carbón mineral o sus mezclas como combustible, deberá llevar un registro mensual que incluya: cantidad consumida y contenido de azufre total (% en peso), según lo establecido en la tabla 23.

3.5 PACTO POR LA CALIDAD DEL AIRE

El objetivo de este convenio, que ratifica el Pacto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá suscrito el 10 de octubre de 2007, busca reducir en 10% la cantidad de contaminantes atmosféricos presentes en el aire durante los próximos cinco años. (*Boletín 2008, Convenio para mejorar la calidad del aire en Medellín y el Valle de Aburrá*) <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=41265&catID=1>

3.5.1 Compromiso de Ecopetrol con Medellín. Ecopetrol se compromete a suministrar, a partir de julio de 2010, a la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, diesel de 50 partes por millón (ppm) de azufre, considerado como el estándar de excelencia mundial y la misma calidad que exige la mayoría de países industrializados. (Ver tabla anexa para metas de mejoramiento de contenido de azufre en diesel y gasolina). (*Boletín 2008, Convenio para mejorar la calidad del aire en Medellín y el Valle de Aburrá*) <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=41265&catID=1>.

El convenio también contempla que Ecopetrol realizará un monitoreo sobre el contenido de azufre del diesel y que reportará periódicamente dichos resultados. (*Boletín 2008, Convenio para mejorar la calidad del aire en Medellín y el Valle de Aburrá*) <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=41265&catID=1>

Como las características de los combustibles es sólo uno de los factores que afectan la calidad del aire, las partes acordaron trabajar en otras líneas de acción, entre las que se destacan el Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes, mayor educación ambiental, fortalecimiento de la red de monitoreo de la calidad del aire e investigación sobre calidad de combustibles, contaminación atmosférica y afectación a la salud. (*Boletín 2008, Convenio para mejorar la calidad del aire en Medellín y el Valle de Aburrá*). <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=41265&catID=1>

Tabla 23. Cronograma mejoramiento calidad combustibles Medellín-Valle de Aburrá, Medellín, 22 de mayo de 2008

Fecha	Contenido de Azufre Diesel (ppm)	Contenido de Azufre Gasolina(ppm)
1 Julio de 2008	3000	1000
1 Enero de 2009	2500	1000
1 Enero de 2010	500 y 50 (SITVA*)	300
1 Julio de 2010	50	300

Fuente: *SITVA: Sistema Integrado de Transporte Masivo del Valle de Aburrá (Boletín 2008, Convenio para mejorar la calidad del aire en Medellín y el Valle de Aburrá) <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=41265&catID=1>

4. METODOLOGÍA EMPLEADA

- Revisión, análisis y definición del mercado de combustibles a partir de información general acerca de los sitios de distribución Mayoristas y sitios de distribución relacionados con los combustibles, en el área metropolitana. Información suministrada por el Área Metropolitana del Valle de Aburra y la recolectada en estudios anteriores.
- A partir de la población existente para cada combustible definir los sitios de muestreo.
- Aplicar el protocolo de muestreo y cadena de custodia de las muestras desarrolladas en el estudio anterior e implementar modificaciones si se requiere.
- Caracterizar los combustibles sólidos y líquidos utilizados en el Área Metropolitana del Valle de Aburra.
- Caracterizar la calidad de la gasolina y el diesel utilizados en el Área Metropolitana del Valle de Aburra. Para gasolina corriente y extra se analizarán, gomas, azufre y contenido de BTXs. En el caso del diesel las pruebas de calidad se relacionan con contenidos de azufre y BTXs. Para los combustibles industriales líquidos se analizarán agua y sedimentos, agua por destilación, azufre, cenizas y residuo carbonoso.
- Para combustibles sólidos se analizarán azufre, cenizas, humedad y materia volátil dirigida principalmente a las ladrilleras del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Comparar los resultados de las pruebas de laboratorio con la legislación y hacer el respectivo análisis.
- Revisar la información suministrada por ECOPETROL al Área Metropolitana del Valle de Aburrá sobre la calidad de los combustibles, compararla y analizarla con los resultados obtenidos en el presente estudio.
- **Combustibles a analizar**

COMBUSTIBLE	CARACTERÍSTICAS
Sólidos	Carbón mineral, carbón vegetal, cascarilla de arroz, residuos de café entre otros
Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> • Gasolina corriente, combustible en motores de combustión interna de baja relación de compresión. • Gasolina extra, combustible en motores de combustión interna de alta relación de compresión • Diesel (ACPM), combustible en vehículos con motores diesel para generar energía mecánica y eléctrica; y en quemadores de hornos, secadores y calderas. • Queroseno, combustible en estufas domésticas y en quemadores de hornos y secadores industriales.

COMBUSTIBLE	CARACTERÍSTICAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Combustóleo (Fuel oil N.6), combustible en hornos, secadores y calderas. También se emplea en plantas de generación de energía eléctrica. • Crudos, combustible industrial en hornos, secadores y calderas. Puede utilizarse en plantas de generación eléctrica. • Mezclas de aceites usados, empleados como combustibles, combustible en hornos, secadores y calderas.

- **Número de muestras a analizar**

MUESTRA	NÚMERO DE MUESTRAS
Gasolina	151
Diesel	150
Combustible industrial	80
Combustible sólido	36

5. MUESTREO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

5.1 MUESTREO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Para tener un control detallado de la calidad de combustibles líquidos es necesario establecer un sistema de documentación que permita identificar y tener acceso fácilmente a los análisis efectuados por parte del laboratorio. Para ello se elaboró el siguiente sistema de documentación:

- **Formato de muestreo:** el formato de muestreo contiene la siguiente información relacionada con el combustible líquido: nombre de la empresa donde se realiza el muestreo, información del producto que se muestrea, información propia del muestreo y observaciones de presentarse el caso, además con este formato se pretende generar un código para tener mayor confidencialidad del origen de la muestra, por ejemplo M – 001 muestra 001.
- **Formato de reporte de resultados:** este formato tiene como objetivo cubrir toda la información relacionada con el control de calidad que se realiza a cada uno de los combustibles líquidos que se muestrean como: información de la muestra (código), fecha de análisis, nombre del análisis, unidades, norma bajo la cual se evalúa, resultados, especificaciones de calidad y observaciones de ser necesario.
- **Gráficos de control:** estos gráficos tienen como objetivo realizar un control de calidad con base en cada una de las pruebas que se efectúan a los diferentes productos líquidos que se pretenden analizar con este proyecto.

5.2 PROTOCOLO DE MUESTREO

A continuación se muestran los protocolos de muestreo combustibles líquidos, sólidos.

5.2.1 Protocolo de muestreo y custodia de combustibles líquidos. Dentro de este protocolo se enmarcan combustibles tales como: Gasolina Extra, Gasolina Corriente, Diesel, Crudos, Fuel oil, entre otros. A continuación se detalla el protocolo de muestreo de cada uno de estos combustibles.

- **Diesel (ACPM).**

Descripción del Producto: el ACPM, aceite combustible para motores (diesel), es un destilado medio obtenido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, en tal forma que su índice de cetano, el cual mide la calidad de ignición, sea de 45 mínimo.

Usos: está diseñado para ser usado como combustible en vehículos con motores diesel para generar energía mecánica y eléctrica; y en quemadores de hornos, secadores y calderas.

Precauciones y Manejo: Se clasifica como un líquido combustible clase II de acuerdo con la norma 321 de la NFPA (Nacional Fire Protection Association).

Para los diseños de plantas de almacenamiento, estaciones de servicio, tuberías, llenadores, etc., deben tenerse en cuenta las normas NFPA (para almacenamiento y protección contra incendios), API (American Petroleum Institute) y las reglamentaciones expedidas por el ministerio de minas y energía.

- **Gasolina Regular.**

Descripción del Producto: La gasolina regular es un combustible proveniente de naftas obtenidas por procesos de destilación atmosférica, ruptura catalítica y otros. Las naftas son tratadas químicamente para eliminar compuestos azufrados indeseables, tales como sulfuros y mercaptanos causantes de corrosión y se mezclan en forma tal que se obtiene un número octano investigación (RON) de 80 mínimos.

Se incorporan también aditivos químicos con el fin de mejorar las propiedades de estabilidad a la oxidación y protección contra la corrosión y el herrumbre importantes para evitar variaciones en su calidad durante el almacenamiento en plantas de abasto, estaciones de servicio y el depósito de los vehículos y además se le adiciona un colorante para diferenciarlo de otros productos similares. En Colombia, también se conoce como Gasolina Corriente.

Usos: esta gasolina está diseñada para ser usada como combustible en motores de combustión interna de baja de compresión (8:1 a 9:1) de acuerdo con la recomendación del fabricante.

Precauciones y Manejo: Se clasifica como un líquido inflamable clase IA de acuerdo con la norma 321 de la NFPA, por lo cual se debe tener especial cuidado con el diseño de los tanques de almacenamiento, tuberías y llenadores. Es conveniente recordar que este producto genera vapores desde una temperatura de - 43 grados C, los cuales al mezclarse con el aire en proporciones de 1.1 a 7.6% en volumen causan mezclas inflamables y explosivas.

- **Gasolina Extra**

Descripción del Producto: La gasolina extra es un combustible proveniente de naftas obtenidas por procesos de destilación atmosférica, ruptura catalítica y otros. Las naftas son tratadas químicamente para eliminar compuestos azufrados indeseados, como sulfuros y mercaptanos causantes de corrosión y se mezclan en forma tal que se obtiene un número octano investigación (RON) de 92 mínimo.

Se incorporan también aditivos químicos con el fin de mejorar las propiedades de estabilidad a la oxidación y protección contra la corrosión y el herrumbre importantes para evitar variaciones en su calidad durante el almacenamiento en plantas de abasto, estaciones de servicio y el depósito de los vehículos, y además se le adiciona un colorante para diferenciarlo de otros productos similares.

Usos: está diseñada para ser usada como combustible en motores de combustión interna de alta relación de compresión (superior a 9:1) de acuerdo con la recomendación del fabricante.

Precauciones y Manejo: se clasifica como un líquido inflamable clase IA de acuerdo con la norma 321 de la NFPA, por lo cual se debe tener especial cuidado en el diseño de los tanques de almacenamiento, tuberías y llevaderos. Es conveniente recordar que este producto genera vapores desde una temperatura de -43 grados C, los cuales al mezclarse con el aire en proporciones de 1.1 a 7.6% en volumen causan mezclas inflamables y explosivas.

Para los diseños de plantas de almacenamiento, estaciones de servicio, etc., deben tenerse en cuenta las normas NFPA para almacenamiento y protección contra incendio, API y las reglamentaciones expedidas por el Ministerio de Minas y Energía.

No se recomiendan usos para este producto diferentes al mencionado debido a que sus vapores al ser más pesados que el aire se concentran en las zonas bajas que son sensibles a ignición tales como interruptores, pilotos de estufas, toma de corriente, lámparas, puntos calientes, etc., pudiendo causar incendios y o explosiones.

La inhalación de vapores en altas concentraciones produce mareos, pérdida de conocimiento y muerte en casos extremos. Si llega a suceder contacte un médico de inmediato. Se recomienda usar para su manejo ropa impermeable, gafas y guantes de seguridad.

- **Combustible Industrial**

En cuanto a este tipo de producto, no se cuenta con producto específico como en el caso del diesel o gasolina, pero se toma como combustible industrial al Combustóleo (Fuel No. 6), por ser combustible un para calderas, donde Ecopetrol presenta especificaciones de calidad.

- **Combustóleo. Grado No. 6, Combustible industrial**

Descripción del producto: El combustóleo también conocido como fuel oil No. 6, es un combustible elaborado a partir de productos residuales que se obtienen de los procesos de refinación del petróleo.

Usos: Está diseñado para usarse especialmente como combustible en hornos, secadores y calderas. También puede utilizarse para calentadores (unidades de calefacción) y en plantas de generación de energía eléctrica.

Precauciones para el manejo: Se clasifica como un líquido inflamable clase III de acuerdo con la Norma 321 de la NFPA (National Fire Protection Association).

Cuando se diseñen plantas de almacenamiento o cualquier otra instalación para el manejo de este combustible, deben aplicarse las normas NFPA en lo relacionado con la protección contra incendios, las Normas API (American Petroleum Institute) y las reglamentaciones expedidas por las autoridades gubernamentales de control tanto nacional como regional y local.

Para su manejo deben conectarse a tierra los carrotanques (para las operaciones de cargue y descargue del producto), las tuberías, bombas y tanques.

Debe tenerse especial precaución cuando se maneje este producto a temperaturas superiores a 90°C. No debe contener agua porque puede generar sobre ebullición o ebullición desbordante (boilover) por expansión del agua.

5.2.2 Manual de normas prácticas para muestreo del petróleo y productos de petróleo

Alcance:

Este manual cubre los procedimientos para obtener manualmente muestras representativas de líquidos, semilíquidos o sólidos en estaciones o fuentes móviles de productos de petróleo uniformes, excepto los aceites aislantes eléctricos y los fluidos que fluyen por fuerza hidráulica. Este método no incluye al butano, propano, gases líquidos o menores de 26 PSI (179 KPa), y otros productos de petróleo gaseosos a temperatura y presión atmosférica. Un resumen del procedimiento de muestreo y su aplicación se resume en la tabla 1.

Nota 1. Los procedimientos descritos en este método también se pueden aplicar a la mayoría de los químicos industriales líquidos no corrosivos, de manera que todas las precauciones de seguridad específicas a estos químicos puedan seguirse estrictamente.

Nota 2. El procedimiento para el gas licuado del petróleo y los casos de petróleo licuado (LP) se describen en el método de ASTM D 1265, el procedimiento para aceites aislantes eléctricos esta en el método de ASTM D 923, y el procedimiento para probar la fuerza de los fluidos hidráulicos se cubre bajo las normas: ANSI/B93.19 y ANSI/B93.44.

El procedimiento también se puede usar para petróleo crudo y petróleo no uniforme en estaciones y fuentes móviles. Sin embargo, si se presentan grados diferentes de

uniformidad o presencia de sedimentos y agua se pueden presentar dificultades que afectarían la naturaleza representativa de las muestras finales.

Precauciones:

Ciertas muestras requieren de una debida precaución para su manejo. Refiérase al anexo A1 (norma ASTM D4057) para ver los requerimientos de precaución con respecto a estos productos.

Documentos aplicables:

Normas ASTM:

- D 86 Método de prueba para Destilación de Productos de petróleo en Presión Atmosférica
- D268: Guía para Probar Solventes Químicos Volátiles e Intermedios, para Empleo en Pintura y Capas Relacionadas y Materiales
- D323: Método de prueba para Presión de Vapor de Productos de petróleo (Método Reid)
- D525: Método de prueba para Estabilidad de Oxidación de Gasolina (Método de Período de Inducción)
- D 923: Método de prueba para Probar Aislamiento Eléctrico de Líquidos
- D 4177: Práctica para hacer un muestreo Automáticamente petróleo y Productos de petróleo
- D 5854 Práctica para Mezclarse y Manejarse Combustibles para Medidas de Volatilidad

América Nacional Estándar:

- B93.19 Método Estándar para Extracción de Muestras de Fluido de las Líneas de un Sistema de operaciones con Fluido Fuerza Hidráulica (para Análisis de Contaminación con Partículas)
- B93.44 Método para Extraer Muestras Fluidas del Depósito de un Sistema De operaciones de Fluido con Fuerza Hidráulica

Manual de petróleo de medidas estándar API:

- Capítulo 8.2. Muestreador Automático de petróleo y de Productos de petróleo
- Capítulo 8.3. Práctica Estándar para Mezclarse y Manejarse las Muestras Líquidas de petróleo y de Productos de petróleo
- Capítulo 8.4. Práctica Estándar para el Probar y Manejar Combustibles para Medidas de Volatilidad
- Capítulo 9.3. Prueba Termo hidrómetro por el Método de Densidad y Gravedad API de Productos Ordinarios De petróleo y Líquidos De petróleo

- capítulo 18.1. Procedimientos de Medida del para Petróleo crudo Juntado de Pequeños Carro Tanques
- Capítulo 10. varias secciones, Determinación De agua y Sedimento

Método de muestreo simple: (Muestreo en tanque).

- Si el volumen del tanque no es homogéneo de arriba abajo o si las condiciones en 4.1.2 no se cumplen, se recomienda un muestreo automático.
- Las muestras de los tanques son representativas si el contenido es homogéneo desde el fondo hasta la superficie. Esto es un caso raro en la práctica. Sin embargo las muestras de los tanques son aceptables si todas las condiciones siguientes se cumplen:
 - El tanque contiene componentes pesados (tales como agua) que están en el fondo, separado de los principales componentes.
 - El tanque está equipado con una llave para la toma de muestras que previene cualquier porción del componente pesado.
 - Las muestras del tanque se toman de forma tal que ninguno de los componentes pesados este incluido.

Significado y usos:

- Las muestras de petróleo y productos del petróleo se examinarán por varios métodos de prueba para determinar las características físicas y químicas. Los resultados de las pruebas se usan para tomar decisiones. Para esto es necesario que las muestras sean representativas del petróleo o productos del petróleo en cuestión. Se requiere precaución para asegurar el carácter representativo de las muestras que son numerosas y dependen del tipo de material de la muestra, el tanque, el portador, el contenedor o la línea de la cual se obtiene la muestra, el tipo y pureza de la muestra contenida y del procedimiento de muestreo que fue usado. El principio básico de cada procedimiento es el de obtener una muestra o un conjunto de muestras críticas en tales manejos y de tales locaciones, en el tanque o en el contenedor que la muestra o compuesto puede ser representativo del petróleo o productos del petróleo.

Descripción de términos:

- **Productos uniformes del petróleo:** Es la toma de muestras en tanques que se hacen en el tope, en la parte superior, en la mitad y en el fondo, de acuerdo a lo establecido en las pruebas de laboratorio. Similarmente, en tuberías de transferencia, las muestras se toman a 1.20, 50 y a 80% del total de acuerdo a lo establecido en las pruebas de laboratorio.
- **Muestra “oficial”:** Es la muestra tomada en el punto a custodiar en el laboratorio.

- **Muestra representativa:** Es una muestra que representa una porción pequeña del volumen total del material (por ejemplo, tanques, recipientes y líneas), obtenida con una precisión igual o mejor que la precisión del laboratorio por el cual se analiza la muestra.
- **Muestra de todo nivel:** Es una muestra obtenida sumergiendo un recipiente tapado lo más cerca posible al nivel de la válvula de succión del tanque, luego se destapa y se sube a velocidad tal que se llene hasta los tres cuartos de su volumen (85%). No son necesarias muestras representativas de todo nivel porque el volumen del tanque puede que no sea proporcional a la profundidad y porque el operador puede que no sea capaz de aumentar más, la velocidad requerida para proporcionar un buen llenado. La tasa de llenado es proporcional a un cuarto de la profundidad de inmersión.

Nota 3: El procedimiento de muestreo con tubo se puede usar para obtener una muestra de todos los niveles en un barril o en un tambor.

- **Muestra corrida:** Una muestra se obtiene bajando un recipiente destapado desde el tope del nivel del petróleo hasta el nivel de la llave en el fondo, y retornar hasta el tope a una velocidad uniforme tal que el recipiente este lleno las tres cuartas partes cuando se retire del petróleo.

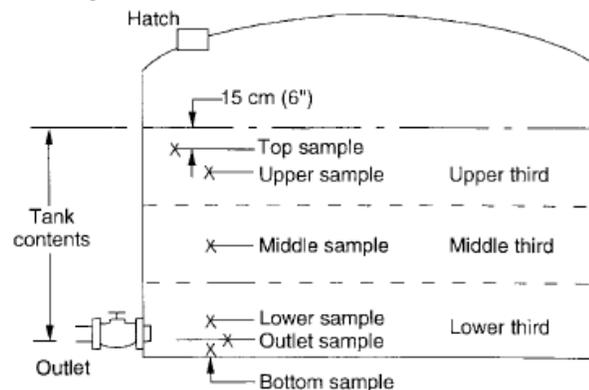
Una muestra corrida no es necesariamente representativa porque el volumen del tanque no puede ser proporcional a la profundidad y porque el operador puede que no sea capaz de aumentar la velocidad variable requerida para proporcionar el llenado.

- **Muestra sectorial:** Es la muestra tomada en un sitio específico, en el tanque o en el oleoducto durante un tiempo específico, durante una operación de bombeo.
- **Muestra de cima:** Es una muestra sectorial tomada a 6 pulgadas (152 mm), por debajo de la parte superior del líquido (Ver figura 5).
- **Muestra superior:** Es una muestra puntual tomada en la mitad del tercio superior del contenido de un tanque de almacenamiento (Ver figura 5).
- **Muestra media:** Es una muestra puntual obtenida en la mitad del tercio medio (un punto en la mitad entre la parte superior e inferior) (Ver figura 5)
- **Muestra inferior:** Es una muestra puntual tomada en la mitad del tercio inferior de un tanque (Ver figura 5).
- **Muestra punto muerto:** Es una muestra sectorial tomada cuatro pulgadas (102 mm), debajo del nivel de salida del tanque.
- **Muestra de fondo:** Es una muestra tomada del fondo del tanque, contenedor en el punto mas bajo.

- **Muestra de drenaje:** Es una muestra obtenida de la válvula de extracción del agua. Ocasionalmente, una muestra de drenaje es similar a una muestra de fondo como es el caso de los carrotanques.
- **Muestra de salida:** Es una muestra puntual tomada a nivel del fondo de la salida del tanque, pero no mas alta que un metro por encima del fondo del tanque (Ver figura 5).
- **Muestreador automático:** Es una muestreador usado para tomar muestras representativas de un líquido que fluye en un oleoducto.
El muestreador automático consta de:
 - a. sonda
 - b. mecanismo de extracción
 - c. control asociado
 - d. receptor para muestras.
- **Muestra compuesta de tanques:** Es una mezcla de muestras superior, media e inferior en partes iguales.
- **Muestra compuesta de tanques múltiples:** (embarques, embarcaciones, etc.): Es una mezcla de muestras individuales de diferentes compartimientos proporcional al volumen del producto en cada compartimiento.
- **Muestra sectorial compuesta:** Es una mezcla de muestras sectoriales volumétricamente proporcionales que se someten a prueba. También se puede realizar las pruebas a cada muestra sectorial antes del mezclado y sacar un resultado promedio. Las muestras sectoriales de tanques de petróleo crudo se colectan como sigue:
 - a. **Forma tres:** En un tanque de capacidad de 1000 barriles que contiene un exceso de 15 pies (4.6 m) de petróleo, se podrían tomar muestras de igual volumen para la parte superior, media y baja, o a la salida, en la conexión de petróleo comerciable, en el orden nombrado. En un tanque de 1000 barriles o menos de capacidad, también se puede usar este método.
 - b. **Forma dos:** En un tanque de capacidad de 1000 barriles que contiene un exceso entre 10 pies (3.0 m) y 15 pies (4.6 m) de petróleo, se podrían tomar muestras de igual volumen para la parte superior y baja, o a la salida, en la conexión de petróleo comerciable, en el orden nombrado. En un tanque de 1000 barriles o menos de capacidad, también se puede usar este método.
- **Muestras sectoriales en el medio:** En un tanque de capacidad de 1000 barriles que contiene un exceso de 10 pies (4.6 m) o menos de petróleo crudo, se podría tomar muestras sectoriales casi en el centro de la columna vertical de petróleo y en la conexión de salida.
- **Muestra tipo tubo o ladrón:** Es una muestra obtenida con un muestreador tipo tubo o ladrón especial, en un punto específico en el tanque o en el contenedor.

- **Muestra lateral del tanque:** Es una muestra sectorial tomada de una conexión para muestreo en el costado del tanque.
- **Muestra de superficie:** Es una muestra sectorial desnatada de la superficie del líquido en el tanque.
- **Contenido de Agua:** Es el agua suspendida en el petróleo, incluye emulsiones pero no incluye agua disuelta.
- **Muestra agua fondo:** Es una muestra sectorial de agua libre, tomada por debajo del crudo en un compartimiento de embarque o tanque de almacenamiento.
- **Emulsión:** Es una mezcla de agua y petróleo que no se puede separar fácilmente.
- **Muestra receptora:** En un contenedor se colectan todas las muestras tomadas durante una operación de muestreo. Un receptor puede ser reparado o portable.

Figura 5. Profundidades de muestreo



NOTE 1—The location shown for the outlet sample applies only to tanks with side outlets. It does not apply when the outlet comes from the floor of the tank or turns down into a sump. Bottom sample location must be specified.

NOTE 2—Samples should be obtained from within solid stand pipes as the materials normally not representative of the material in the tank at that point.

Equipos:

- **Contenedor de muestras:** Pueden ser botellas de vidrio claro o ámbar o latas. Las botellas claras son ventajosas porque estas se pueden examinar visualmente, si están limpias y también permite la inspección visual del contenido de agua libre o de impurezas de sólidos. La botella de vidrio ámbar permita la protección contra la luz. Las latas son aquellas soldadas y recubiertas con fibra de vidrio, resinas epóxicas o teflón.

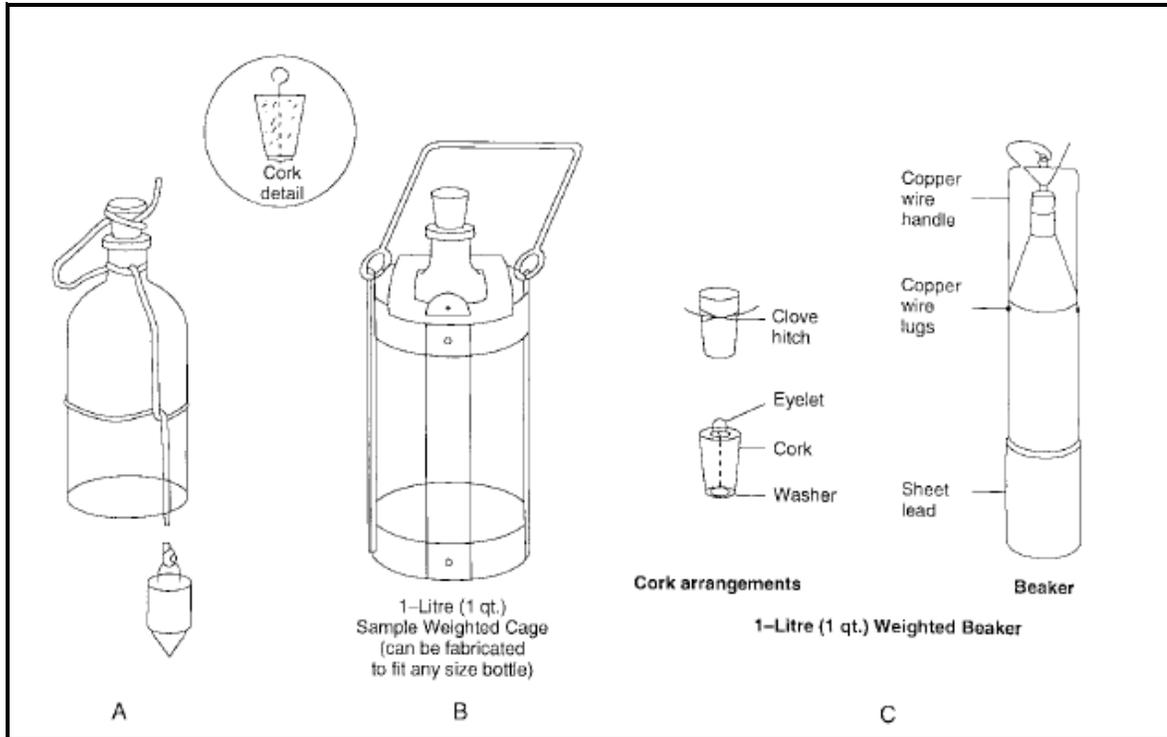
- **Botellas plásticas:** Hechas convenientemente sin pigmentación de polietileno lineal, pueden usarse para manejar y almacenar gas, diesel, fuel oil y lubricantes. No se puede usar gasolina, combustible de aviación jet, keroseno, crudo, y en productos con punto de burbujeo especial a menos que las pruebas indique que no hay problema con la solubilidad, contaminación o pérdidas extremas de luz.

Nota 4: En circunstancias no convencionales el polietileno no lineal se puede usar en muestras de hidrocarburos líquidos. Esto evita la contaminación de las muestras.

Nota 5: Las botellas plásticas tienen la ventaja de que no son fragmentadas como el vidrio y no se corroen como los contenedores de metal. Estas se usan generalmente solo una vez y se desechan para no requerir procedimientos de recobro.

- **Contenedores cerrados:** Corchos, tapones de vidrio o latas enroscadas de plástico o metal, las tapas enroscadas se usan para proporcionar la expansión, los corchos son buenos siempre que estén limpios y libres de huecos y de pedazos sueltos de corcho, no usar tapones de caucho. El contacto de la muestra con el corcho puede prevenirse envolviendo con una hoja metálica de estaño o de aluminio alrededor del corcho antes de forzarlo dentro de la botella. Los tapones de vidrio son más adecuados. Las tapas de tornillo pueden ser protegidas por un disco con una hoja metálica de estaño o de aluminio, u otro material que no pueda ser afectado por el petróleo o productos del petróleo.
- **Procedimiento de limpieza:** Todas las muestras en el contenedor deben estar absolutamente limpias y libres de agua, tierra, hilaza, compuestos del lavado, nafta, u otros solventes, flujo de soldadura, ácidos, corrosión, herrumbre, o aceite, antes de usar un contenedor, enjuagar este con solvente o otra nafta de volatilidad similar. (Puede ser necesario usar solventes de lodos para remover algunas trazas de sedimentos y lodos de contenedores previamente usados). Entonces el lavado del contenedor debe hacerse con una solución buena de jabón, enjuagar este completamente con un poco de agua, finalmente con agua destilada, secarlo pasando una corriente de aire caliente a través del contenedor poniendo este en una cabina caliente libre de polvo a 40 ° C (104 ° F) o mayor. Cuando este seco, tapar el contenedor inmediatamente. En el campo, podría eliminarse el lavado con jabón y el enjuague con agua.
- **Jaula de muestreo:** esta debe ser de metal, o de plástico, adecuadamente construida para sostener el contenedor apropiado. Los aparatos combinados deben ser de un peso tal como el material para ser muestreado, y debe llenarse el contenedor en algún nivel deseado. Se requieren botellas de dimensiones especiales para una jaula de muestreo específica. El uso de la jaula de muestreo se prefiere para los beaker que contienen productos volátiles, que probablemente se usan cuando se está transfiriendo la muestra de un beaker a otro contenedor.
- **Aparatos de muestreo:** Están descritos con detalle bajo cada procedimiento de muestreo específico, los aparatos de muestreo deben estar limpios, secos y libres de toda sustancia que podría contaminar el material (ver figura 6).

Figura 6. Equipos de muestreo



Precauciones e instrucciones:

- **Gasolina y productos destilados:** Usualmente son homogéneos pero son frecuentemente enviados de tanques que tienen claramente el agua separada en el fondo.

Cuando se usan muestras de tanque, la medida de BSW (Basic sediments water) es usualmente el total del volumen de agua libre. La dificultad de la determinación del volumen de agua libre limita la exactitud de la deducción de BSW. Se recomiendan muestreadores automáticos. Sin embargo, por mutuo acuerdo, se pueden usar, tanques, compartimientos o muestras manuales de líneas.

- **Manipulación de muestras y división del petróleo crudo y productos no uniformes:** La transferencia de muestras de petróleo crudo del receptor de muestras a la cristalería del laboratorio en el cual se analizan requiere de especial cuidado para mantenerlos con la naturaleza representativa. Para esto el número de transferencias debe ser minimizado. Se recomiendan medidas mecánicas para transferir las muestras. Un método sería un sistema de circulación externa provisto con una bomba y elementos de mezcla que unen directamente al contenedor de muestra. El tiempo de mezcla y la tasa de flujo son críticas en tales sistemas, otro método sería una mezcladora que es insertada en el contenedor de muestras. Cualquiera que sea el

sistema de manejo, división y mezclado, se podría verificar la introducción y transferencia de muestras con contenido de agua.

En la mezcla y transferencia de muestras representativas, la variación de la concentración de agua conocida no debe exceder $\pm 0.05\%$ cuando la concentración de agua conocida es menor de 1% y $\pm 5\%$ cuando la concentración de agua conocida es mayor de 1%.

- **Custodia de la transferencia:** Por mutuo acuerdo, las muestras pueden ser tomadas de un tanque, de tanques de buques, o de líneas de tuberías. Las muestras de líneas de tubería pueden ser tomadas automáticamente o manualmente. La toma correcta de muestras en líneas es la automática ya que son más representativas que las muestras manuales... Las muestras de tanques podrían no ser representativas a menos que el tanque sea completamente homogéneo y no contenga agua libre.
- **Tanques estacionarios:**
Los tanques de petróleo crudo podrían ser muestreados de la siguiente forma: Composición sectorial, intermedia sectorial, todos los niveles, corrida de muestras o muestras de grifos. Adicionalmente las muestras podrían ser tomadas como sean necesarias.

Nota 6: Donde se tenga concentraciones realmente altas de emulsiones en el fondo del tanque, el muestreo inferior no podría ser considerado como representativo. En tales casos el muestreo automático en las líneas es recomendado. Si esto no es posible una muestra en el desagüe o una muestra de fondo podría requerirse en vez de una muestra inferior. En adición, una toma de fondo podría ser hecha para medidas de abre y cierre así que algún cambio en el nivel del S & W en el fondo del tanque podría ser observado y notado.

Obtención de muestras:

- Extremo cuidado y buen juicio son necesarios para asegurar que las muestras obtenidas representen el carácter general y la condición promedia del material. Es importante tener las manos limpias, podrían llevarse con guantes limpios pero solo cuando sean absolutamente necesarios, tal como en muestras frías, o cuando se esté manejando materiales con altas temperaturas, o por razones de seguridad. Seleccionar telas limpias que no introduzcan hilachas, porque podrían contaminar las muestras.
- Como muchos de los vapores de petróleo son tóxicos e inflamables, evite respirarlos o encenderlos abriendo una llama o por una chispa producida por estática. Seguir todas las precauciones de seguridad específicas para el material que está siendo muestreado.
- Cuando se está muestreando productos relativamente volátiles más de 2 Psi (13.8 Kpa) Rvp. Abra y permita que el aparato de muestreo reboce. Cuando el contenedor está siendo llenado con la muestra, colocar el muestreador en la abertura del

contenedor y permitir que permanezca en esta posición hasta que el contenido sea transferido para que la muestra no se sature de aire.

- Cuando se están muestreando productos líquidos no volátiles de menos de 2 Psi (13.8 Kpa) Rvp, el aparato de muestreo debe ser llenado y permitir el reboce antes de sellar la muestra. Si la muestra está siendo transferida a otro contenedor, enjuagar el contenedor de la muestra con algunos de los productos a ser muestreados y drenar antes que este se llene con la muestra sectorial.

Nota 7: Cuando se toman muestras de tanques que se sospechan que son inflamables a la presión atmosférica, se deben tener ciertas precauciones para guardarlas contra ignición debida a la electricidad estática. Metales u objetos conductivos tales como tapas calibradoras, contenedores de muestra y termómetros, se aconseja no bajarlos dentro o bajarlos suspendidos en un compartimiento o en tanque el cual se está llenado o inmediatamente después de suspender del bombeo. Un periodo de espera generalmente permite una relajación sustancial de la carga electrostática.

Manejo de muestras:

- **Muestras volátiles:** Para esto es necesario proteger todas las muestras volátiles de petróleo o productos del petróleo evaporables. La transferencia inmediata de productos del aparato de muestreo al contenedor de muestra. Guarde el contenedor cerrado excepto cuando el material está siendo transferido. Cuando se obtienen muestras de más de 16 Psi (110 Kpa) Rvp, se debe usar contenedores bastante buenos para conocer las regulaciones de seguridad local. Después de la entrega a los laboratorios, las muestras volátiles podrían ser enfriadas antes de abrir el contenedor.
- **Muestras sensitivas a la luz:** Estas muestras sensitivas a la luz son muy importantes, tales como la gasolina, son guardadas en lugares oscuros, si las pruebas incluyen la determinación de tales propiedades como el calor y contenido de inhibidor, características de formación de lodo, pruebas de estabilidad o valor de neutralización. Podrían ser usadas botellas de vidrio ámbar. Guardar las botellas en cajas inmediatamente después de la colección.
- **Materiales refinados:** Protección de productos refinados de humedad y polvo poniendo papel, plástico o una fina lámina de metal encima del tapón y el tope del contenedor.
- **Limite del contenedor:** Nunca llenar completamente el contenedor de muestra, para permitir expansión, tomando en consideración la temperatura del líquido en el tiempo de llenado y la máxima temperatura probable para el cual el llenado del contenedor podría ser tomado.
- **Envío de muestras:** Para prevenir perdidas de líquidos y vapores durante el transporte, y para proteger contra la humedad y polvo, tapar con taponés de vidrio con tapas plásticas, limpie, seque, coloque encima del tope los taponés en las botellas, y permita el cierre hermético. Atornille las tapas de metal del contenedor herméticamente y verifique que no haya goteo.
- **Etiquetar el contenedor de muestras:** Etiquetar el contenedor de muestras inmediatamente después de que la muestra es obtenida. Use papel impermeable y

tinta a prueba de aceite o un lapicero bastante duro para abollar la etiqueta, y debe incluir la siguiente información.

- Datos de tiempos (el periodo transcurrido durante continuos muestreos y las horas y minutos de colección de tomas de muestras).
- Nombre del muestreador
- Nombre o número y dueño de la embarcación, carro o contenedor.

5.2.3 Procedimiento de muestreo:

a. Muestras de botella o beaker:

- **Aplicación:** El procedimiento de muestreo por botella o beaker se aplica a muestras líquidas de 16 Psi (110 Kpa) Rvp o menos.
- **Aparatos:** Una muestra de botella o beaker ideal se muestra en la figura 6, se recomienda el uso y diámetro de apertura en la botella o beaker dados en la tabla 24.

Tabla 24. Dimensiones del beaker o botella de acuerdo al peso de la muestra

Material	Diameter of Opening	
	cm	in.
Light lubricating oils, kerosines, gasolines, transparent gas oils, diesel fuels, distillates	2	¾
Heavy lubricating oils, nontransparent gas oils	4	1½
Light crude oils less than 43 cTs at 40°C	2	¾
Heavy crude and fuel oils	4	1½

- **Procedimiento:**

Muestreo de todos los niveles (forma uno): Baje la botella tapada o beaker hasta el fondo, tire del tapón con un fuerte jalón de la cuerda y aumente uniformemente la tasa de la botella para que esta se llene las tres cuartas partes y sáquela del líquido. Para productos livianos o tanque profundos, se necesita de una restricción al abrir para evitar el llenado completo de la botella.

Corrida de muestra (forma dos): Baje la botella sin tapón o el beaker tan bajo como sea posible o al nivel del fondo de la conexión de salida o que la cuerda este tensionada y entonces suba la botella o beaker a una tasa uniforme de velocidad tal que se llene las tres cuartas partes y entonces retire del petróleo. Para productos livianos o tanques profundos, use un corcho ranurado u otra restricción abierta para evitar el llenado completo de la botella.

Muestras superior, media, inferior y a la salida: Baje la botella tapada al tope apropiado, superior, medio, inferior y a la salida. (Ver figura 5)

Nota 8: Cuando hay alta concentración de emulsiones en el fondo del tanque, la muestra inferior no se considera representativa. Se recomienda en tales casos un muestreo automático. Esto no es posible en la muestra de salida o la muestra del fondo. Se requiere en cambio la muestra más baja. En adición, hacer una toma en el fondo, a la entrada y a la salida, para que cualquier cambio en el nivel de BS W se observe y se anote.

Seleccione el nivel, tire afuera el tapón con un fuerte tirón de la cuerda y permita que la botella o el beaker se llenen completamente. Cuando crea que está lleno, suba la botella o el beaker, bote una pequeña cantidad y tape inmediatamente.

Muestra Compuesta de múltiples tanques: Prepare la muestra compuesta en el laboratorio (no en el campo) mezcle porciones de todos los niveles.

Muestra puntual compuesta: Prepare la muestra puntual compuesta en iguales proporciones como se especifico anteriormente, usando la forma tres o la forma dos.

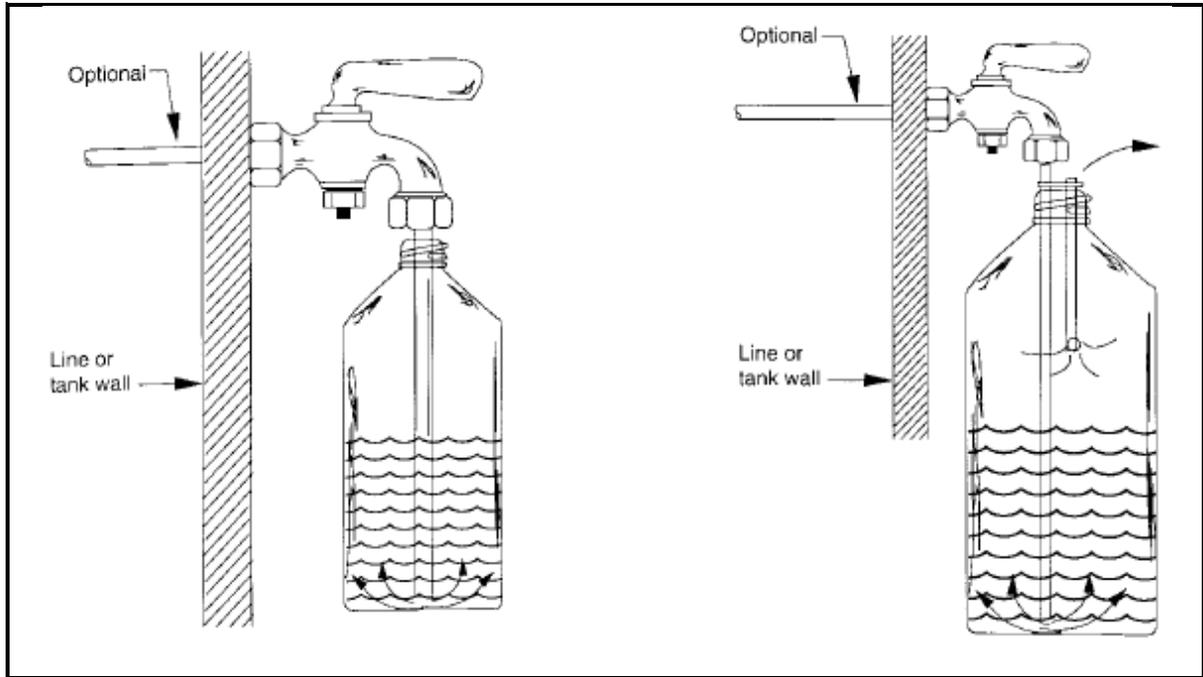
Muestra media compuesta: Obtenga esta muestra de la forma especificada en la sección 6.2.

Manejo: Tape y etiquete la botella inmediatamente después de tomarla y entregue al laboratorio la muestra en la botella original. Una ventaja al usar una botella a cambio del beaker, es que la perdida de luz final es probable que ocurra en la transferencia de la muestra del beaker a otro contenedor.

b. Muestras del grifo o surtidor:

- **Aplicación:** El procedimiento de la toma de muestras del grifo se aplica para muestras líquidas de 26 Psi (179 Kpa) Rvp o menos en tanques que están equipados con grifos o líneas. Se recomienda este procedimiento para productos volátiles en el tanque tipo respirador o techo flotante, globo, esferoide, etc. (las muestras pueden ser tomadas del grifo) la forma del muestreador tipo grifo se muestra en la figura 7.

Figura 7. Accesorios para la toma tipo grifo



Nota 9: Si Rvp es mayor a 16 Psi (110 Kpa), se debe usar un enfriador entre el grifo del tanque y el contenedor de muestras para mantener la muestra fresca y contener y prevenir la volatilización de componentes de bajo punto de burbujeo.

- **Aparatos:**

Grifo del tanque: El tanque puede estar equipado con menos de tres grifos de muestreo puestos equidistantes a través de la altura del tanque y extendido a menos de 3 pies (0.9 m) dentro de la lata del tanque. Una tubería estándar es de pulgada con válvulas satisfactoria.

Muestras de grifos: Las muestras de petróleo crudo pueden tomarse a través de grifos. La muestra del grifo superior puede estar localizada a 18 pulgadas (457 mm) bajo el tope del tanque. El grifo inferior se puede localizar al nivel del fondo o en la conexión de salida, y la muestra del grifo del medio se localiza entre los grifos superiores e inferiores. Otro grifo se puede adicionar a 4 pulgadas (102 mm) bajo la conexión de salida para determinar si el nivel del petróleo comerciable esta bajo este punto. El grifo para la toma de muestra se puede localizar mínimo a 6 pies (1.8 m) distante circunferencialmente de la tubería de salida y en la conexión de desagüe o al tope de las conexiones de arriba, y a 8 pies (2.4 m) de la línea de llenado. Use grifos de tamaño de pulgada y líneas de $\frac{3}{4}$ pulgadas de diámetro nominal para petróleo crudo de 18 ° de gravedad API o menos. Para petróleo ligero, se puede usar, tamaño de grifo de $\frac{1}{2}$ pulgada con línea de diámetro nominal de $\frac{1}{2}$ pulgada. Las líneas

pueden extenderse a un mínimo de 4 pulgada (102 mm) dentro del grifo del tanque, excepto en tanques con techo flotante, donde son necesarias instalaciones de flujo rápido. Todas las muestras de grifos se pueden equipar con válvulas y tapones.

En tanques de más de 10000 barriles de capacidad, se pueden instalar menos de dos juegos de grifos, localizarlos equidistantes alrededor de la circunferencia del tanque. 5 o más grifos se pueden instalar por juego, uniformemente espaciados entre los niveles más altos y bajos.

Tubo: La entrada del tubo no debe de estar contaminada con el producto muestreado y debe tener suficiente longitud para que alcance el fondo del contenedor de muestra que se requiere para el llenado. Cuando se enfría la muestra, es conveniente un tubo similar entre el grifo del tanque y el enfriador.

Contenedor de muestras: Usar una botella de vidrio limpia, del tamaño y fuerza conveniente para recibir las muestras. Si la presión de vapor del producto a muestrear está entre 16 y 26 Psi (110 y 179 Kpa) Rvp, proteger la botella con una cubierta de metal hasta que la muestra se descargue. En algunos casos, tales como en muestras de petróleo crudo, puede usarse un contenedor de metal en lugar de botellas de vidrio.

- **Procedimiento:**

Después de sacar la muestra, continúe con el flujo del grifo y línea hasta limpiar completamente. Conecte el tubo limpio al grifo. Saque directamente las muestras de la parte superior, media e inferior de los grifos respectivos, después tape y etiquete la muestra contenida e inmediatamente se llene, lleve al laboratorio.

Cuando se usa una muestra fría durante la operación de muestreo, se usa un tubo limpio que se conecta al grifo y se procede con la operación de muestreo.

En un tanque de 10000 barriles de capacidad o menos, tome muestras de igual cantidad de las conexiones superior, media e inferior. Mida el recipiente de tamaño adecuado para sacar la cantidad necesaria del grifo.

En un tanque de más de 10000 barriles de capacidad, tome muestras de igual cantidad de cada conexión y de cada juego de conexiones.

Mezcle todas las muestras en igual proporción de muestras compuestas, o pruebas de muestras separadamente y promedie los resultados.

Cuando el nivel del petróleo crudo en el tanque alcanza los grifos de arriba o de la mitad en un tanque equipado con tres grifos, se sugiere que la corrida de la muestra se obtenga como sigue: si el nivel del petróleo está más cerca al grifo superior que al de la mitad, tome dos muestras del grifo de la mitad y una del grifo inferior. Si el nivel del petróleo está más cerca al grifo de la mitad que del superior, tome una muestra del

grifo del medio y otra del grifo inferior. Si el nivel del petróleo está por debajo del grifo medio, tome todas las muestras del grifo inferior.

c. Manual de muestreo en tuberías:

- **Aplicación:** El procedimiento de la toma de muestras en tuberías se aplica para muestras líquidas de 16 Psi (110 Kpa) Rvp o menos y semilíquidos. Donde la custodia de transferencia envuelve, preferiblemente continuas muestras automáticas. Cuando la toma automática falla, son necesarias muestras manuales. La toma de muestras manuales debe ser lo más representativamente posible.

- **Aparatos:**

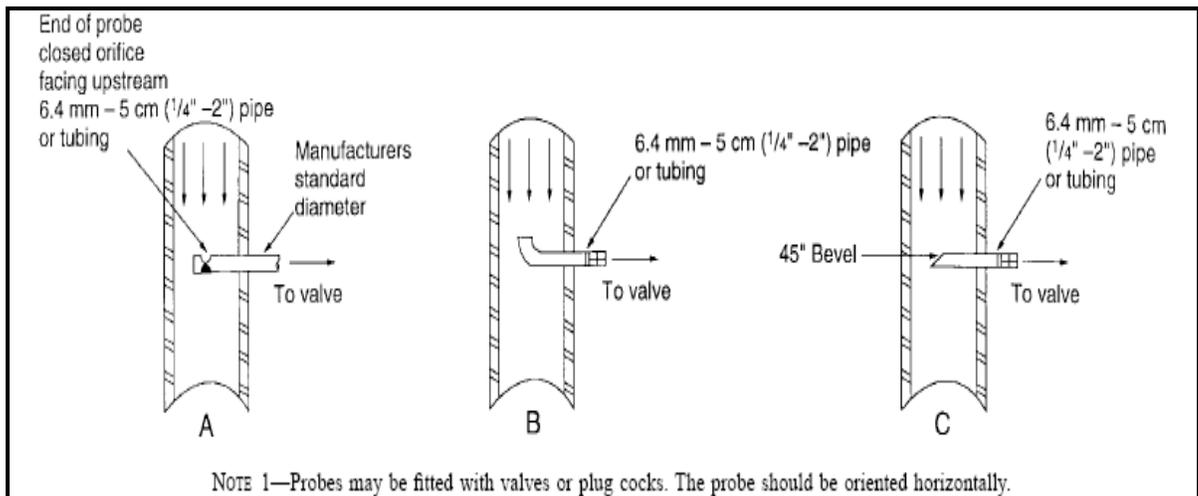
Sonda muestreadora: La función de la sonda es retirar de la corriente de flujo una porción representativa. El diseño de la sonda se muestra en la figura 4. Estos son:

Un tubo extendido del centro de la línea y biselado a 45° que afronte la corriente arriba. (Ver Figura 8, parte A).

Una longitud radial de codo forjado o de tubería encorvada extendida en el centro de la tubería y que afronte la corriente arriba. El final de la sonda debería ser escariado para dar un borde de entrada agudo (figura 8, parte B).

Un tubo cerrado al final con un orificio redondo cerca del final cerrado que debería ser colocado de tal modo que el orificio este en el centro de la tubería y afronte la corriente como muestra la figura 8, parte C.

Figura 8. Sondas para el muestreo manual sectorial



Locación de la sonda: Como el fluido que va a ser muestreado no es siempre homogéneo, la locación, la posición y el tamaño de la sonda debe ser tal que minimice algunas separaciones por agua y partículas pesadas que podrían hacer que su concentración cambie al tomar la muestra.

La sonda debe estar siempre en posición horizontal para prevenir desagüe atrás de algunas partes de la muestra en la corriente principal.

La sonda de muestreo se debe localizar preferiblemente en la corrida vertical de la tubería donde tal corrida vertical podría realizarse. La sonda también se podría localizar en la corrida horizontal de la tubería que abastece la velocidad de flujo que es bastante alta para proporcionar una mezcla turbulenta. Mientras la velocidad de flujo adecuada no puede eliminar las diferencias de concentración entre el fondo y el tope de la tubería, que puede proveer una concentración promedio en el medio de la tubería que será representativa de toda la tubería de la estación a probar.

Donde la velocidad adecuada de flujo no está disponible, se puede instalar un dispositivo adecuado para la mezcla de flujo de fluidos para el muestreo por grifo para reducir la estratificación a un nivel aceptable. Si el flujo es vertical con una distancia suficientemente grande hay tasas de flujo bajas, por lo que tales dispositivos no son necesarios, algunos dispositivos efectivos para obtener la mezcla adecuada son: un reductor del tamaño de la tubería; con una serie de baffles; un orificio o un plato perforado; o una combinación de estos métodos. El diseño o el tamaño de los dispositivos depende de cada situación, que sea tan largo como se este fluyendo para permitir la mezcla y obtener una muestra representativa de la sonda.

El punto de muestreo debe estar tan cerca como sea práctico al punto donde el petróleo pasa a la muestra receptor.

La línea de muestreo esta tan cerca como sea practica y puede limpiarse antes de que se tomen las muestras.

Controlar la tasa con la que la muestra se retira, la sonda se puede ajustar con válvulas o con grifos.

- **Procedimiento:**

Ajuste la válvula o el grifo de la sonda de modo que sostenga la corriente que se saca de la sonda, la tasa de muestreo para retirar a tales velocidades de flujo a través de la sonda que es aproximadamente igual a la velocidad lineal promedio del líquido a través de la tubería. La medida y registro de la tasa de muestreo es la cantidad retirada de galones por hora (o litros por hora). Desvíe la corriente del contenedor continuamente o intermitentemente con tal de que la cantidad de muestra sea suficiente para el análisis.

En muestras de petróleo crudo, se pueden tomar muestras de ½ pt (0.2 l) o mas cada hora o menos, cualquiera que este atravesando. Por mutuo acuerdo, el periodo de muestreo o tamaño de la muestra, o ambos, pueden ser acomodados al tamaño de la parcela. Es muy importante el tamaño de la muestra y el intervalo entre las operaciones de muestreo con tasas de flujo uniforme o no uniforme. Cuando la corriente principal de la tasa de flujo es variable, varíe la tasa de muestreo acorde a la cantidad de muestra para que sea siempre retirada de cualquier cantidad dada de fluido pasando por el punto de muestreo en la corriente principal. En práctica, esto es difícil de lograr.

El lugar de muestrear el petróleo crudo en un contenedor cerrado y al final en acuerdo con el periodo de tiempo, mezcle las muestras combinadas y tome una muestra compuesta para mezclas y el manejo de las muestras contenidas frescas, secas; evite la exposición directa al sol.

Alternativamente, la línea de muestreo puede tomarse en intervalos regulares e individualmente probados. Los resultados individuales se pueden promediar aritméticamente, ajustados por variaciones en la tasa de flujo durante un periodo de tiempo.

Se aceptan resultados de cada compuesto o el promedio aritmético.

Después de cada procedimiento, etiquete la muestra y entregue al laboratorio en el contenedor donde fue colectado.

Nota 10: Cuando las muestras son semilíquidas, caliente las líneas de muestreo, válvulas y receptores a la temperatura suficiente para mantener el material líquido y asegure la exactitud de la muestra y la mezcla.

Tubo muestreador:

- **Aplicación:** El procedimiento del tubo muestreador es aplicable a muestras líquidas de 2 Psi (13.8 Kpa) Rvp o menos y para semilíquidos.

- **Aparatos:**

Tubo: Se puede usar tubos de vidrio o de metal, diseñado para que pueda alcanzar 1/8 pulgada (3.2 mm.) del fondo y tenga una capacidad aproximadamente de 1 pt (0.5 l) o 1 qt (0.9 l). El tubo de metal es conveniente para muestras de 50 galones (190 l) en tambores que se muestran en la figura 5. Tiene dos anillos soldados a los lados opuestos del tubo mas arriba del final que son convenientes para sostener con los dedos y evitar que se deslice, dejando libre el dedo pulgar para cerrar la abertura.

Contenedor de muestra: Se usan latas, botellas de vidrio limpias y secas.

- **Procedimiento:**

Tambores y barriles: Coloque el tambor o el barril al lado de la obstrucción. Si el tambor no tiene obstrucción, colóquelo derecho con la muestra en el tope. Es deseable detectar agua, óxido u otro contaminante insoluble, permita que el tambor o el barril permanezcan en la misma posición para permitir que los contaminantes se estabilicen. Remueva el dedo pulgar, permitiendo el flujo del petróleo dentro del tubo. Cierre de nuevo con el dedo pulgar y retire el tubo. Enjuague el tubo con el petróleo sosteniendo este casi horizontal y moviéndolo para que el petróleo tenga contacto con la parte dentro de la superficie inmersa en la muestra tomada. Evite manejar cualquier parte del tubo que pueda estar inmersa en el petróleo durante la operación de muestreo. Deseche el enjuague del petróleo y permita desaguar el tubo. Inserte de nuevo el tubo dentro del petróleo, sosteniéndolo con el dedo pulgar (si se desea una muestra de todos los niveles, inserte el tubo abierto). Cuando el tubo alcance el fondo, remueva el dedo pulgar y permita que el tubo se llene. Tape con el dedo pulgar, retire el tubo rápidamente y transfiera al contenedor de muestra el contenido. No permita en el manejo que se tenga contacto con cualquier parte de la muestra. Cierre el contenedor de muestra; apriete el tapón en el tambor o el barril. Etiquete el contenedor y entregue al laboratorio.

Latas: La obtención de muestras en latas de 5 galones (19 l) de capacidad o más de la misma forma que los tambores y barriles, usando un tubo proporcionalmente de dimensiones más pequeñas. Para las latas de menos de 5 galones (19 l) de capacidad, use todo el contenido de la muestra, seleccione la lata al azar como indica la tabla 3 o de acuerdo con el acuerdo entre el comprador y el vendedor.

d. Muestreador tipo ladrón:

Aplicación: El procedimiento con el muestreador tipo ladrón se aplica para obtener muestras del fondo o para semilíquidos en carro tanques y en tanques de almacenamiento.

El ladrón es, a grandes rasgos, un tubo cilíndrico de unas 18 pulgadas de longitud y al menos 2 pulgadas de diámetro. Una válvula operada por un resorte cierra la parte inferior. El ladrón, con la válvula abierta se baja dentro del tanque por medio de una cuerda. Utilizando una segunda cuerda atada a un dispositivo especial en el ladrón, se cierra la válvula cuando aquel está a la profundidad deseada. El ladrón es ampliamente usado en muestras de petróleo crudo en tanques de almacenamiento. En esta aplicación se pueden usar muestras tomadas a diferentes niveles tan buenas como las muestras del fondo del petróleo no comerciable y agua en el fondo del tanque.

- **Aparatos:**

Ladrón: El ladrón debe ser diseñado para que la muestra sea obtenida cerca de $\frac{1}{2}$ pulgada (13 mm) del fondo del carro o del tanque. Dos tipos de ladrones se ilustran en la figura 9. Uno de ellos se baja dentro del tanque con las válvulas abiertas para permitir el flujo de petróleo a través del contenedor. Cuando el ladrón golpea el fondo del tanque, las válvulas se cierran automáticamente atrapando la muestra del fondo.

El otro tipo de ladrón tiene una cuerda la cual abre las válvulas automáticamente cuando el vástago golpea el fondo del tanque. La muestra entra al contenedor a través de la válvula del fondo y el aire se suelta simultáneamente a través del tope. Las válvulas se cierran cuando el ladrón se retira. El ladrón tipo centro es similar al que muestra la figura 10, con una sección transversal uniforme y el fondo cerrado y con una capacidad que depende del tamaño requerido por la muestra, también se puede usar para petróleo crudo. El ladrón debe ser capaz de penetrar el petróleo en el tanque al nivel requerido, mecánicamente equipado para permitir el llenado de cualquier nivel, y capaz de retirarse sin un debido contenido de contaminación. El ladrón puede ser equipado como sigue: Muestras de grifos, obtener muestras para la determinación de agua y sedimentos;

Figura 9. Tubo de Muestreo

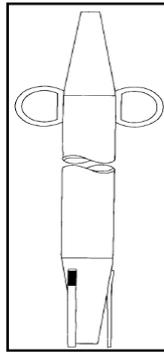
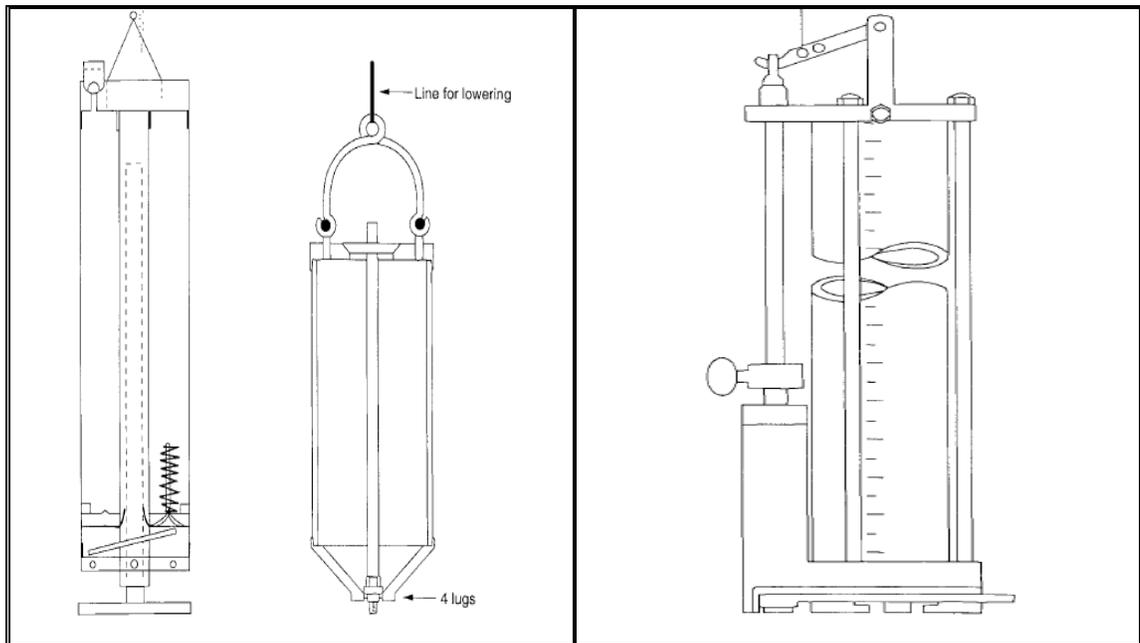


Figura 10. Ladrones.



Se usan extensiones de barras para obtener muestras en niveles que están en correspondencia con requerimientos alta o de conexiones para muestras para determinar que tan grande es el nivel de agua y sedimentos;

La medida de agua y sedimentos para determinar que tan alto esta el agua y los sedimentos en el ladrón;

Se usa una sombrilla cuando se está tomando la gravedad y la temperatura del petróleo para prevenir la alteración de la temperatura por el viento y/o la contaminación con la lluvia;

Un abridor para descansar la tensión en la válvula o dispositivo en cualquier nivel deseado;

Una cinta graduada para el ladrón con el fin de poder tomar la muestra a cualquier profundidad del tanque; y

Un gancho para la caída del ladrón en la compuerta vertical.

Contenedor de muestra: Se usan latas o botellas de vidrio limpias y secas.

- **Procedimiento:**

Baje el ladrón limpio, seco a través del domo del carro tanque o la compuerta del tanque hasta que golpee el fondo. Cuando este lleno, remueva el ladrón y transfiera el contenido de la muestra al contenedor. Cierre y etiquete el contenedor inmediatamente y entregue al laboratorio.

Baje despacio el ladrón limpio y seco dentro del petróleo a la profundidad deseada, baje el ladrón asegurando la muestra y suba lentamente para evitar la agitación. La profundidad apropiada para el muestreo se describe en la sección 6.2.

e. Muestreador de pesados semisólidos:

- **Aplicación:** El procedimiento del muestreador de pesados se aplica para ceras y sólidos suaves en barriles, cajas, bolsas cuando no pueden fundirse y ser muestreados líquidos.

- **Aparatos:**

Barrena pequeña: Use una barrena pequeña de $\frac{3}{4}$ de pulgada (19 mm) en diámetro, lo suficientemente larga como para que pase a través del material que va a ser muestreado.

- **Procedimiento**

Remueva la cabeza o tapa de los barriles o cajas. Abra las bolsas y envuelva los pasteles. Remueva cualquier suciedad, ramitas, cordones u otras sustancias extrañas de la superficie del material. Perfore tres huecos a través del cuerpo del material, uno en el centro, y los otros dos a medio camino entre el centro y el borde del paquete en los lados derecho e izquierdo, respectivamente. Si se remueve cualquier material extraño del interior del material durante la operación de perforación ponga los tres juegos perforados en un contenedor individual de las muestras, etiquete y entregue al laboratorio.

Inspección de laboratorio: Si se ve cualquier diferencia en la muestra, examine y pruebe cada juego perforado en el laboratorio. Por otra parte, combine los tres juegos perforados dentro de una muestra. Si se desea subdividirlo, enfríe, pulverice (si es necesario), mezcle y divida en cuartos hasta reducir a la cantidad deseada.

f. Muestreador agarrador:

- **Aplicación:**

El procedimiento del muestreador agarrador se aplica para todas las muestras en cajas, barriles, bolsas. Este se aplica particularmente a conexiones de petróleo verde de coke. Refiérase al método D346, donde se usan otros métodos de manejo y envío.

Lugar de muestreo: El coke del petróleo puede ser muestreado de montones o de tambores de coke después de cargado el ferrocarril.

- **Aparatos:**

Contenedor de muestras: Un cubo de polietileno de aproximadamente 10 qt (9.5 l) de capacidad.

Cucharón grande: De acero puro o de aluminio de tamaño número 2.

- **Procedimiento:**

Muestreo: Se usan Sólidos heterogéneos y por eso se dificulta la precisión de las muestras. Es preferible que tomar muestras durante el descargue de carros, o durante el transporte del material. Durante el transporte de material, obtener un número de porciones a intervalos frecuentes y regulares y combinarlos.

Cuando se tienen muestras de ferrocarriles, usar uno de los siguientes procedimientos:

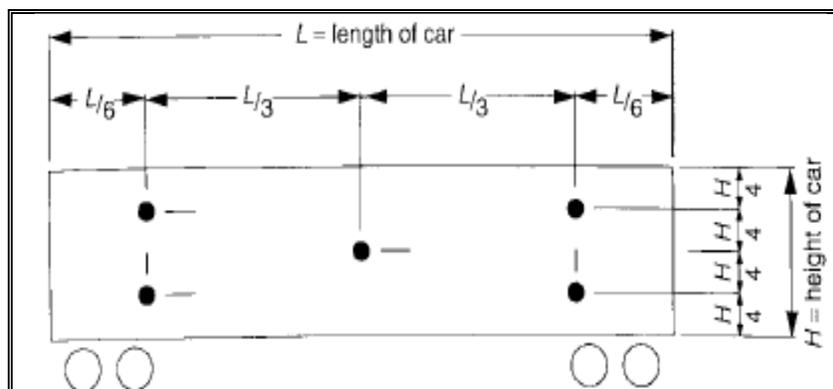
g. Muestreo industrial de hidrocarburos aromáticos:

- **Aplicación:** Para obtención de muestras de hidrocarburos aromáticos industriales (benceno, tolueno, xileno, y solvente naftas), proceda de acuerdo a las secciones anteriores, particularmente aquellas pertinentes a precauciones, cuidados y limpieza.

5.2.4 Manejo de muestras. Las siguientes sustancias pueden ser usadas en todo el curso de este método para el manejo de la muestra. Las declaraciones preventivas deberían ser leídas antes del empleo de tales sustancias.

- **Líquido Inflamable:**
 - Mantener lejos del calor, chispas, y llama.
 - Mantener el contenedor cerrado.
 - Usan sólo con una ventilación adecuada.
 - Evitar la respiración prolongada de vapor o rocío de niebla.
 - Evitar el contacto prolongado o repetido con la piel.
- **Gasolina:**
 - Perjudicial de ser absorbido por piel.
 - Mantener lejos del calor, chispas, y llama.
 - Mantener el contenedor cerrado. Empleo con ventilación adecuada.
 - Evitar el desarrollo de vapores y eliminan todas las fuentes de ignición sobre todo aparatos eléctricos y calentadores.
 - Evitar la respiración prolongada de vapor o rocío de niebla.
 - Evitar el contacto prolongado o repetido con la piel.

Figura 11. Localización de los puntos de muestreo a diferentes niveles del carro tanque



5.3 EMPRESAS MUESTREADAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA.

Para definir los puntos de muestreo (estaciones de servicio, sitios de distribución empresas) se tuvo en cuenta los siguientes aspectos.

- Estudios de proyectos anteriores.
- Estudios isocinéticos.
- Quejas y reclamos de usuarios en la secretaría de gobierno (área de hidrocarburos).
- Base de datos de suministrada por AMVA.
- Base de datos de los laboratorios de Carbones y Crudos y Derivados de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

5.3.1 Empresas muestreadas para Combustibles líquidos. Definiendo como combustible líquido a gasolina (gasolina corriente o extra) y diesel se muestrearon 65 empresas que se muestran a continuación (ver tabla 25):

Tabla 25. Empresas muestreadas para combustible líquidos

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Tipo de Proveedor
Estación de servicio móvil los Ángeles	Bello	Exxon Móbil
Estación de servicio Texaco no. 3 autopista sur	Itagüí	Texaco
Estación de servicio Texaco bello no. 9	Bello	Texaco
Estación de servicio Texaco sabaneta	Sabaneta	Texaco
Estación de servicio Texaco Itagüí	Itagüí	Texaco
Terpel central de abastos	Itagüí	Terpel
Estación de servicio mobil la autopista	Bello	Exxon Móbil
Estación de servicio nano's Texaco	Copacabana	Texaco
Estación de servicio Terpel ancón sur	Sabaneta	Terpel
Estación de servicio la paloma	Bello	Terpel
Estación y parqueadero mobil el cerrito	Itagüí	Exxon Móbil
Puerta del nordeste	Barbosa	Terpel
Estación de servicio la Santamaría	Itagüí	Exxon Móbil
Estación de servicio mobil la autopista	Bello	Exxon Móbil
Estación de servicio Terpel club del río	Barbosa	Terpel
Estación los lagos	Caldas	Exxon Móbil
Estación móvil la florida	La Estrella	Exxon Móbil
Servicentro Esso Caldas	Caldas	Exxon Móbil

Tabla 25. (Continuación)

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Tipo de Proveedor
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	Exxon Móbil
Terpel Itagüí	Itagüí	Terpel
Ecopetrol	Medellín	Ecopetrol
Organización Terpel s.a.	Medellín	Terpel
Estación de servicio Distracom exposiciones 750	Medellín	Texaco
Texaco envigado 620	Envigado	Texaco
Estación de servicio coralinás	Girardota	Zeuss
Mobil regional	Medellín	Exxon Móbil
Auto centro codi-caldas	Caldas	Exxon Mobil
Auto centro la palma	Medellín	Exxon Mobil
Autogas de Colombia breascol s.a	Medellín	Terpel
Bomba claret	Medellín	Zeuss
Bomba Texaco Colombia	Medellín	Texaco
Bomba la v	Medellín	Zeuss
Distrimax-ter Ltda. Eds Terpel campo Valdés	Medellín	Terpel
Dolphins plus Ltda.	Medellín	Texaco
Envicentro Texaco	Envigado	Texaco
Esso 18 campo Valdés	Medellín	Exxon Mobil
Esso la 80	Medellín	Exxon Mobil
Esso envigado	Envigado	Exxon Mobil
Esso laureles	Medellín	Exxon Mobil
Esso los mangos	Medellín	Exxon Mobil
Esso las vegas	Envigado	Exxon Mobil
Estación los Ángeles y cía. Ltda	Bello	Exxon Móbil
Estación de servicio zeuss el venado	Itagüí	Zeuss
Estación de servicio zeuss Carabobo	Medellín	Zeuss
Estación de gasolina Barbosa zeuss	Barbosa	Zeuss
Zeuss petroleum s.a.	Girardota	Zeuss
Estación de servicios los almendros	Medellín	Zeuss
Estación de servicio automarket Esso mayorca	Sabaneta	Exxon Móbil
Estación de servicios Caribe Medellín s.a	Medellín	Terpel
Estación de servicio Esso no.9 los álamos	Medellín	Exxon Móbil
Estación de servicio portal de niquia	Bello	Exxon Móbil
Estación de servicios serviamigos	Medellín	Exxon Mobil

Tabla 25. (Continuación)

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Tipo de Proveedor
Estación de servicio Terpel la 45	Medellín	Terpel
Estación de servicios Terpel la 65	Medellín	Terpel
Estación de servicio Terpel belen	Medellín	Terpel
Estación de servicio Terpel el encierro	Medellín	Terpel
Estación de servicio Terpel guayabal la 80	Medellín	Terpel
Estación de servicio Terpel mayoral	Medellín	Terpel
Estación de servicio Terpel el poblado (el tesoro)	Medellín	Terpel
Estación de servicio Terpel la raya	Medellín	Terpel
Estación de servicio Texaco la 33	Medellín	Texaco
Servicentro zeuss el porvenir	Medellín	Zeuss
Servicentro zeuss las brisas	Medellín	Zeuss
Servicentro zeuss altavista	Medellín	Zeuss
Servicentro zeuss caldas	Caldas	Zeuss

Teniendo en cuenta la información de la tabla 16 se obtiene el siguiente diagrama de datos (ver figura 12).

De la figura 12, se puede ver que el municipio donde se optó por tomar mayor número de empresas para muestrear fue Medellín, con un 49% del total de empresas muestreadas. Siguiendo El municipio de Itagüí y Bello con el 11 % de empresas a muestrear. El municipio con menor número de empresas aportantes para el muestreo de combustibles líquidos, fue la Estrella, con un 1%.

Se debe entender por tipo de proveedor, el nombre con que la empresa (estación de servicio) trabaja, debido a que estrictamente hablando, el único proveedor en Colombia es Ecopetrol, cuya empresa también fue seleccionada para tomar muestras y por tal razón aparece como el menor aportante con un 2 %.

Figura 12. Muestreo de empresas por municipio – combustibles líquidos



Se puede ver en la figura 13, que el Tipo de proveedor que aporta mayor número de empresas para muestrear es Exxon Mobil con el 35% de empresas, seguido por Terpel, con el 28 %.

Figura 13. Muestreo de empresas por Tipo de proveedor



5.3.2 Empresas muestreadas para combustibles industriales. Para la toma de muestras de combustibles industriales se seleccionaron 37 empresas distribuidas en el AMVA, las cuales se muestran a continuación en la tabla 26.

Tabla 26. Empresas muestreadas para combustible Industriales

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio
INVERSIONES TALON LTDA.	Medellín
ASFALTADORA COLOMBIA LTDA.	Medellín
PROCTEL AND GAMBLE COLOMBIA LTDA.	Medellín
BONEM S.A.	Medellín
FUNDICION ATORO LTDA.	Medellín
ASCENDER S.A.	Itagüí
CI DOÑA PAULA	Itagüí
INVERSIONES TRIBILIN S.A.	Itagüí
EXPOQUIMICA	Itagüí
MAXIPETROL	Itagüí
AUTO INDUSTRIAL CAMEL S.A.	Itagüí
ANDERCOL S.A.	Medellín
FUNDALCO LTDA.	La Estrella
INTERCOL S.A.	La Estrella
PERFILES TECNICOS LTDA.	Sabaneta
PETRORAZA	Sabaneta
PAPELSA S.A.	Barbosa
COLOMBIANA KIMBERLY COLPAPEL S.A.	Barbosa
PETROQUIMICOS DE ANTIOQUIA	Copacabana
EVOLUCION ANDINA	Bello
ASCRUDOS	Bello
NOPCO COLOMBIANA S.A.	Bello
PRODUCTOS ICOLPAN PASTITALICA	Medellín
COLANTA	Medellín
LEONISA S.A.	Medellín
POMELOS S.A.	Medellín
ECOTRANSA	Medellín
CI J GUTIERREZ Y CIA C.A. FUNDICION GUTIERREZ	Medellín

Tabla 26. (Continuación)

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio
CELSA S.A.	Itagüí
OXIGENADOS Y DERIVADOS	Itagüí
FUNDICION POLINCO	Caldas
TRENZADOS MEDELLIN	Caldas
CANTERA SANTA RITA	Medellín
TEXACO PALACE	Medellín
COONORTE	Medellín
MOBIL SUR	Medellín
TRANSMEDA	Medellín

Teniendo en cuenta la información de la tabla 26 se obtiene el siguiente diagrama de datos (ver figura 14).

De la figura 14, se puede ver que el municipio donde se optó por tomar mayor número de empresas para muestrear fue Medellín, con un 46% del total de empresas muestreadas. Siguiendo el municipio de Itagüí con el 22 % de empresas a muestrear. El municipio con menor número de empresas aportantes para el muestreo de combustibles industriales, fue Copacabana, con un 3%.

Figura 14. Muestreo de empresas por municipio – combustibles industriales



5.4 MUESTREO EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ PARA COMBUSTIBLES LIQUIDOS

Para realizar la toma de muestras, en lo posible, se tomaba de los tanques para tener una muestra representativa que brindara un control de calidad que represente todo el volumen del tanque y el estado del tanque (verificar si requería mantenimiento).

A continuación se presenta el listado de las estaciones de servicio y sitios de distribución donde se realizó el muestreo y tipo de producto que se muestreo. Ver tabla 26.

Definiciones

Gasolina corriente: muestra de gasolina corriente que se le ha agregado marcador y aditivo.

Gasolina extra: muestra de gasolina extra que se le ha agregado marcador y aditivo.

Gasolina corriente sin aditivar: muestra de gasolina corriente que no se le ha agregado aditivo pero se ha agregado marcador.

Gasolina extra sin aditivar: muestra de gasolina extra que no se le ha agregado aditivo pero se ha agregado marcador.

Gasolina corriente sin marcador: muestra de gasolina corriente que no se le ha agregado marcador ni aditivos.

Gasolina extra sin marcador: muestra de gasolina extra que no se le ha agregado marcador ni aditivos.

Diesel: muestra de diesel que se le ha agregado marcador y aditivo.

Diesel sin aditivar: muestra de diesel que no se le ha agregado aditivo pero se ha agregado marcador.

Diesel sin marcador: muestra de diesel que no se le ha agregado marcador ni aditivos.

De la tabla 27 se puede ver lo siguiente:

- Numero de muestras tomadas: 301
- Numero de muestras de gasolina 151
- Numero de muestras de diesel : 150 muestras

Por otra parte en las figuras 15 y 16 se puede ver el número de muestras tomadas de acuerdo al tipo de producto, tipo de proveedor y municipio.

Tabla 27. Muestreo de Combustibles Líquidos

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Estación Mobil La Miel	Caldas	M1	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación Mobil La Miel	Caldas	M2	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación Mobil La Miel	Caldas	M3	Exxon Mobil	Diesel

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Estación Mobil La Miel	Caldas	M4	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M5	Exxon Mobil	Diesel
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M6	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M7	Exxon Mobil	Diesel
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M8	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M9	Texaco	Gasolina Extra
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M10	Texaco	Gasolina Corriente
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M11	Texaco	Diesel
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M12	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A.	Itagüí	M13	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A.	Itagüí	M14	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A.	Itagüí	M15	Texaco	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A.	Itagüí	M16	Texaco	Gasolina Corriente
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M17	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M18	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M19	Exxon Mobil	Diesel
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M20	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M21	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M22	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M23	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M24	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M25	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M26	Texaco	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M27	Texaco	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M28	Texaco	Gasolina Extra
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M29	Texaco	Diesel

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M30	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M31	Texaco	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M32	Texaco	Gasolina Extra
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	M33	Exxon Mobil	Diesel
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	M34	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M35	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M36	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M37	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M38	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M39	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M40	Zeuss	Gasolina Corriente
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M41	Terpel	Diesel
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M42	Terpel	Gasolina Corriente
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M43	Terpel	Gasolina Corriente
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M44	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M45	Texaco	Gasolina Extra
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M46	Texaco	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M47	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M48	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M49	Texaco	Gasolina Extra
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M50	Texaco	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M51	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M52	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M53	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M54	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M55	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M56	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M57	Exxon Mobil	Gasolina Corriente

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M57	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M58	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M59	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M60	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M61	Zeuss	Diesel
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M62	Zeuss	Gasolina Extra
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M63	Zeuss	Gasolina Extra
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M64	Zeuss	Gasolina Corriente
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M65	Zeuss	Diesel
Esso Los Mangos	Medellín	M66	Exxon Mobil	Gasolina corriente
Esso Los Mangos	Medellín	M67	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Esso Los Mangos	Medellín	M68	Exxon Mobil	Diesel
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M69	Terpel	Gasolina Extra
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M70	Terpel	Gasolina Corriente
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M71	Terpel	Diesel
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M72	Terpel	Gasolina Corriente
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M73	Terpel	Diesel
Texaco	Medellín	M74	Texaco	Gasolina Corriente
Texaco	Medellín	M75	Texaco	Diesel Sin aditivos
Texaco	Medellín	M76	Texaco	Gasolina Extra
Texaco	Medellín	M77	Texaco	Gasolina Corriente
Texaco	Medellín	M78	Texaco	Diesel
Texaco	Medellín	M79	Texaco	Gasolina Extra
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M80	Terpel	Gasolina Extra
Ecopetrol	Medellín	M81	Ecopetrol	Gasolina Extra sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M82	Ecopetrol	Diesel sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M83	Ecopetrol	Diesel sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M84	Ecopetrol	Gasolina Corriente sin Marcador

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Ecopetrol	Medellín	M85	Ecopetrol	Diesel sin Marcador
Organización Terpel S.A.	Medellín	M86	Terpel	Diesel sin Aditivos
Organización Terpel S.A.	Medellín	M87	Terpel	Gasolina Corriente sin Aditivos
Organización Terpel S.A.	Medellín	M88	Terpel	Diesel sin Aditivos
Organización Terpel S.A.	Medellín	M89	Terpel	Gasolina Corriente sin aditivos
Organización Terpel S.A.	Medellín	M90	Terpel	Gasolina Extra sin Aditivos
Organización Terpel S.A.	Medellín	M91	Terpel	Gasolina Corriente
Organización Terpel S.A.	Medellín	M92	Terpel	Gasolina Extra
Organización Terpel S.A.	Medellín	M93	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M94	Zeuss	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M95	Zeuss	Gasolina Extra
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M96	Zeuss	Diesel
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M97	Zeuss	Diesel
Auto Centro Codi-Caldas Mobil	Caldas	M98	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Auto Centro Codi-Caldas Mobil	Caldas	M99	Exxon Mobil	Diesel
Auto Centro Codi-Caldas Mobil	Caldas	M100	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M101	Terpel	Diesel
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M102	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M103	Zeuss	Gasolina Corriente
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M104	Zeuss	Gasolina Corriente
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M105	Zeuss	Diesel
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M106	Zeuss	Diesel
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M107	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M108	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M109	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M110	Terpel	Diesel

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Estación Texaco Colombia	Medellín	M111	Texaco	Gasolina Corriente
Estación Texaco Colombia	Medellín	M112	Texaco	Gasolina Corriente
Estación Texaco Colombia	Medellín	M113	Texaco	Gasolina Extra
Estación Texaco Colombia	Medellín	M114	Texaco	Diesel
Esso La 80	Medellín	M115	Exxon Mobil	Diesel
Esso La 80	Medellín	M116	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Esso La 80	Medellín	M117	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Esso La 80	Medellín	M118	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Bomba Claret	Medellín	M119	Zeuss	Diesel
Bomba Claret	Medellín	M120	Zeuss	Gasolina Corriente
Auto Centro Codi-Caldas Mobil	Caldas	M121	Exxon Mobil	Diesel
Mobil Regional	Medellín	M122	Exxon Mobil	Diesel
Mobil Regional	Medellín	M123	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Mobil Regional	Medellín	M124	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Mobil Regional	Medellín	M125	Exxon Mobil	Diesel
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M126	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M127	Exxon Mobil	Gasolina corriente
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M128	Exxon Mobil	Diesel
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M129	Exxon Mobil	Diesel
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M130	Zeuss	Gasolina corriente
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M131	Zeuss	Gasolina Corriente sin Aditivos
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M132	Zeuss	Diesel
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M133	Zeuss	Diesel sin Aditivos
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M134	Zeuss	Gasolina Extra
Estación De Servicio Distracom Texaco(Exposiciones)	Medellín	M135	Texaco	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M136	Texaco	Gasolina Extra
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M137	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M138	Texaco	Diesel
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M139	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M140	Exxon Mobil	Gasolina Extra

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M141	Exxon Mobil	Diesel
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M142	Exxon Mobil	Diesel
Estación Esso Envigado	Envigado	M143	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación Esso Envigado	Envigado	M144	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación Esso Envigado	Envigado	M145	Exxon Mobil	Diesel
Estación Esso Envigado	Envigado	M146	Exxon Mobil	Diesel
Envicentro Texaco	Envigado	M147	Texaco	Diesel
Envicentro Texaco	Envigado	M148	Texaco	Gasolina Corriente
Envicentro Texaco	Envigado	M149	Texaco	Gasolina Extra
Envicentro Texaco	Envigado	M150	Texaco	Diesel
Bomba Claret	Medellín	M151	Zeuss	Diesel
Bomba Claret	Medellín	M152	Zeuss	Gasolina Corriente
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M153	Terpel	Diesel
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M154	Terpel	Gasolina Extra
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M155	Terpel	Gasolina Corriente
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M156	Terpel	Diesel
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M157	Exxon Mobil	Diesel
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M158	Exxon Mobil	Diesel
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M159	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M160	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M161	Exxon Mobil	Diesel
Bomba La V	Medellín	M162	Zeuss	Diesel
Bomba La V	Medellín	M163	Zeuss	Gasolina Corriente
Bomba La V	Medellín	M164	Zeuss	Diesel
Bomba La V	Medellín	M165	Zeuss	Gasolina Corriente
Exxon Mobil	Medellín	M166	Exxon Mobil	Diesel
Exxon Mobil	Medellín	M167	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Exxon Mobil	Medellín	M168	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Exxon Mobil	Medellín	M169	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Exxon Mobil	Medellín	M170	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Exxon Mobil	Medellín	M171	Exxon Mobil	Diesel
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M172	Zeuss	Gasolina Extra

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M173	Zeuss	Gasolina Corriente
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M174	Zeuss	Gasolina Extra
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M175	Zeuss	Gasolina Corriente
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M176	Zeuss	Diesel
Esso Los Álamos	Medellín	M177	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Esso Los Álamos	Medellín	M178	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Esso Los Álamos	Medellín	M179	Exxon Mobil	Diesel
Esso Los Álamos	Medellín	M180	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M181	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M182	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M183	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M184	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M185	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M186	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M187	Terpel	Diesel
Texaco	Medellín	M188	Texaco	Gasolina Corriente
Texaco	Medellín	M189	Texaco	Gasolina Extra
Texaco	Medellín	M190	Texaco	Diesel
Texaco	Medellín	M191	Texaco	Gasolina Corriente
Texaco	Medellín	M192	Texaco	Gasolina Extra
Texaco	Medellín	M193	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M194	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M195	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M196	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Terpel Mayor	Medellín	M197	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel Mayor	Medellín	M198	Terpel	Gasolina Extra
Estación De Servicio Terpel Mayor	Medellín	M199	Terpel	Diesel

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M200	Terpel	Diesel
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M201	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M202	Terpel	Gasolina Extra
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M203	Terpel	Diesel
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M204	Terpel	Diesel
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M205	Zeuss	Gasolina Extra
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M206	Zeuss	Gasolina Corriente
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M207	Zeuss	Diesel
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M208	Zeuss	Diesel
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M209	Terpel	Gasolina Extra
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M210	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M211	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M212	Terpel	Diesel
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M213	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M214	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M215	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M216	Exxon Mobil	Diesel
Texaco Envigado	Envigado	M217	Texaco	Diesel
Texaco Envigado	Envigado	M218	Texaco	Diesel
Texaco Envigado	Envigado	M219	Texaco	Gasolina Corriente
Texaco Envigado	Envigado	M220	Texaco	Gasolina Extra
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M221	Zeuss	Diesel
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M222	Zeuss	Gasolina Corriente
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M223	Zeuss	Diesel
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M224	Zeuss	Gasolina Corriente
Ecopetrol	Medellín	M225	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M226	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M227	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M228	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M229	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Ecopetrol	Medellín	M230	Ecopetrol	Gasolina Corriente sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M231	Ecopetrol	Gasolina Corriente sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M232	Ecopetrol	Gasolina Corriente sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M233	Ecopetrol	Gasolina Corriente sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M234	Ecopetrol	Gasolina Extra
Organización Terpel S.A.	Medellín	M235	Terpel	Gasolina Extra sin Aditivos
Organización Terpel S.A.	Medellín	M236	Terpel	Gasolina Extra
Organización Terpel S.A.	Medellín	M237	Terpel	Gasolina Corriente sin Aditivos
Organización Terpel S.A.	Medellín	M238	Terpel	Gasolina Corriente
Organización Terpel S.A.	Medellín	M239	Terpel	Diesel sin Aditivos
Organización Terpel S.A.	Medellín	M240	Terpel	Diesel
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M241	Exxon Mobil	Diesel
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M242	Exxon Mobil	Diesel
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M243	Exxon Mobil	Diesel
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M244	Exxon Mobil	Diesel
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M245	Zeuss	Gasolina Corriente
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M246	Zeuss	Diesel sin Aditivos
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M247	Zeuss	Gasolina Corriente sin Aditivos
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M248	Zeuss	Diesel
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M249	Zeuss	Diesel
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M250	Zeuss	Gasolina Extra sin Aditivos
Terpel Mayoral	Medellín	M251	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M252	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M253	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M254	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M255	Terpel	Gasolina Extra
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M256	Terpel	Diesel

Tabla 27. (Continuación)

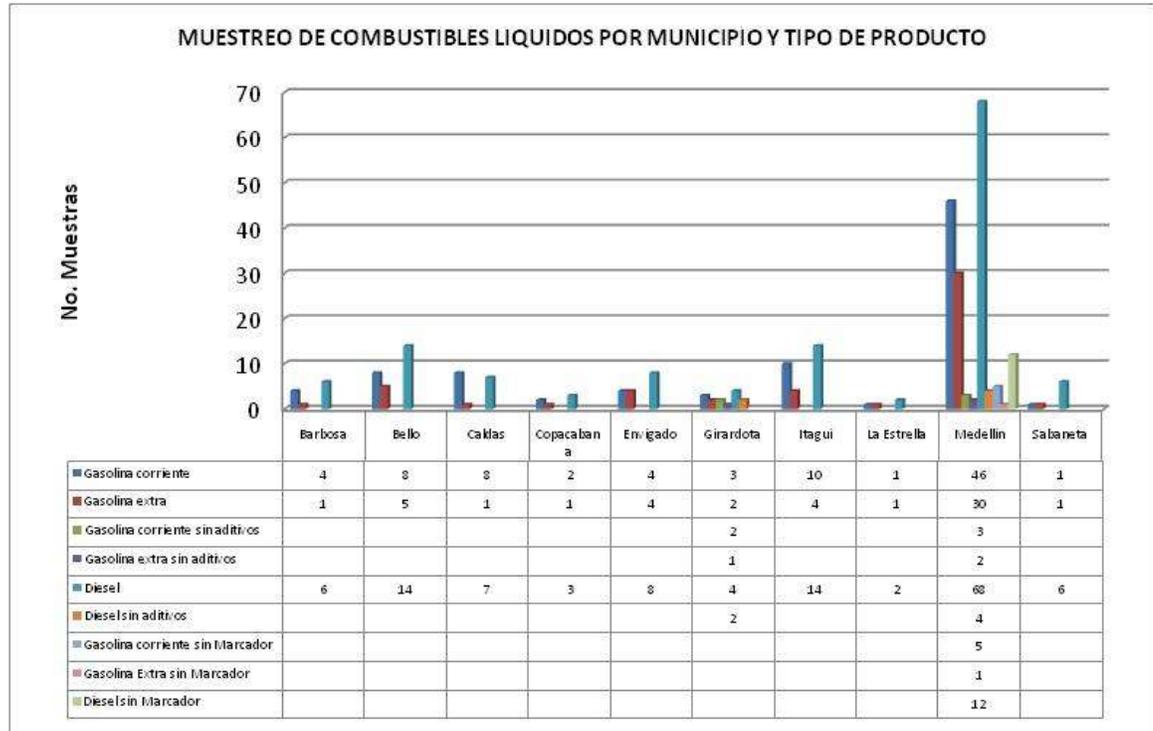
Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M257	Zeuss	Gasolina Corriente
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M258	Zeuss	Gasolina Extra
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M259	Zeuss	Diesel
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M260	Zeuss	Diesel
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M261	Zeuss	Diesel
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M262	Zeuss	Gasolina Corriente
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M263	Zeuss	Diesel
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M264	Zeuss	Gasolina Corriente
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M265	Zeuss	Diesel
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M266	Terpel	Gasolina Extra
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M267	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M268	Terpel	Gasolina Corriente
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M269	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Terpel El Tesoro	Medellín	M270	Terpel	Gasolina Corriente
Ecopetrol	Medellín	M271	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M272	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M273	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Terpel El Encierro Poblado	Medellín	M274	Terpel	Diesel
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M275	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M276	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Terpel El Encierro Poblado	Medellín	M277	Terpel	Diesel
Esso La 80	Medellín	M278	Exxon Mobil	Diesel
Esso La 80	Medellín	M279	Exxon Mobil	Diesel
Exxon Mobil	Medellín	M280	Exxon Mobil	Gasolina Extra
Exxon Mobil	Medellín	M281	Exxon Mobil	Gasolina Corriente
Exxon Mobil	Medellín	M282	Exxon Mobil	Diesel
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M283	Exxon Mobil	Diesel

Tabla 27. (Continuación)

Empresa ó Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo de Proveedor	Combustible
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M284	Exxon Mobil	Diesel
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M285	Exxon Mobil	Diesel
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M286	Terpel	Diesel
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M287	Terpel	Diesel
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M288	Terpel	Diesel
Servicentro Zeuss Las Brisas	Medellín	M289	Zeuss	Diesel
Servicentro Zeuss Las Brisas	Medellín	M290	Zeuss	Diesel
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M291	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M292	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M293	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M294	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M295	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Esso No.9 Los Álamos	Medellín	M296	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Esso No.9 Los Álamos	Medellín	M297	Exxon Mobil	Diesel
Estación De Servicio Texaco Bello No. 9	Bello	M298	Texaco	Diesel
Estación De Servicio Texaco Bello No. 9	Bello	M299	Texaco	Diesel
Ecopetrol	Medellín	M300	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador
Ecopetrol	Medellín	M301	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador

En la figura 15 se observa el muestreo de combustibles líquidos por municipio y tipo de producto. El municipio donde se tomaron mayor número de muestras fue en Medellín con 171 muestras, seguido de los municipios de Itagüí y Bello con 28 y 27 muestras respectivamente. El municipio donde se tomó el menor número de muestras fue en la Estrella con 4 muestras. Se observa que en los demás municipios el número de muestras tomadas oscilan alrededor del mismo valor.

Figura 15. Muestreo de combustibles líquidos por municipio y tipo de producto

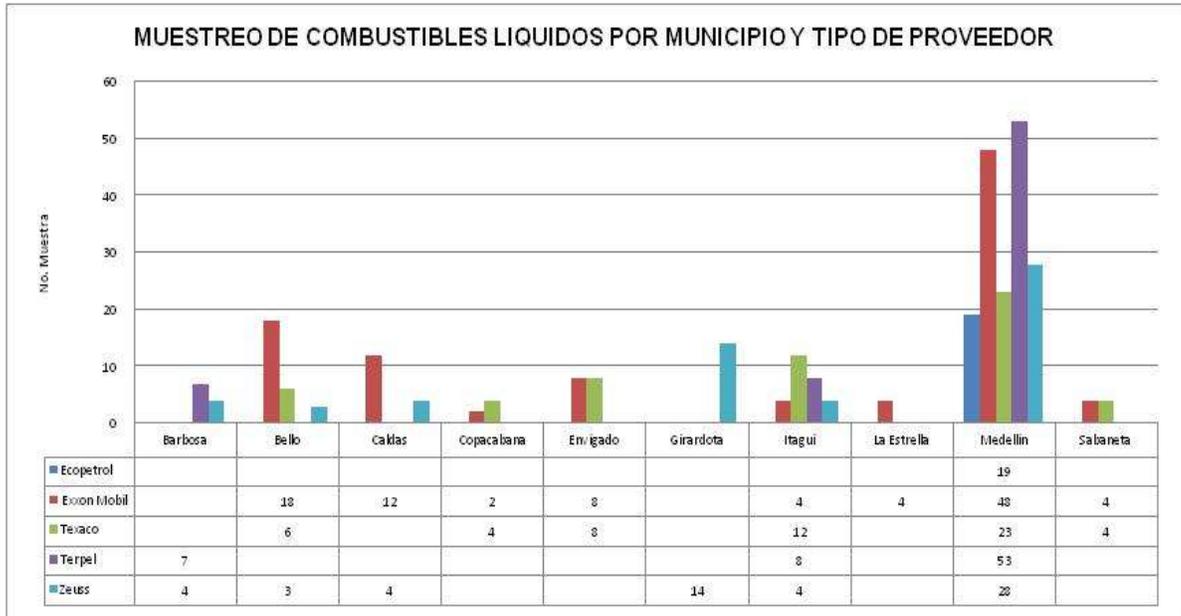


El producto con mayor número de muestras tomadas es el diesel con 132 muestras, seguido de los productos de gasolina corriente y extra con 87 y 50 muestras respectivamente. El producto con menor número de muestras es la gasolina extra sin marcador con 1 muestra. Se observa una tendencia con menor número de muestras en la gasolina extra en sus tres tipos de producto a tomar.

Por otro lado se puede ver que el diesel es el producto que más se tomo muestras en todos los municipios.

En la figura 16 se observa el muestreo de combustibles líquidos por municipio y tipo de proveedor. En todos los municipios se encuentra variación de variación en cuanto al proveedor de las muestras tomadas. Girardota es el único municipio que aparece como único proveedor “Zeuss”, debido a que en este lugar se encuentra ubicado el mayorista. Se puede observar que el muestreo se encuentra distribuido

Figura 16. Muestreo de combustibles líquidos por municipio y tipo de proveedor

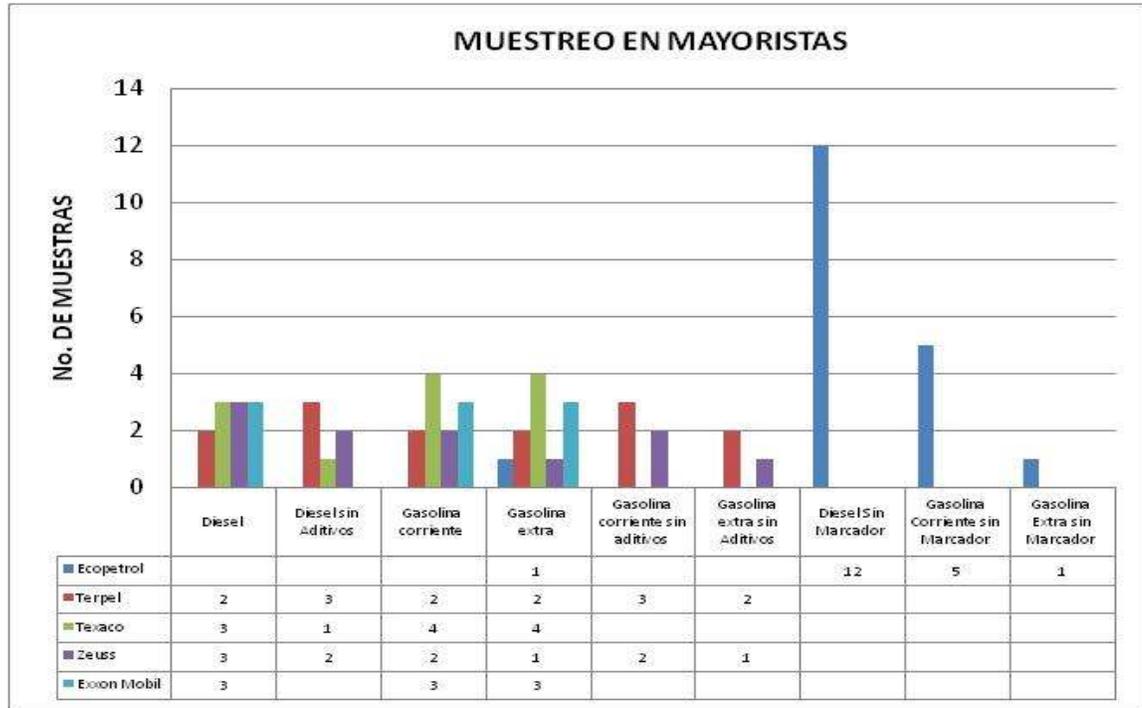


El proveedor con mayor número de muestras es Exxon Mobil con 100 muestra distribuidas en los distintos municipios del AMVA, seguido de Terpel con 68 muestras. Se observa que a pesar de que el Mayorista Zeuss es una compañía nueva se encuentra en la mayoría de municipios y en este estudio aportando el mismo número de muestras que la Compañía Texaco con 57 muestras. Es claro que Ecopetrol solamente se encuentra con muestras en el municipio de Medellín, con 19 muestras, ya que se considera uno de los más importantes entes en este estudio, por ser el proveedor principal y que debería considerarse objeto específico de estudio como sugirieron en varias empresas y estaciones de servicio.

A continuación se presenta (ver figura 17) una grafica con el numero de muestras tomadas solamente en los sitios de distribución como son Terpel, Texaco Y Exxon Mobil y a su vez el distribuidor de ellos como es Ecopetrol.

En la figura 17 se puede ver que en los mayoristas se tomaron 65 muestras. El sitio de distribución donde se tomo el mayor numero de muestras es Ecopetrol con 19 muestras, las cuales corresponden a los productos de diesel, gasolina corriente y gasolina extra sin marcador. Terpel es el mayorista donde se tomo un mayor número de muestras con 14 muestras, las cuales oscilan entre 2 y 3 muestras de cada uno de los tipos de productos objeto de este estudio a excepción de los productos sin marcador. Exxon Mobil Es el mayorista con menor número de muestras (9 muestras). Entonces se puede ver que los mayoristas también fueron seleccionados para el estudio de este proyecto y aportan un número de muestras representativas para realizar un buen análisis y obtener exitosas conclusiones.

Figura 17. Muestreo en mayoristas



Los responsables de este muestreo fueron:

Responsables

- Alirio Yobany Benavides Chávez. Ing. Petróleos. Msc. Ing. Química - Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín
- Luis Guillermo Benavides Suárez. Técnico Operativo – Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

5.5 MUESTREO EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ PARA COMBUSTIBLES INDUSTRIALES

Para realizar la toma de muestras, en lo posible, se tomaba de los tanques para tener una muestra representativa que brindara un control de calidad que represente todo el volumen del tanque y el estado del tanque (verificar si requería mantenimiento).

A continuación se presenta el listado de empresas donde se realizó el muestreo y tipo de producto que se muestreo. Ver tabla 28.

Definiciones

Combustible industrial: De la tabla 28 se puede ver lo siguiente: número de muestras tomadas: 80

En las figura 18 se puede ver el número de muestras tomadas de acuerdo al tipo de producto y municipio que se tomaron.

Tabla 28. Muestreo de Combustibles Industriales

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Código	Combustible
Colanta	Medellín	C1	Combustible Industrial
Colanta	Medellín	C2	Combustible Industrial
Colanta	Medellín	C3	Combustible Industrial
Ascrudos	Bello	C4	Combustible Industrial
Ascrudos	Bello	C5	Crudo
Ascrudos	Bello	C6	Combustóleo
Ascrudos	Bello	C7	Combustible Industrial
Ecotransa	Bello	C8	Aceite Combustible
Ecotransa	Bello	C9	Combustible Industrial
Ecotransa	Bello	C10	Combustible Industrial
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C11	Fuel Oil
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C12	Fuel Oil
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C13	Fuel Oil
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C14	Fuel Oil
Papelsa S.A.	Barbosa	C15	Fuel Oil
Papelsa S.A.	Barbosa	C16	Fuel Oil
Evolución Andina	Bello	C17	Destilado Medio Industrial

Tabla 28. (Continuación)

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Código	Combustible
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C18	Fuel oil No.6
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C19	Fuel oil No.7
Trnasmeba	Itagüí	C20	ACPM
Maxipetrol	Itagüí	C21	Combustible Industrial
Maxipetrol	Itagüí	C22	Combustible Industrial
Mobil Sur	Medellín	C23	Diesel
Mobil Sur	Medellín	C24	Diesel
Texaco Palace	Medellín	C25	Diesel
Texaco Palace	Medellín	C26	Diesel
Texaco Palace	Medellín	C27	Diesel
Intercolor S.A	La Estrella	C28	Diesel
Intercolor S.A	La Estrella	C29	Diesel
Fundalco S.A	La Estrella	C30	Diesel
Fundalco S.A	La Estrella	C31	Aceite Residual
Expoquimica	Itagüí	C32	Diesel
Expoquimica	Itagüí	C33	Diesel
Petroraza	Sabaneta	C34	Diesel
Petroraza	Sabaneta	C35	Diesel
Coonorte	Medellín	C36	Diesel
Coonorte	Medellín	C37	Diesel
Fundición Atoro	Medellín	C38	Diesel
Fundición Atoro	Medellín	C39	Diesel
Bonem	Medellín	C40	Diesel
Celsa S.A	Itagüí	C41	Fuel Oil
Celsa S.A	Itagüí	C42	ACPM
Celsa S.A	Itagüí	C43	ACPM-Diesel
Oxigenados Y Derivados	Itagüí	C44	ACPM Mezclado
Fundición Polinco	Caldas	C45	Combustible Industrial Medio
Trenzados Medellin	Caldas	C46	Diesel-Combustible Intermedio
Trenzados Medellin	Caldas	C47	Diesel-Combustible Intermedio
Pomelos S.A	Medellín	C48	Diesel

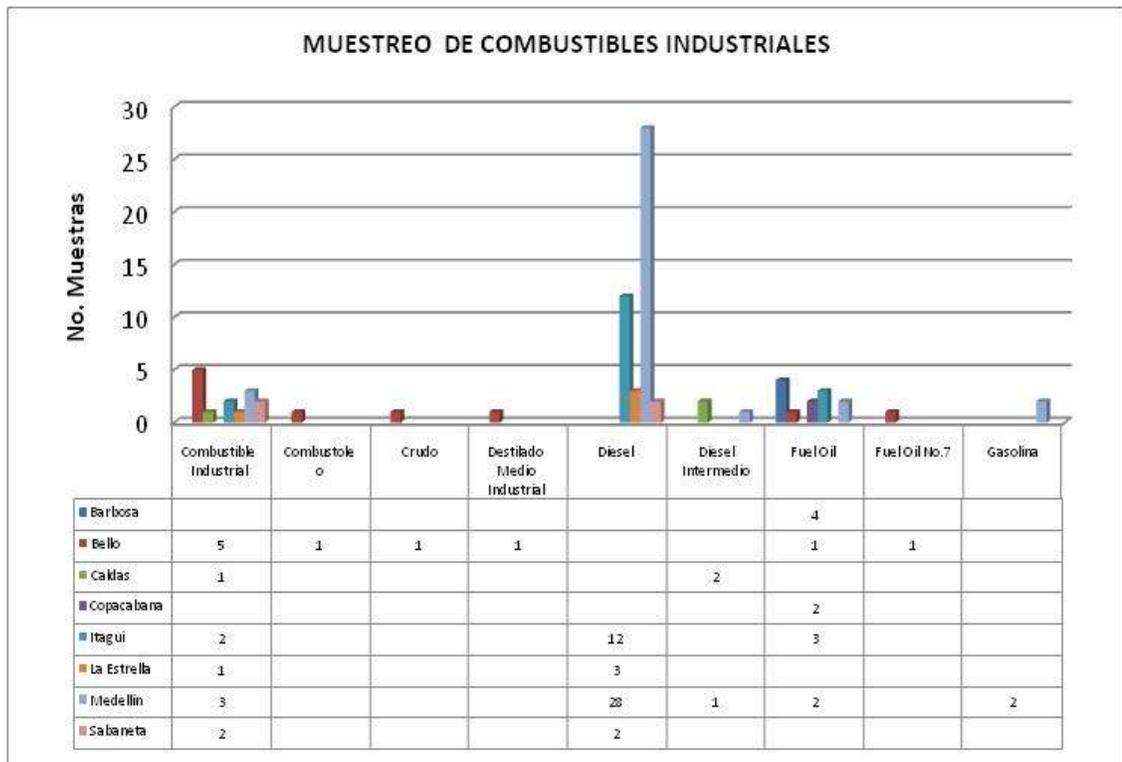
Tabla 28. (Continuación)

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Código	Combustible
Pomelos S.A	Medellín	C49	Diesel
Icolpan	Medellín	C50	Diesel(intermedio)
Icolpan	Medellín	C51	Diesel
Icolpan	Medellín	C52	Diesel
Cantera Santa Rita	Medellín	C53	Diesel
Cantera Santa Rita	Medellín	C54	Diesel
Cantera Santa Rita	Medellín	C55	Diesel
Leonisa De Colombia	Medellín	C56	Diesel
Fundición Gutiérrez	Medellín	C57	Diesel
Fundición Gutiérrez	Medellín	C58	Diesel
Fundición Gutiérrez	Medellín	C59	Diesel
Leonisa De Colombia	Medellín	C60	Diesel
Bonem S.A	Medellín	C61	Diesel
C.I Doña Paula	Itagüí	C62	Fuel Oil
C.I Doña Paula	Itagüí	C63	Fuel Oil
Ascender S.A	Itagüí	C64	Diesel
Ascender S.A	Itagüí	C65	Diesel
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C66	Diesel
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C67	Diesel
Inversiones Tribilin	Itagüí	C68	Diesel
Inversiones Tribilin	Itagüí	C69	Diesel
Andercol S.A.	Medellín	C70	Diesel
Andercol S.A.	Medellín	C71	Diesel
Andercol S.A.	Medellín	C72	Diesel
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C73	Diesel
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C74	Diesel
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C75	Fuel Oil
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C76	Fuel Oil
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C77	Aceite Combustible Industrial
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C78	Aceite Combustible Industrial
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C79	Gasolina
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C80	Gasolina

En la figura 18 se observa el muestreo de combustibles líquidos por municipio y tipo de producto. El municipio donde se tomaron mayor número de muestras fue en Medellín con 36 muestras, seguido de los municipios de Itagüí y Bello con 17 y 10 muestras respectivamente. El municipio donde se tomó el menor número de muestras fue Copacabana con 2 muestras. Se observa que en los demás municipios el número de muestras tomadas oscilan alrededor de 3 y 4 muestras.

El producto con mayor número de muestras tomadas es el diesel con 45 muestras, mostrando que en la actualidad es el combustible más utilizado a nivel industrial. Siguen los productos Combustible industrial y Fuel oil con 14 y 12 muestras respectivamente. Existen otros tipos de productos industriales que se están manejando como son crudo, diesel intermedio, destilado medio industrial en ciertas empresas pero su aporte en este estudio es muy pequeño.

Figura 18. Muestreo de combustibles industriales por municipio y tipo de producto



5.6 MUESTREO DE CARBÓN

El objetivo de un muestreo de carbón es obtener una cantidad parcial representativa de una unidad de muestreo o lote, de forma tal que la distribución y proporción de las

variables físicas, químicas y petrográficas sean equivalentes. Para muchos propósitos, a la muestra se le reduce el tamaño de partícula y la masa. Este proceso se denomina preparación.

Antes de emprender un programa de muestreo, se deben definir el material, la cantidad a ser muestreada, los análisis requeridos, la precisión requerida y la logística necesaria durante la operación.

Un muestreo adecuado permite evaluar o conocer, entre otros, los siguientes resultados: caracterizar física, química, petrográfica y tecnológicamente los carbones; conocer la variabilidad de los diferentes parámetros de calidad analizados; planificar las etapas de desarrollo y producción de proyectos mineros; definir usos industriales y tecnológicos; realizar contratos de compraventa e identificar problemas de tipo ambiental durante la producción, manejo, proceso e beneficio y utilización.

El muestreo puede ser manual o mecánico y puede realizarse en bandas transportadoras, en volquetas o camiones, en vagones o en pilas.

A continuación se enumeran, en forma general, los principales tipos de muestreo de producción:

5.6.1 Muestreo en bandas transportadoras. Es el sistema de muestreo más confiable, ya sea en banda estacionaria o en movimiento, siendo el primero el más preciso, razón por la cual se utiliza como método de referencia para verificar cualquier otro método. Los incrementos se pueden tomar a mano, con dispositivos especiales, (palas, canastas o separadores) o automáticamente.

5.6.2 Muestreo de volquetas, camiones o vagones. Éste se utiliza para propósitos de control de calidad y las muestras no pueden ser usadas para investigación científica. Cuando se muestrea antes del descargue se debe remover previamente una capa de por lo menos 30 cms eligiendo los lugares en puntos espaciados, regularmente en zig-zag. Cuando se muestrea durante el descargue, la muestra debe abarcar todo el ancho del material en movimiento o por lo menos se debe tomar en tres lugares del ancho total.

Cuando se muestrea después del descargue los incrementos se deben tomar a diferentes alturas del talud formado, siguiendo en espiral.

5.6.3 Muestreo de pilas. Son muestras voluminosas de carbón triturado, que se toman desde una pila de almacenamiento. Pueden consistir de carbón de un solo manto o de varios mantos, carbón lavado o carbón crudo. La calidad de la pila es importante cuando se requieran muestras frescas.

Procedimiento para la toma de muestras de producción

A continuación se resumen algunas normas de muestro ISO y ASTM y se presentan algunas consideraciones prácticas que se deben tener en cuenta cuando se muestrea

carbón de producción, o sea, aquel extraído del manto por operaciones mineras. Para cualquier información adicional, se deben consultar las normas ISO 1975-1988(E) o Astm D-2234.

Antes de tomar la muestra se debe decidir el tamaño requerido para los diferentes ensayos. Las muestras deben ser representativas de la mayor cantidad de carbón producido y con un mínimo de 12 incrementos cada una. El número de incrementos para muestrear carbón hasta 1000 toneladas se presenta en la tabla 29.

Tabla 29. Número de incrementos para suministros de hasta 100 ton según normas ISO

Estado del carbón	Carbón lavado	Carbón sin lavar
Bandas transportadoras y similares	16	32
Vagones, volquetas y barcazas	24	48
Barcos y pilas	32	64

Por lo general, durante el programa de caracterización se muestrea carbón sin lavar y no se recomienda realizarlo en pilas. Cuando se muestrea en un sistema de transporte continuo (vagones, volquetas, etc.), se recomienda tomar, por lo menos, tres incrementos por cada unidad de transporte.

Para suministro de más de 1000 toneladas y menores de 10000, se debe multiplicar el número de incrementos por el factor:

$$N2=N1(\text{suministro (toneladas)}/1000)^{1/2}$$

Donde N1 es el número de incrementos específicos y N2 es el número de incrementos requeridos.

Por ejemplo, para muestrear 4000 toneladas de carbón sin lavar, en una banda transportadora, el número mínimo de incrementos será de 64.

Otro procedimiento para suministros de más de 1000 toneladas es dividir el suministro en sub-lotes, para luego tomar incrementos que conformen una muestra por cada sub-lote.

En el caso de pilas mayores de 10000 toneladas, se deberá dividir la pila en sub-lotes menores a 10000 toneladas y utilizar el proceso descrito.

El tamaño mínimo de los incrementos, o sea, el peso mínimo de cada incremento, se obtiene de las expresiones.

$$P= 0.60D \text{ Cuando } D < 150 \text{ mm}$$

$$P=10 \text{ kg Cuando } D > 150 \text{ mm}$$

Donde P es el peso mínimo de cada incremento en kilogramos; P debe ser siempre mayor de 0.5 kg y D es el tamaño tope del carbón en mm (95% del material tiene un tamaño igual o menor). Por ejemplo, para carbón de 2" (50.8 mm), el peso mínimo de los

incrementos debe ser 3.05 kg. Para tamaños de partículas mayores de 150 mm se recomienda tomar incrementos de peso mayor o igual a 10kg.

Cuando se muestrean líneas continuas de producción, como bandas transportadoras, o cuando se muestrea con dispositivos, como cucharas, tubos o palas, el tamaño de éstos debe ser por lo menos 2.5 veces mayor que el tamaño tope del carbón.

El principal error en el muestreo consiste en tomar incrementos en lugares no representativos, por ejemplo, de un solo lado del vagón, volqueta, pila, etc.; no alcanzar toda la profundidad en las pilas o usar dispositivos de muestreo que no tengan capacidad para coleccionar carbones de gran tamaño.

- **Manejo y transporte del carbón**

Muchos carbones son cuidadosamente preparados y tamizados para cumplir con los requerimientos de utilización específica. Con el fin de realizar la total valoración técnica y económica del carbón, se deberían efectuar todos los esfuerzos para asegurar que tales propiedades sean protegidas al momento del uso. En la práctica, esto es virtualmente imposible debido a que el carbón usualmente tiene que ser transportado por diferentes medios de un lugar a otro, y antes de usarlo es frecuente su almacenamiento en pilas por varios períodos de tiempo.

Dependiendo de la localización geográfica, el carbón puede estar sometido a altas y bajas temperaturas ambientales y a grandes fluctuaciones en la humedad relativa. En climas muy calientes, la combustión espontánea puede ser un problema.

- **Consideraciones sobre el almacenamiento de carbones**

La exposición del carbón a condiciones atmosféricas prevalecientes (Humedad y temperatura), puede causar un deterioro en su calidad y una reducción en su valor económico. Este proceso está influenciado por la tasa y grado de reducción de tamaño de partícula. Este y otros procesos pueden llegar a cambiar el contenido de humedad, para producir varios efectos por la oxidación del carbón y el desarrollo de la combustión espontánea.

Cuando se trata de almacenar carbón durante mucho tiempo, el espesor de las pilas debe adaptarse de acuerdo con el tipo de carbón, así por ejemplo: los carbones bajos en volátiles se pueden apilar a alturas ilimitadas; los carbones con materia volátil entre 25 y 40 % pueden ampliarse a alturas entre 6 y 8 metros como máximo y los lignitos a alturas menores de 6 metros. Una compresión del carbón después del almacenaje, reduce el riesgo de autoinflamación.

La combustión espontánea origina cambios en las propiedades físicas y químicas de las pilas de carbón, particularmente en la vecindad de los focos calientes, y si no se controla puede destruir grandes cantidades.

Para minimizar el riesgo de oxidación espontánea del carbón almacenado en pilas se tienen las siguientes sugerencias:

- El terreno sobre el cual descansan las pilas debe estar bien nivelado, firme y drenado.
- Exponer el carbón al menor transporte posible.
- Una altura menor de las pilas disminuye el peligro de combustión, porque el calor se disipa más fácilmente.
- Utilizar el carbón tan pronto como sea posible.
- Es conveniente almacenar bajo el agua ciertos tipos de carbón de baja temperatura de inflamación.
- Evitar el almacenaje en silos cerrados puesto que el carbón emite gases que al mezclarlos con el aire pueden producir incendios y explosiones.
- La cara de la pila que enfrenta el viento se debe apisonar para evitar focos de autocombustión.
- Los carbones de distinta procedencia se deben apilar por separado, procurando evitar el almacenamiento de finos (de 0 a 1 mm), de carbones de bajo rango y durante mucho tiempo (máximo 4 semanas).
- El carbón no debe exponerse a radiación calorífica prolongada, como por ejemplo al lado de una caldera u horno.
- En caso de presentarse un incendio es difícil extinguirlo; el único método seguro de extinción es el de esparcir el montón de carbón, irrigándolo simultáneamente con agua. La irrigación con agua, sin esparcir simultáneamente el montón, tiene un efecto insignificante, puesto que una cantidad de agua insuficiente actúa como propagadora del fuego. En recintos cerrados, la irrigación con agua es peligrosa y puede dar lugar a explosiones de vapor.

5.7 INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS

El laboratorio de Carbones de la Universidad Nacional se encuentra certificado para la toma, muestreo y análisis de carbón bajo el siguiente instructivo:

5.7.1 Objetivo. Orientar al cliente en la toma y manejo de muestras, con el fin de obtener una cantidad representativa del lote, manto o patio que se quiere caracterizar.

5.7.2 Alcance. Este instructivo comprende las actividades necesarias para obtener una muestra de carbón in situ representativa, que será analizada posteriormente en el laboratorio.

5.7.3 Reglas básicas para el muestreo. El objetivo de recolectar una muestra de carbón es obtener una cantidad parcial representativa de una unidad de muestreo o lote, de tal

forma que la distribución de las variables físicas como químicas sean equivalentes y la determinación de la calidad del carbón sea efectiva.

5.7.4 Importancia del muestreo.

- El productor de carbón requiere datos físicos y químicos exactos para planear y controlar la exploración, desarrollo, minería, preparación y mercadeo.
- Las plantas industriales y consumidoras necesitan datos similares para determinar cuáles tipos de carbón se adaptan mejor a sus necesidades.
- En los contratos de compraventa, el vendedor y comprador se basan en los análisis de las muestras para determinar el precio básico del producto, los bonos y los castigos.
- Agencias del gobierno requieren estos datos para verificar que se ajustan a normas sobre contaminación ambiental.

5.7.5 Factores que afectan el muestreo. El carbón es uno de los materiales más difíciles para muestrear debido a aspectos como:

- Composición variable.
- En los mantos de carbón hay variaciones laterales y verticales.
- En los procedimientos de explotación se rompe el carbón en pedazos desiguales en tamaño y composición.
- La diferencia de tamaños de partículas produce segregación de ellas en las pilas, bandas transportadoras, silos, vagones, volquetas, etc.
- El carbón es susceptible a la oxidación.

Estos factores hacen que tanto el método como el cuidado con el que se realice el muestreo tengan una influencia fundamental en los resultados analíticos (Figura 19).

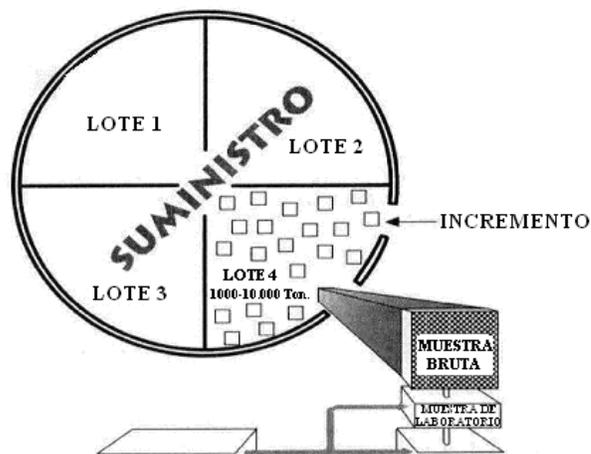
Figura 19. Influencia del muestreo en los resultados analíticos



Definiciones de muestras. En el muestreo de carbones hay que diferenciar (Tomado de Ramírez, 1993) (Figura 20):

- Suministro. Cantidad específica de carbón como la producción de una mina durante un día, etc. Un suministro puede incluir más de un lote de carbón.
- Lote. Cantidad de carbón a ser representada por una muestra bruta (mixta).
- Muestra bruta. Muestra mixta que representa un lote y está compuesta por incrementos en los cuales no ha habido reducción (disminución del tamaño por trituración y molienda) ni división (cuarteo).
- Incremento. Muestra sencilla que representa una pequeña porción de un lote colectada por una operación simple de muestreo (una palada de carbón por ejemplo) y que normalmente se combina con otros incrementos del lote para obtener una muestra bruta (mixta).

Figura 20. Tipos de muestra y/o secuencia esquemática de muestras



Número de incrementos

El número de incrementos, es una función de la variabilidad de los carbones y de las técnicas de muestreo.

Debido a que estos parámetros varían mucho cuando se trata de suministros muy grandes se recomiendan incrementos para lotes hasta de 1.000 toneladas (Tabla 30).

Tabla 30. Número de incrementos en lotes hasta 1.000 toneladas, según normas ISO (Tomada de Ramírez, 1993)

Estado del carbón	Bandas transportadoras, similares	Pilas	Volquetas
Lavado	16	32	24
Sin lavar	32	64	48

5.7.6 Peso mínimo de los incrementos. El peso debe ser lo suficientemente grande para que las partículas de todos los tamaños queden incluidas así como para que todas las partículas queden representadas en la misma proporción y distribución que el existente en todo el carbón que se está muestreando. El peso mínimo de los incrementos depende principalmente del tamaño de las partículas (tabla 31).

El peso mínimo para carbones hasta 150 mm de tamaño tope (top size) está dado por la fórmula empírica:

$$P(\text{kg}) = 0,06 \times D(\text{mm})$$

P = Peso mínimo de los incrementos (siempre > 0,5 kg).

D = Tamaño tope (95% del carbón tiene tamaño igual o menor).

Para tamaños mayores de 150 mm “top size” El peso mínimo de los incrementos debe ser 10 kg.

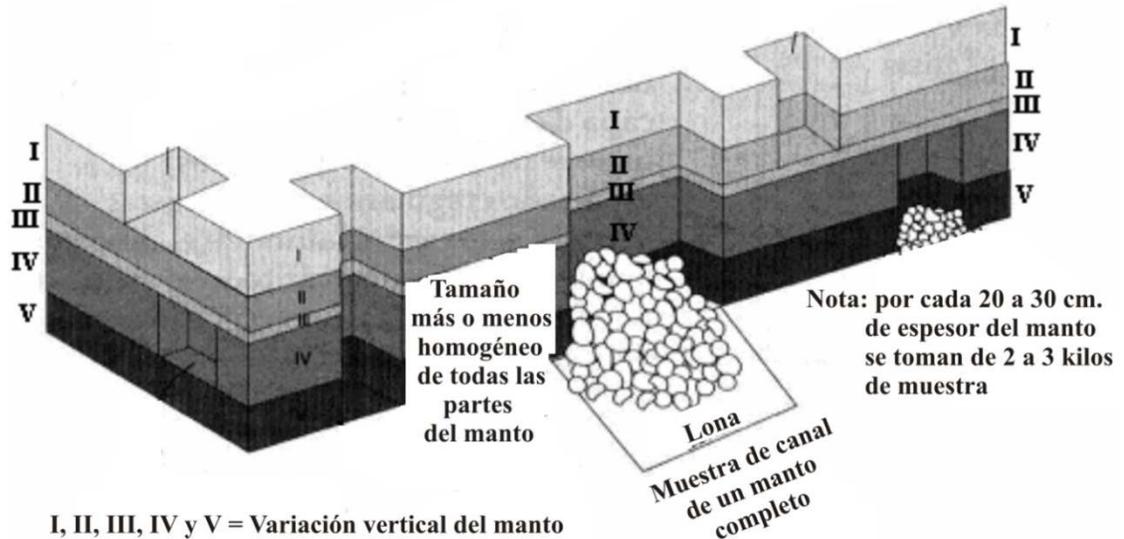
Tabla 31. Número y peso de incrementos para propósitos generales (ASTM D-2234)

Tamaño tope (top size)	5/8' (16 mm)	2' (50 mm)	6' (150 mm)
Lavado mecánicamente			
Número mínimo de incrementos	15	15	15
Peso mínimo de cada incremento	1 Kg.	3 kg.	7 kg.
Sin lavar (crudo)			
Número mínimo de incrementos	35	35	35
Peso mínimo de cada incremento	1 kg.	3 kg.	7 kg.

5.8 TIPOS DE MUESTREO.

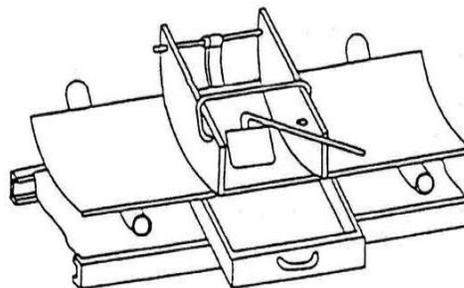
- Muestra de canal. Es una muestra sencilla, que se obtiene mediante un corte uniforme y continuo perpendicular a la estratificación (figura 21). Son muestras de volumen de carbón triturado que incluyen el espesor total del manto tomado, de tal manera que cada uno de los estratos constituyentes está representado en igual proporción a su espesor. Se recomienda que las muestras de canal sean tomadas en frentes de explotación, asegurándose así que las muestras sean frescas.

Figura 21. Muestreo en canal de mantos de carbón (Modificada de Ecocarbón, 1995).



- Muestreo de producción. Este muestreo se refiere al carbón que ha sido arrancado o extraído por operaciones mineras. Este muestreo puede ser de carbón en reposo (estacionario) o de una corriente de carbón (carbón en movimiento) (tomado de Ramírez, 1993).
- Muestreo de un flujo de carbón (bandas transportadoras). Este, se considera el método más confiable y satisfactorio, siendo el primero el más preciso, para obtener una muestra exenta de error sistemático. Debe utilizarse para chequear otros métodos. En este tipo se tienen las siguientes consideraciones (Tomado de Ramírez, 1993). ver figura 22.

Figura 22. Bastidor para muestreo en banda parada (Tomada de Ecocarbón, 1995)



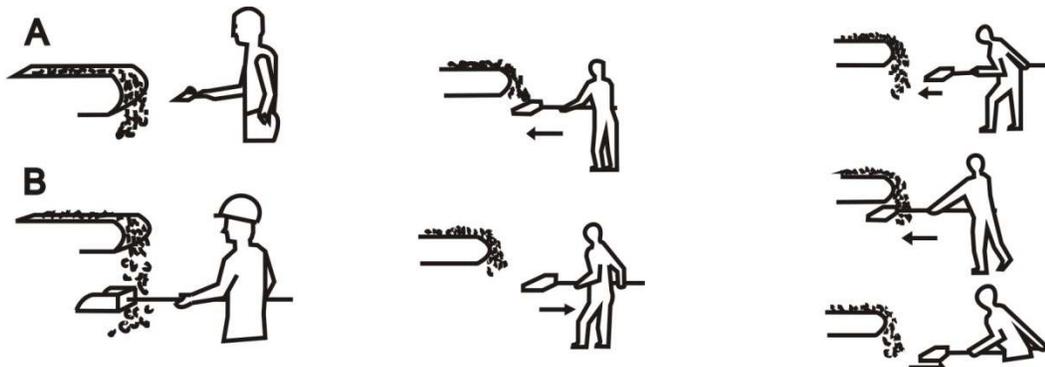
- Los incrementos pueden tomarse con dispositivos especiales (pala, separadores o automáticamente) o a mano.

- Se debe evitar la toma de muestras al comienzo y al final del flujo. Y se debe tener en cuenta los errores comunes presentados en la (figura 23).
- En el muestreo manual, los incrementos de un flujo de carbón se pueden tomar con una pala o un cucharón, que se desplaza a través de todo el ancho del flujo a una velocidad constante (ver figura 24).

El muestreo de bandas se puede realizar de dos maneras:

- Tomando incrementos a intervalos iguales de tiempo en donde el peso de los incrementos es proporcional a la densidad de flujo o
- Tomando incrementos de igual peso.
- Hay que tener presente que el ancho de la sección a muestrear debe ser 2,5 veces el tamaño tope del carbón y que se debe evitar tomar la muestra al comienzo o al final del flujo de carbón.
- Muestreo de volquetas. Este muestreo se utiliza para propósitos de control de calidad. (Tomado de Ecocarbón, 1995).

Figura 23. Errores comunes en la toma de incrementos



A: Incorrecto.
Cucharón muy pequeño

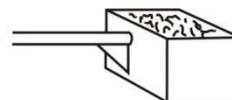
B: correcto.
Tamaño de cucharón adecuado

Incorrecto:
colocar el cucharón parcialmente en la corriente y luego retirarlo

Correcto:
El cucharón pasa completamente a través del flujo y se retira

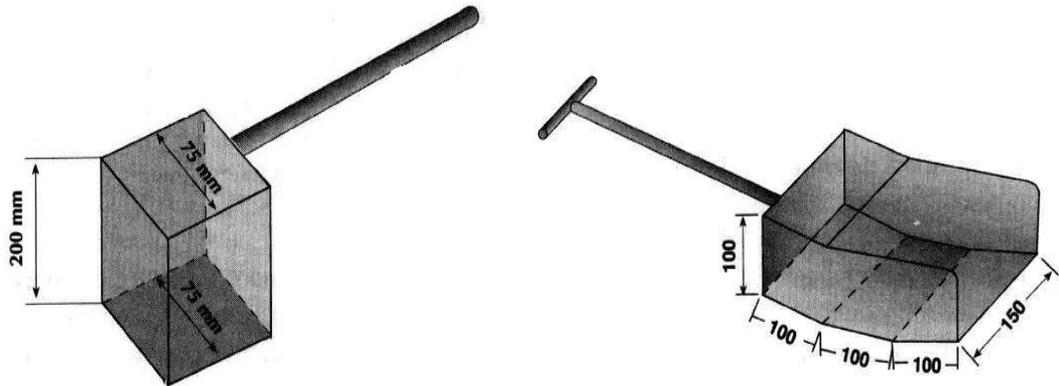


Incorrecto:
Sobrellenado



Correcto

Figura 24. Cucharón para fino hasta 25 mm .Pala de mano para carbón (Tomado de Ecocarbon, 1995).



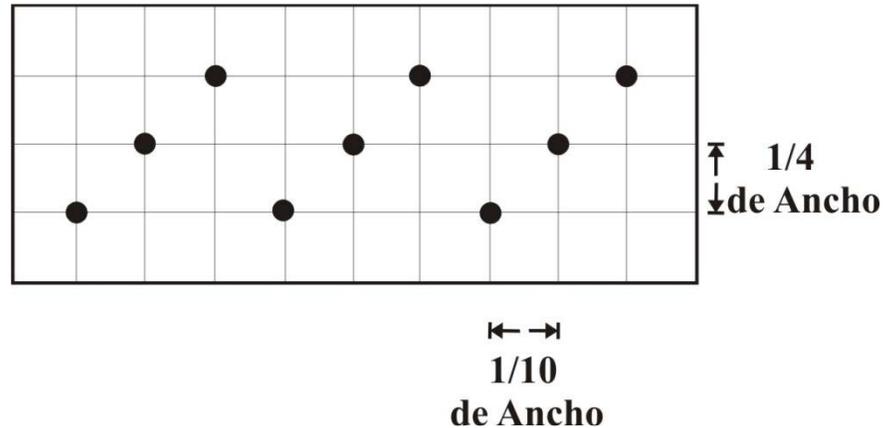
Factores críticos del muestreo de carbón en reposo. Estos factores son:

- Hay segregación de los tamaños de partículas.
- Existe una mayor susceptibilidad a la oxidación en la superficie que en el interior de la masa
- La humedad tiende a ser mayor hacia el interior de la masa.

El muestreo se puede realizar antes, durante o después del descargue del carbón (Tomado de Ramírez, 1992)

- ✓ Muestreo sobre el platón antes del descargue. Se deben considerar las siguientes características:
 - Cuando la operación se realiza antes del descargue se deben tomar los incrementos con una pala u otro utensilio removiendo una capa de por lo menos 30 cm.
 - Elegir los lugares de muestreo por un sistema de líneas paralelas en zig-zag a intervalos regulares de acuerdo al tamaño del platón de la volqueta, (Figura 25).
 - Con una pala tomar el incremento (muestra sencilla) en cada sitio. Si se encuentran terrones grandes en el punto de muestreo se deben tomar pequeñas porciones de cada terrón.
 - Para evitar errores no se deben tomar los incrementos superficialmente o de un solo lado de la volqueta.
 - El número y el peso de incrementos a tomar depende del tamaño máximo de los granos

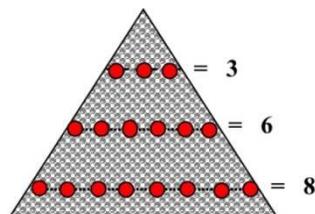
Figura 25. Localización de los puntos de muestreo para volqueta (Modificada de Ecocarbón, 1995)



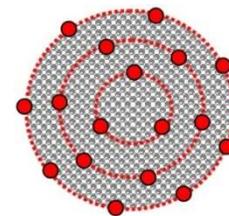
- ✓ Muestreo durante el descargue. Cuando se muestrea durante el descargue los incrementos:
 - Deben abarcar todo el ancho del material en movimiento o por lo menos de tres lugares diferentes del ancho total.
 - El orificio de entrada del carbón en el recipiente de muestreo debe ser por lo menos tres veces más grande que el grano más grande de la muestra.
 - El muestreo debe efectuarse durante todo el descargue.
 - El número y peso de los incrementos depende del tamaño máximo de los granos.

- ✓ Muestreo inmediatamente después del descargue. Cuando se muestrea después del descargue, se debe:
 - Con una pala tomar los incrementos de diferentes alturas del talud formado.
 - Efectuar el muestreo alrededor de todo el descargue.
 - Tomar mínimo 17 incrementos por volqueta de carbón según la figura 26.

Figura 26. Puntos de muestreo en el talud formado



Vista Frontal



Vista Superior

5.8.1 Empaque de la muestra

Para todos los casos tome los incrementos, mézclelos, triture a ½ pulgada y cuartee de acuerdo al instructivo de preparación hasta obtener una muestra homogénea entre 3 y 21 kilos dependiendo del tamaño original de la muestra y empaque en una bolsa plástica gruesa y ciérrela lo más hermético posible. Use siempre implementos limpios e Identifique la muestra con un rotulo de tal modo que no se pueda confundir ni deteriorar, figura 27.

Figura 27. Ejemplo de cómo empaclar las muestras



6. RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

A continuación se presentan resultados del contenido de gomas y contenido de azufre obtenidos en 301 muestras muestreadas en el Área Metropolitana del Valle de Aburra. Se analiza el comportamiento presentado con respecto a la propiedad analizada y la comparación con la normatividad legal

Los estándares de calidad presentados bajo las normas ASTM son los mismos establecidos por la normatividad vigente respecto al control de la calidad de combustibles.

6.1.1 Gasolinas

Contenido de gomas

La prueba de contenido de gomas se evalúa bajo el método ASTM D-381 y el resultado es expresado en mg/100 ml.

Las especificaciones de calidad de contenido de gomas en gasolinas están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1380.

En cuanto este análisis, en la tabla 32 y figura 28 se puede ver que los resultados señalan que las muestras analizadas cumplen con el control de calidad exigido, a excepción de la muestra con código M-234, la cual es una muestra de gasolina extra sin marcador perteneciente a Ecopetrol.

Dentro de la realización del análisis, también se puede obtener los resultados de contenido de gomas cuando no se ha realizado proceso de lavado, aspecto que podría colaborar e inducir a lo siguiente:

- Determinar si las compañías mayoristas como Organización Terpel S.A., Exxon Mobil de Colombia o Texaco están adicionando el paquete de aditivos. En este estudio se tiene todo el tipo de productos para poder verificar esta situación, tal como se muestra en los análisis de los resultados.
- Se tomaron varias muestras en ECOPETROL para observar el comportamiento del contenido de gomas antes de la adición de marcador que se agrega a este tipo de producto (el marcador es un químico que se adiciona con el fin de controlar el hurto de combustible). Con los resultados de contenido de gomas cuando se ha realizado proceso de lavado y no se lo ha realizado, se puede verificar si el marcador adicionado influye en la prueba y especificación de calidad. Este análisis se muestra en el capítulo siguiente.

Tabla 32. Resultados contenido de gomas en gasolinas

Empresa O Estación De Servicio O Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mín.	Máx.	Cum.	No Cum
Estación Mobil La Miel	Caldas	M1	Exxon Mobil	Gasolina Extra	<0,5		5,0	X	
Estación Mobil La Miel	Caldas	M2	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación Mobil La Miel	Caldas	M4	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M6	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	1,5		5,0	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M8	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	1,5		5,0	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M9	Texaco	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M10	Texaco	Gasolina Corriente	1,5		5,0	X	
Estación De Servicio Itagúí Del Sur De Medellín S.A.	Itagúí	M15	Texaco	Gasolina Corriente	0,5		5,0	X	
Estación De Servicio Itagúí Del Sur De Medellín S.A.	Itagúí	M16	Texaco	Gasolina Corriente	3,5		5,0	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M17	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M18	Exxon Mobil	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M21	Exxon Mobil	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M22	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M23	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M26	Texaco	Gasolina Corriente	4,5		5,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M27	Texaco	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M28	Texaco	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M31	Texaco	Gasolina Corriente	4		5,0	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M32	Texaco	Gasolina Extra	3,5		5,0	X	
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	M34	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4		5,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M35	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,5		5,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M36	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4		5,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M37	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	5		5,0	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M40	Zeuss	Gasolina Corriente	4,5		5,0	X	
Terpel Central De Abastos	Itagúí	M42	Terpel	Gasolina Corriente	4		5,0	X	

Nota: Cód.: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. Cum.: Cumple. No. Cum: No Cumple.

Tabla 32. (Continuación)

Empresa O Estación De Servicio O Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Min.	Máx.	Cum.	No Cum
Terpel Central De Abastos	Itagúí	M43	Terpel	Gasolina Corriente	3		5,0	X	
Estación De Servicio Texaco Itagúí	Itagúí	M45	Texaco	Gasolina Extra	5		5,0	X	
Estación De Servicio Texaco Itagúí	Itagúí	M46	Texaco	Gasolina Corriente	5		5,0	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagúí	M49	Texaco	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagúí	M50	Texaco	Gasolina Corriente	3,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Itagúí	Itagúí	M55	Terpel	Gasolina Corriente	5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Itagúí	Itagúí	M56	Terpel	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagúí	M57	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagúí	M58	Exxon Mobil	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M62	Zeuss	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M63	Zeuss	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M64	Zeuss	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M66	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	1,5		5,0	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M67	Exxon Mobil	Gasolina Extra	<0,5		5,0	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M69	Terpel	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M70	Terpel	Gasolina Corriente	4,5		5,0	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M72	Terpel	Gasolina Corriente	5		5,0	X	
Texaco	Medellín	M74	Texaco	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Texaco	Medellín	M76	Texaco	Gasolina Extra Sin Aditivos	5		5,0	X	
Texaco	Medellín	M77	Texaco	Gasolina Corriente Sin Aditivos	5		5,0	X	
Texaco	Medellín	M79	Texaco	Gasolina Extra	3,5		5,0	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M80	Terpel	Gasolina Extra	4		5,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M81	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	4		5,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M84	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	4,5		5,0	X	

Nota: Cód.: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. Cum.: Cumple. No. Cum: No Cumple.

Tabla 32. (Continuación)

Empresa O Estación De Servicio O Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Min.	Máx.	Cum.	No Cum
Organización Terpel S.A.	Medellín	M87	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	3		5,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M89	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	2,5		5,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M90	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	1,5		5,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M91	Terpel	Gasolina Corriente	3,5		5,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M92	Terpel	Gasolina Extra	4		5,0	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagúí	M94	Zeuss	Gasolina Corriente	1		5,0	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagúí	M95	Zeuss	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Auto Centro Codi-Caldas Mobil	Caldas	M98	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Auto Centro Codi-Caldas Mobil	Caldas	M100	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	1		5,0	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M102	Terpel	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M103	Zeuss	Gasolina Corriente	4,5		5,0	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M104	Zeuss	Gasolina Corriente	3,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M109	Terpel	Gasolina Corriente	5		5,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M111	Texaco	Gasolina Corriente	1		5,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M112	Texaco	Gasolina Corriente	4,5		5,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M113	Texaco	Gasolina Extra	5		5,0	X	
Esso La 80	Medellín	M116	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3		5,0	X	
Esso La 80	Medellín	M117	Exxon Mobil	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Esso La 80	Medellín	M118	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3		5,0	X	
Bomba Claret	Medellín	M120	Zeuss	Gasolina Corriente	0,5		5,0	X	
Mobil Regional	Medellín	M123	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,5		5,0	X	
Mobil Regional	Medellín	M124	Exxon Mobil	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M126	Exxon Mobil	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M127	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3		5,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M130	Zeuss	Gasolina Corriente	3		5,0	X	

Nota: Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. Cum.: Cumple. No. Cum: No Cumple.

Tabla 32. (Continuación)

Empresa O Estación De Servicio O Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Min.	Máx.	Cum.	No Cum
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M131	Zeuss	Gasolina Corriente Sin Aditivos	2,5		5,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M134	Zeuss	Gasolina Extra	5		5,0	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco(Exposiciones)	Medellín	M135	Texaco	Gasolina Corriente	3,5		5,0	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M136	Texaco	Gasolina Extra	2,5		5,0	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M139	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,5		5,0	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M140	Exxon Mobil	Gasolina Extra	<0,5		5,0	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M143	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M144	Exxon Mobil	Gasolina Extra	<0,5		5,0	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M148	Texaco	Gasolina Corriente	1		5,0	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M149	Texaco	Gasolina Extra	2,5		5,0	X	
Bomba Claret	Medellín	M152	Zeuss	Gasolina Corriente	1,5		5,0	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M154	Terpel	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M155	Terpel	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M159	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M160	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	1		5,0	X	
Bomba La V	Medellín	M163	Zeuss	Gasolina Corriente	3,5		5,0	X	
Bomba La V	Medellín	M165	Zeuss	Gasolina Corriente	1		5,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M167	Exxon Mobil	Gasolina Corriente Sin Aditivos	4		5,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M168	Exxon Mobil	Gasolina Extra Sin Aditivos	1		5,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M169	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M170	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,5		5,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M172	Zeuss	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M173	Zeuss	Gasolina Corriente	4		5,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M174	Zeuss	Gasolina Extra	3,5		5,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M175	Zeuss	Gasolina Corriente	2		5,0	X	

Nota: Cód.: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. Cum.: Cumple. No. Cum: No Cumple.

Tabla 32. (Continuación)

Empresa O Estación De Servicio O Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mín.	Máx.	Cum.	No Cum
Esso Los Álamos	Medellín	M177	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3		5,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M178	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,5		5,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M180	Exxon Mobil	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M181	Exxon Mobil	Gasolina Extra	<0,5		5,0	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M182	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	1		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M185	Terpel	Gasolina Corriente	2,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M186	Terpel	Gasolina Corriente	1,5		5,0	X	
Texaco	Medellín	M188	Texaco	Gasolina Corriente Sin Aditivos	<0,5		5,0	X	
Texaco	Medellín	M189	Texaco	Gasolina Extra Sin Aditivos	0,5		5,0	X	
Texaco	Medellín	M191	Texaco	Gasolina Corriente	4,5		5,0	X	
Texaco	Medellín	M192	Texaco	Gasolina Extra	4		5,0	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M194	Exxon Mobil	Gasolina Extra	<0,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M197	Terpel	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M198	Terpel	Gasolina Extra	2,5		5,0	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M201	Terpel	Gasolina Corriente	3		5,0	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M202	Terpel	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M205	Zeuss	Gasolina Extra	2		5,0	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M206	Zeuss	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M209	Terpel	Gasolina Extra	3,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M210	Terpel	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M213	Exxon Mobil	Gasolina Extra	5		5,0	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M214	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,5		5,0	X	
Texaco Envigado	Envigado	M219	Texaco	Gasolina Corriente	4		5,0	X	
Texaco Envigado	Envigado	M220	Texaco	Gasolina Extra	4		5,0	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M222	Zeuss	Gasolina Corriente	3		5,0	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M224	Zeuss	Gasolina Corriente	1,5		5,0	X	

Nota: Cód.: Código. Min.: Mínimo. Máx.: Máximo. Cum.: Cumple. No. Cum: No Cumple.

Tabla 32. (Continuación)

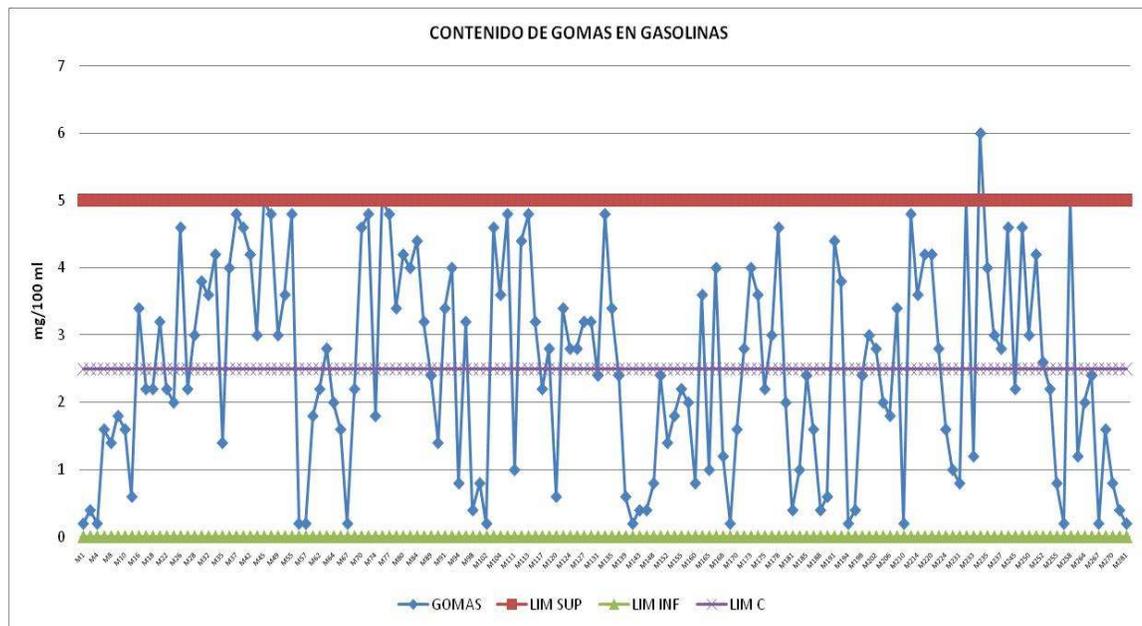
Empresa O Estación De Servicio O Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mín.	Máx.	Cum.	No Cum
Ecopetrol	Medellín	M230	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	1		5,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M231	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	1		5,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M232	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	5		5,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M234	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	6		5,0		X
Ecopetrol	Medellín	M233	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	1		5,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M235	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	4		5,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M236	Terpel	Gasolina Extra	3		5,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M237	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	3		5,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M238	Terpel	Gasolina Corriente	4,5		5,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M245	Zeuss	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M247	Zeuss	Gasolina Corriente Sin Aditivos	4,5		5,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M250	Zeuss	Gasolina Extra Sin Aditivos	3		5,0	X	
Terpel Mayoral	Medellín	M251	Terpel	Gasolina Corriente	4		5,0	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M252	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	2,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M253	Terpel	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M255	Terpel	Gasolina Extra	1		5,0	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M257	Zeuss	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M258	Zeuss	Gasolina Extra	5		5,0	X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M262	Zeuss	Gasolina Corriente	1		5,0	X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M264	Zeuss	Gasolina Corriente	2		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M266	Terpel	Gasolina Extra	2,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M267	Terpel	Gasolina Corriente	<0,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M268	Terpel	Gasolina Corriente	1,5		5,0	X	
Estación De Servicio Terpel El Tesoro	Medellín	M270	Terpel	Gasolina Corriente	1		5,0	X	

Tabla 32. (Continuación)

Empresa O Estación De Servicio O Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Min.	Máx.	Cum.	No Cum
Exxon Mobil	Medellín	M280	Exxon Mobil	Gasolina Extra	<0,5		5,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M281	Exxon Mobil	Gasolina Corriente Sin Aditivos	<0,5		5,0	X	

Nota: Cód.: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. Cum.: Cumple. No. Cum: No Cumple.

Figura 28. Resultados contenido de gomas en gasolinas



Contenido de azufre en Gasolinas

La prueba de contenido de azufre en gasolinas se evalúa bajo el método ASTM D-3227 y el resultado es expresado en partes por millón (ppm).

Las especificaciones de calidad de contenido de azufre en gasolinas están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1380.

Los resultados para este análisis muestran (ver tabla 33 y figura 29) que todas las muestras cumplen con el estándar de calidad exigido y se encuentran entre el límite central y el límite superior. Es de resaltar que estas muestras están muy cercanas al límite superior especificado.

Tabla 33. Resultados contenido de azufre en gasolinas

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Estación Mobil La Miel	Caldas	M1	Exxon Mobil	Gasolina Extra	741		1000	X	
Estación Mobil La Miel	Caldas	M2	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	666		1000	X	
Estación Mobil La Miel	Caldas	M4	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	732		1000	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M6	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	909		1000	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M8	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	887		1000	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M9	Texaco	Gasolina Extra	718		1000	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M10	Texaco	Gasolina Corriente	687		1000	X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellin S.A.	Itagüí	M15	Texaco	Gasolina Corriente	750		1000	X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellin S.A.	Itagüí	M16	Texaco	Gasolina Corriente	923		1000	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M17	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	785		1000	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M18	Exxon Mobil	Gasolina Extra	912		1000	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M21	Exxon Mobil	Gasolina Extra	897		1000	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M22	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	782		1000	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M23	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	749		1000	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M26	Texaco	Gasolina Corriente	721		1000	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M27	Texaco	Gasolina Corriente	758		1000	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M28	Texaco	Gasolina Extra	606		1000	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M31	Texaco	Gasolina Corriente	757		1000	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M32	Texaco	Gasolina Extra	931		1000	X	
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	M34	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	650		1000	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M35	Exxon Mobil	Gasolina Extra	743		1000	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M36	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	658		1000	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M37	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	647		1000	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M40	Zeuss	Gasolina Corriente	759		1000	X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M42	Terpel	Gasolina Corriente	826		1000	X	

Nota: Cód.: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. Cum.: Cumple. No. Cum: No Cumple.

Tabla 33. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M43	Terpel	Gasolina Corriente	805		1000	X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M45	Texaco	Gasolina Extra	961		1000	X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M46	Texaco	Gasolina Corriente	736		1000	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M49	Texaco	Gasolina Extra	936		1000	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M50	Texaco	Gasolina Corriente	755		1000	X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M55	Terpel	Gasolina Corriente	743		1000	X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M56	Terpel	Gasolina Corriente	700		1000	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M57	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	734		1000	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M58	Exxon Mobil	Gasolina Extra	970		1000	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M62	Zeuss	Gasolina Extra	964		1000	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M63	Zeuss	Gasolina Extra	821		1000	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M64	Zeuss	Gasolina Corriente	653		1000	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M66	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	703		1000	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M67	Exxon Mobil	Gasolina Extra	643		1000	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M69	Terpel	Gasolina Extra	826		1000	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M70	Terpel	Gasolina Corriente	852		1000	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M72	Terpel	Gasolina Corriente	951		1000	X	
Texaco	Medellín	M74	Texaco	Gasolina Corriente	698		1000	X	
Texaco	Medellín	M76	Texaco	Gasolina Extra Sin Aditivos	710		1000	X	
Texaco	Medellín	M77	Texaco	Gasolina Corriente Sin Aditivos	920		1000	X	
Texaco	Medellín	M79	Texaco	Gasolina Extra	914		1000	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M80	Terpel	Gasolina Extra	968		1000	X	
Ecopetrol	Medellín	M81	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	670		1000	X	
Ecopetrol	Medellín	M84	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	936		1000	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 33. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Organización Terpel S.A.	Medellín	M87	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	928		1000	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M89	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	981		1000	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M90	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	992		1000	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M91	Terpel	Gasolina Corriente	834		1000	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M92	Terpel	Gasolina Extra	856		1000	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M94	Zeuss	Gasolina Corriente	747		1000	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M95	Zeuss	Gasolina Extra	934		1000	X	
Auto Centro Codi-Caldas Mobil	Caldas	M98	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	727		1000	X	
Auto Centro Codi-Caldas Mobil	Caldas	M100	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	739		1000	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M102	Terpel	Gasolina Corriente	875		1000	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M103	Zeuss	Gasolina Corriente	799		1000	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M104	Zeuss	Gasolina Corriente	741		1000	X	
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M109	Terpel	Gasolina Corriente	747		1000	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M111	Texaco	Gasolina Corriente	655		1000	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M112	Texaco	Gasolina Corriente	669		1000	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M113	Texaco	Gasolina Extra	869		1000	X	
Esso La 80	Medellín	M116	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	778		1000	X	
Esso La 80	Medellín	M117	Exxon Mobil	Gasolina Extra	974		1000	X	
Esso La 80	Medellín	M118	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	781		1000	X	
Bomba Claret	Medellín	M120	Zeuss	Gasolina Corriente	800		1000	X	
Mobil Regional	Medellín	M123	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	746		1000	X	
Mobil Regional	Medellín	M124	Exxon Mobil	Gasolina Extra	916		1000	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M126	Exxon Mobil	Gasolina Extra	692		1000	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M127	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	752		1000	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 33. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M130	Zeuss	Gasolina Corriente	712		1000	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M131	Zeuss	Gasolina Corriente Sin Aditivos	771		1000	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M134	Zeuss	Gasolina Extra	894		1000	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco(Exposiciones)	Medellín	M135	Texaco	Gasolina Corriente	642		1000	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M136	Texaco	Gasolina Extra	876		1000	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M139	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	863		1000	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M140	Exxon Mobil	Gasolina Extra	825		1000	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M143	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	722		1000	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M144	Exxon Mobil	Gasolina Extra	787		1000	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M148	Texaco	Gasolina Corriente	687		1000	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M149	Texaco	Gasolina Extra	769		1000	X	
Bomba Claret	Medellín	M152	Zeuss	Gasolina Corriente	796		1000	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M154	Terpel	Gasolina Extra	670		1000	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M155	Terpel	Gasolina Corriente	683		1000	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M159	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	757		1000	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M160	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	730		1000	X	
Bomba La V	Medellín	M163	Zeuss	Gasolina Corriente	652		1000	X	
Bomba La V	Medellín	M165	Zeuss	Gasolina Corriente	754		1000	X	
Exxon Mobil	Medellín	M167	Exxon Mobil	Gasolina Corriente Sin Aditivos	754		1000	X	
Exxon Mobil	Medellín	M168	Exxon Mobil	Gasolina Extra Sin Aditivos	807		1000	X	
Exxon Mobil	Medellín	M169	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	806		1000	X	
Exxon Mobil	Medellín	M170	Exxon Mobil	Gasolina Extra	945		1000	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M172	Zeuss	Gasolina Extra	715		1000	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M173	Zeuss	Gasolina Corriente	668		1000	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 33. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M174	Zeuss	Gasolina Extra	601		1000	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M175	Zeuss	Gasolina Corriente	598		1000	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M177	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	679		1000	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M178	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	744		1000	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M180	Exxon Mobil	Gasolina Extra	774		1000	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M181	Exxon Mobil	Gasolina Extra	950		1000	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M182	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	778		1000	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M185	Terpel	Gasolina Corriente	757		1000	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M186	Terpel	Gasolina Corriente	729		1000	X	
Texaco	Medellín	M188	Texaco	Gasolina Corriente Sin Aditivos	967		1000	X	
Texaco	Medellín	M189	Texaco	Gasolina Extra Sin Aditivos	985		1000	X	
Texaco	Medellín	M191	Texaco	Gasolina Corriente	907		1000	X	
Texaco	Medellín	M192	Texaco	Gasolina Extra	913		1000	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M194	Exxon Mobil	Gasolina Extra	883		1000	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M197	Terpel	Gasolina Corriente	837		1000	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M198	Terpel	Gasolina Extra	958		1000	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M201	Terpel	Gasolina Corriente	669		1000	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M202	Terpel	Gasolina Extra	908		1000	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M205	Zeuss	Gasolina Extra	870		1000	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M206	Zeuss	Gasolina Corriente	798		1000	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M209	Terpel	Gasolina Extra	909		1000	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M210	Terpel	Gasolina Corriente	928		1000	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M213	Exxon Mobil	Gasolina Extra	952		1000	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M214	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	804		1000	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 33. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Texaco Envigado	Envigado	M219	Texaco	Gasolina Corriente	877		1000	X	
Texaco Envigado	Envigado	M220	Texaco	Gasolina Extra	818		1000	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M222	Zeuss	Gasolina Corriente	741		1000	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M224	Zeuss	Gasolina Corriente	738		1000	X	
Ecopetrol	Medellín	M230	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	732		1000	X	
Ecopetrol	Medellín	M231	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	988		1000	X	
Ecopetrol	Medellín	M232	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	958		1000	X	
Ecopetrol	Medellín	M233	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	984		1000	X	
Ecopetrol	Medellín	M234	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	901		1000	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M235	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	916		1000	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M236	Terpel	Gasolina Extra	911		1000	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M237	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	906		1000	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M238	Terpel	Gasolina Corriente	884		1000	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M245	Zeuss	Gasolina Corriente	999		1000	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M247	Zeuss	Gasolina Corriente Sin Aditivos	956		1000	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M250	Zeuss	Gasolina Extra Sin Aditivos	909		1000	X	
Terpel Mayoral	Medellín	M251	Terpel	Gasolina Corriente	831		1000	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M252	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	666		1000	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M253	Terpel	Gasolina Corriente	844		1000	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M255	Terpel	Gasolina Extra	856		1000	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M257	Zeuss	Gasolina Corriente	882		1000	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M258	Zeuss	Gasolina Extra	992		1000	X	

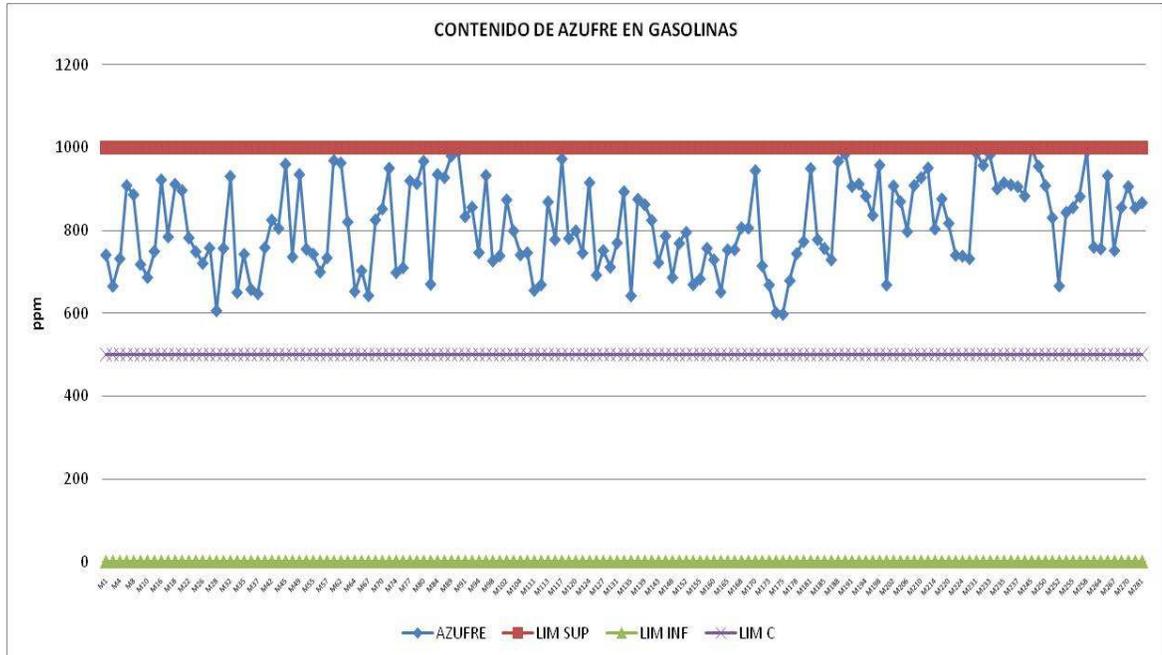
Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Mín: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 33. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación	Obser.
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M262	Zeuss	Gasolina Corriente	760	1000	X
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M264	Zeuss	Gasolina Corriente	756	1000	X
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M266	Terpel	Gasolina Extra	933	1000	X
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M267	Terpel	Gasolina Corriente	752	1000	X
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M268	Terpel	Gasolina Corriente	856	1000	X
Estación De Servicio Terpel El Tesoro	Medellín	M270	Terpel	Gasolina Corriente	907	1000	X
Exxon Mobil	Medellín	M280	Exxon Mobil	Gasolina Extra	855	1000	X
Exxon Mobil	Medellín	M281	Exxon Mobil	Gasolina Corriente Sin Aditivos	868	1000	X

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Figura 29. Resultados contenido de azufre en gasolinas



Contenido de Aromáticos en Gasolina

La prueba de contenido de aromáticos y benceno se evalúa bajo el método ASTM D-5580 y el resultado es expresado en ml/100 ml.

Las especificaciones de calidad de contenido de aromáticos y benceno en gasolinas están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1380.

Los resultados para este análisis (contenido de benceno) muestran (ver tabla 34 y figura 30) que la mayoría de muestras cumplen con el estándar de calidad exigido en cuanto a benceno a excepción de 3 muestras con código M-16, M-235 y M-250, las cuales son muestras correspondientes a una gasolina corriente de la Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A., una gasolina extra sin aditivos de la empresa Organización Terpel S.A. y una gasolina extra sin aditivos de la empresa Zeuss Petroleum S.A. Estas muestras aunque se salen de especificaciones de calidad, se encuentran muy cercanas al límite superior. En general se puede una tendencia en presentar mayor contenido de benceno las muestras de gasolina extra que las muestras de gasolina corriente.

Tabla 34. Resultados contenido de benceno en gasolinas

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Estación Mobil La Miel	Caldas	M1	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,18		2,0	X	
Estación Mobil La Miel	Caldas	M2	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,63		1,0	X	
Estación Mobil La Miel	Caldas	M4	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,63		1,0	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M6	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,63		1,0	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M8	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M9	Texaco	Gasolina Extra	1,46		2,0	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M10	Texaco	Gasolina Corriente	0,63		1,0	X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A.	Itagüí	M15	Texaco	Gasolina Corriente	0,62		1,0	X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A.	Itagüí	M16	Texaco	Gasolina Corriente	1,02		1,0		X
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M17	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,62		1,0	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M18	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,07		2,0	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M21	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,35		2,0	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M22	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 34. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M23	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,62		1,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M26	Texaco	Gasolina Corriente	0,67		1,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M27	Texaco	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M28	Texaco	Gasolina Extra	1,56		2,0	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M31	Texaco	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M32	Texaco	Gasolina Extra	1,30		2,0	X	
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	M34	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M35	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,19		2,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M36	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M37	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M40	Zeuss	Gasolina Corriente	0,63		1,0	X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M42	Terpel	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M43	Terpel	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M45	Texaco	Gasolina Extra	1,56		2,0	X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M46	Texaco	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M49	Texaco	Gasolina Extra	1,52		2,0	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M50	Texaco	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M55	Terpel	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M56	Terpel	Gasolina Corriente	0,67		1,0	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M57	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M58	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,14		2,0	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M62	Zeuss	Gasolina Extra	1,25		2,0	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M63	Zeuss	Gasolina Extra	1,32		2,0	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M64	Zeuss	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M66	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M67	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,45		2,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 34. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M69	Terpel	Gasolina Extra	1,40		2,0	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M70	Terpel	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M72	Terpel	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Texaco	Medellín	M74	Texaco	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	
Texaco	Medellín	M76	Texaco	Gasolina Extra Sin Aditivos	1,82		2,0	X	
Texaco	Medellín	M77	Texaco	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,75		1,0	X	
Texaco	Medellín	M79	Texaco	Gasolina Extra	1,62		2,0	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M80	Terpel	Gasolina Extra	1,30		2,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M81	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	1,93		2,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M84	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	0,79		1,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M87	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,77		1,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M89	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,75		1,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M90	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	1,86		2,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M91	Terpel	Gasolina Corriente	0,72		1,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M92	Terpel	Gasolina Extra	1,52		2,0	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M94	Zeuss	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M95	Zeuss	Gasolina Extra	1,10		2,0	X	
Auto Centro Codi- Caldas Mobil	Caldas	M98	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,63		1,0	X	
Auto Centro Codi- Caldas Mobil	Caldas	M100	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M102	Terpel	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M103	Zeuss	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M104	Zeuss	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 34. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M109	Terpel	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M111	Texaco	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M112	Texaco	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M113	Texaco	Gasolina Extra	1,48		2,0	X	
Esso La 80	Medellín	M116	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,63		1,0	X	
Esso La 80	Medellín	M117	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,41		2,0	X	
Esso La 80	Medellín	M118	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,63		1,0	X	
Bomba Claret	Medellín	M120	Zeuss	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Mobil Regional	Medellín	M123	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Mobil Regional	Medellín	M124	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,55		2,0	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M126	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,57		2,0	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M127	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,64		1,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M130	Zeuss	Gasolina Corriente	0,68		1,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M131	Zeuss	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,75		1,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M134	Zeuss	Gasolina Extra	1,81		2,0	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M135	Texaco	Gasolina Corriente	0,90		1,0	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M136	Texaco	Gasolina Extra	1,59		2,0	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M139	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M140	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,22		2,0	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M143	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,70		1,0	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M144	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,71		2,0	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M148	Texaco	Gasolina Corriente	0,68		1,0	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M149	Texaco	Gasolina Extra	1,60		2,0	X	
Bomba Claret	Medellín	M152	Zeuss	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 34. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M154	Terpel	Gasolina Extra	1,60		2,0	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M155	Terpel	Gasolina Corriente	0,67		1,0	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M159	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,65		1,0	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M160	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,67		1,0	X	
Bomba La V	Medellín	M163	Zeuss	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Bomba La V	Medellín	M165	Zeuss	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M167	Exxon Mobil	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,79		1,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M168	Exxon Mobil	Gasolina Extra Sin Aditivos	0,95		2,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M169	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,66		1,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M170	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,78		2,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M172	Zeuss	Gasolina Extra	1,70		2,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M173	Zeuss	Gasolina Corriente	0,71		1,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M174	Zeuss	Gasolina Extra	1,54		2,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M175	Zeuss	Gasolina Corriente	0,68		1,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M177	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,68		1,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M180	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,30		2,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M178	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M180	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,30		2,0	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M181	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,59		2,0	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M182	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,67		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M185	Terpel	Gasolina Corriente	0,70		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M186	Terpel	Gasolina Corriente	0,71		1,0	X	
Texaco	Medellín	M188	Texaco	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,81		1,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 34. (Continuación)

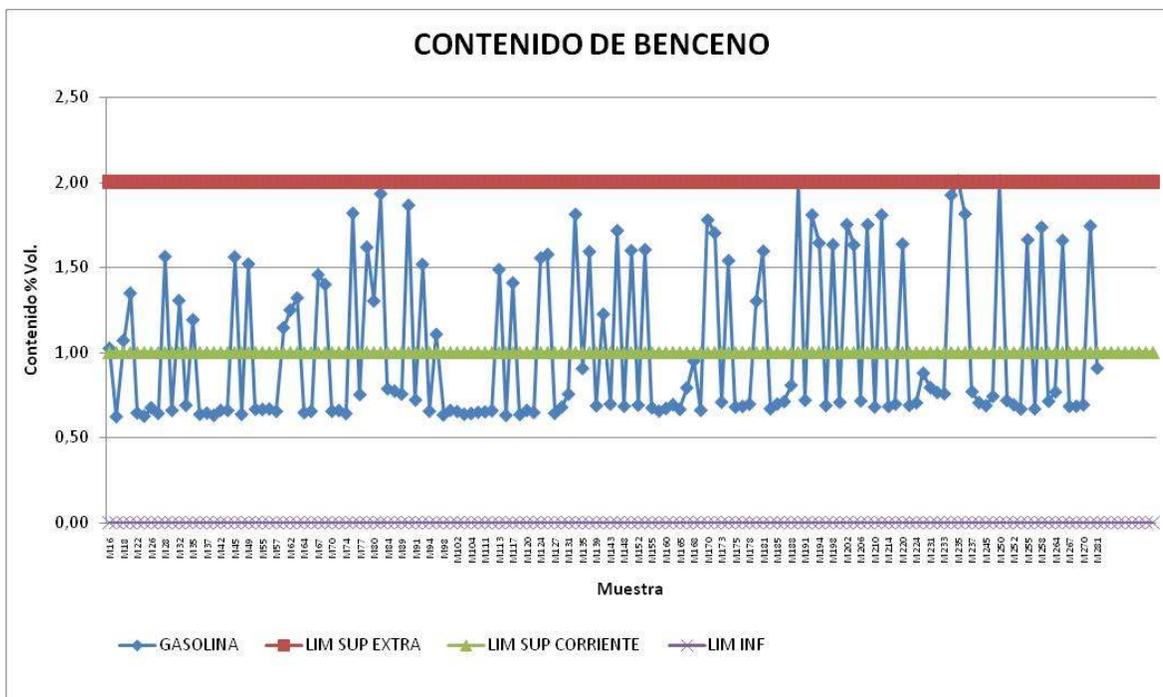
Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Texaco	Medellín	M189	Texaco	Gasolina Extra Sin Aditivos	2,00		2,0	X	
Texaco	Medellín	M191	Texaco	Gasolina Corriente	0,72		1,0	X	
Texaco	Medellín	M192	Texaco	Gasolina Extra	1,81		2,0	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M194	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,64		2,0	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M197	Terpel	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M198	Terpel	Gasolina Extra	1,63		2,0	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M201	Terpel	Gasolina Corriente	0,71		1,0	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M202	Terpel	Gasolina Extra	1,75		2,0	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M205	Zeuss	Gasolina Extra	1,63		2,0	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M206	Zeuss	Gasolina Corriente	0,71		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M209	Terpel	Gasolina Extra	1,75		2,0	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M210	Terpel	Gasolina Corriente	0,68		1,0	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M213	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,80		2,0	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M214	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,68		1,0	X	
Texaco Envigado	Envigado	M219	Texaco	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Texaco Envigado	Envigado	M220	Texaco	Gasolina Extra	1,64		2,0	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M222	Zeuss	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M224	Zeuss	Gasolina Corriente	0,70		1,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M230	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	0,88		1,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M231	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	0,79		1,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M232	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	0,76		1,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M233	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	0,76		1,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M234	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	1,92		2,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 34. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Organización Terpel S.A.	Medellín	M235	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	2,01		2,0		X
Organización Terpel S.A.	Medellín	M236	Terpel	Gasolina Extra	1,81		2,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M237	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,77		1,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M238	Terpel	Gasolina Corriente	0,70		1,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M245	Zeuss	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M247	Zeuss	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,74		1,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M250	Zeuss	Gasolina Extra Sin Aditivos	2,01		2,0		X
Terpel Mayoral	Medellín	M251	Terpel	Gasolina Corriente	0,72		1,0	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M252	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M253	Terpel	Gasolina Corriente	0,67		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M255	Terpel	Gasolina Extra	1,66		2,0	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M257	Zeuss	Gasolina Corriente	0,67		1,0	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M258	Zeuss	Gasolina Extra	1,73		2,0	X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M262	Zeuss	Gasolina Corriente	0,71		1,0	X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M264	Zeuss	Gasolina Corriente	0,77		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M266	Terpel	Gasolina Extra	1,66		2,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M267	Terpel	Gasolina Corriente	0,68		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M268	Terpel	Gasolina Corriente	0,68		1,0	X	
Estación De Servicio Terpel El Tesoro	Medellín	M270	Terpel	Gasolina Corriente	0,69		1,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M280	Exxon Mobil	Gasolina Extra	1,74		2,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M281	Exxon Mobil	Gasolina Corriente Sin Aditivos	0,91		1,0	X	

Figura 30. Contenido de benceno en Gasolina



Similar al contenido de benceno, se encuentra el contenido de aromáticos, cuyos resultados se muestran en la tabla 35 y figura 31, donde se puede ver de ellas que todas las muestras cumplen con el estándar de calidad exigido y se encuentran muy por debajo del límite superior exigido, aproximadamente un 50 % inferior.

Tabla 35. Resultados contenido de aromáticos en gasolinas

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Estación Mobil La Miel	Caldas	M1	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,19		35,0	X	
Estación Mobil La Miel	Caldas	M2	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,94		28,0	X	
Estación Mobil La Miel	Caldas	M4	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,93		28,0	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M6	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,03		28,0	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M8	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,85		28,0	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M9	Texaco	Gasolina Extra	4,22		35,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 35. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M10	Texaco	Gasolina Corriente	3,98		28,0	X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellin S.A.	Itagüí	M15	Texaco	Gasolina Corriente	3,95		28,0	X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellin S.A.	Itagüí	M16	Texaco	Gasolina Corriente	4,07		28,0	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M17	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,87		28,0	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M18	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,13		35,0	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M21	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,11		35,0	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M22	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,65		28,0	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M23	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,93		28,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M26	Texaco	Gasolina Corriente	4,57		28,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M27	Texaco	Gasolina Corriente	3,93		28,0	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M28	Texaco	Gasolina Extra	4,33		35,0	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M31	Texaco	Gasolina Corriente	4,88		28,0	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M32	Texaco	Gasolina Extra	4,16		35,0	X	
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	M34	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,72		28,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M35	Exxon Mobil	Gasolina Extra	6,30		35,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M36	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,95		28,0	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M37	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,21		28,0	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M40	Zeuss	Gasolina Corriente	3,94		28,0	X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M42	Terpel	Gasolina Corriente	3,64		28,0	X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M43	Terpel	Gasolina Corriente	4,72		28,0	X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M45	Texaco	Gasolina Extra	4,33		35,0	X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M46	Texaco	Gasolina Corriente	4,07		28,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 35. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M49	Texaco	Gasolina Extra	4,26		35,0	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M50	Texaco	Gasolina Corriente	4,62		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M55	Terpel	Gasolina Corriente	4,10		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M56	Terpel	Gasolina Corriente	4,51		28,0	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M57	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,94		28,0	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M58	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,25		35,0	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M62	Zeuss	Gasolina Extra	7,10		35,0	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M63	Zeuss	Gasolina Extra	4,02		35,0	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M64	Zeuss	Gasolina Corriente	4,85		28,0	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M66	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,40		28,0	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M67	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,39		35,0	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M69	Terpel	Gasolina Extra	6,86		35,0	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M70	Terpel	Gasolina Corriente	4,22		28,0	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M72	Terpel	Gasolina Corriente	4,47		28,0	X	
Texaco	Medellín	M74	Texaco	Gasolina Corriente	3,98		28,0	X	
Texaco	Medellín	M76	Texaco	Gasolina Extra Sin Aditivos	4,89		35,0	X	
Texaco	Medellín	M77	Texaco	Gasolina Corriente Sin Aditivos	4,97		28,0	X	
Texaco	Medellín	M79	Texaco	Gasolina Extra	5,08		35,0	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M80	Terpel	Gasolina Extra	3,98		35,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M81	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	5,84		35,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M84	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	5,15		28,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 35. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Organización Terpel S.A.	Medellín	M87	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	5,06		28,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M89	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	5,26		28,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M90	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	5,13		35,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M91	Terpel	Gasolina Corriente	4,64		28,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M92	Terpel	Gasolina Extra	6,17		35,0	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M94	Zeuss	Gasolina Corriente	4,44		28,0	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M95	Zeuss	Gasolina Extra	4,27		35,0	X	
Auto Centro Codi- Caldas Mobil	Caldas	M98	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,03		28,0	X	
Auto Centro Codi- Caldas Mobil	Caldas	M100	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,41		28,0	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M102	Terpel	Gasolina Corriente	4,43		28,0	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M103	Zeuss	Gasolina Corriente	4,38		28,0	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M104	Zeuss	Gasolina Corriente	4,38		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M109	Terpel	Gasolina Corriente	3,99		28,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M111	Texaco	Gasolina Corriente	4,00		28,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M112	Texaco	Gasolina Corriente	4,26		28,0	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M113	Texaco	Gasolina Extra	3,96		35,0	X	
Esso La 80	Medellín	M116	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	3,75		28,0	X	
Esso La 80	Medellín	M117	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,26		35,0	X	
Esso La 80	Medellín	M118	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,09		28,0	X	
Bomba Claret	Medellín	M120	Zeuss	Gasolina Corriente	4,19		28,0	X	
Mobil Regional	Medellín	M123	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,74		28,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 35 (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Mobil Regional	Medellín	M124	Exxon Mobil	Gasolina Extra	6,76		35,0	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M126	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,41		35,0	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M127	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,17		28,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M130	Zeuss	Gasolina Corriente	5,02		28,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M131	Zeuss	Gasolina Corriente Sin Aditivos	4,81		28,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M134	Zeuss	Gasolina Extra	5,24		35,0	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M135	Texaco	Gasolina Corriente	16,01		28,0	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco(Exposiciones)	Medellín	M135	Texaco	Gasolina Corriente	16,01		28,0	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M136	Texaco	Gasolina Extra	4,86		35,0	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M139	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	5,19		28,0	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M140	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,41		35,0	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M143	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	5,22		28,0	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M144	Exxon Mobil	Gasolina Extra	5,00		35,0	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M148	Texaco	Gasolina Corriente	5,33		28,0	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M149	Texaco	Gasolina Extra	4,66		35,0	X	
Bomba Claret	Medellín	M152	Zeuss	Gasolina Corriente	5,25		28,0	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M154	Terpel	Gasolina Extra	4,87		35,0	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M155	Terpel	Gasolina Corriente	5,23		28,0	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M159	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,57		28,0	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M160	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,77		28,0	X	
Bomba La V	Medellín	M163	Zeuss	Gasolina Corriente	5,43		28,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Mín: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 35 (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Bomba La V	Medellín	M165	Zeuss	Gasolina Corriente	5,35		28,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M167	Exxon Mobil	Gasolina Corriente Sin Aditivos	10,34		28,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M168	Exxon Mobil	Gasolina Extra Sin Aditivos	9,53		35,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M169	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	5,61		28,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M170	Exxon Mobil	Gasolina Extra	8,33		35,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M172	Zeuss	Gasolina Extra	5,63		35,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M173	Zeuss	Gasolina Corriente	5,61		28,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M174	Zeuss	Gasolina Extra	7,56		35,0	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M175	Zeuss	Gasolina Corriente	5,25		28,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M177	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	5,55		28,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M178	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,88		28,0	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M180	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,61		35,0	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M181	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,99		35,0	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M182	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	5,28		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M185	Terpel	Gasolina Corriente	5,20		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M186	Terpel	Gasolina Corriente	5,62		28,0	X	
Texaco	Medellín	M188	Texaco	Gasolina Corriente Sin Aditivos	6,51		28,0	X	
Texaco	Medellín	M189	Texaco	Gasolina Extra Sin Aditivos	8,85		35,0	X	
Texaco	Medellín	M191	Texaco	Gasolina Corriente	5,70		28,0	X	
Texaco	Medellín	M192	Texaco	Gasolina Extra	7,78		35,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 35 (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M194	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,89		35,0	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M197	Terpel	Gasolina Corriente	5,53		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M198	Terpel	Gasolina Extra	4,62		35,0	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M201	Terpel	Gasolina Corriente	5,69		28,0	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M202	Terpel	Gasolina Extra	7,65		35,0	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M205	Zeuss	Gasolina Extra	5,05		35,0	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M206	Zeuss	Gasolina Corriente	5,20		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M209	Terpel	Gasolina Extra	5,00		35,0	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M210	Terpel	Gasolina Corriente	5,45		28,0	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M213	Exxon Mobil	Gasolina Extra	4,98		35,0	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M214	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	5,65		28,0	X	
Texaco Envigado	Envigado	M219	Texaco	Gasolina Corriente	5,60		28,0	X	
Texaco Envigado	Envigado	M220	Texaco	Gasolina Extra	4,62		35,0	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M222	Zeuss	Gasolina Corriente	5,12		28,0	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M224	Zeuss	Gasolina Corriente	5,90		28,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M230	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	7,49		28,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M231	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	5,10		28,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M232	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	6,54		28,0	X	
Ecopetrol	Medellín	M233	Ecopetrol	Gasolina Corriente Sin Marcador	6,09		28,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 35 (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Ecopetrol	Medellín	M234	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	8,70		35,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M235	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	6,16		35,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M236	Terpel	Gasolina Extra	5,17		35,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M237	Terpel	Gasolina Corriente Sin Aditivos	6,00		28,0	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M238	Terpel	Gasolina Corriente	5,85		28,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M245	Zeuss	Gasolina Corriente	5,91		28,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M247	Zeuss	Gasolina Corriente Sin Aditivos	5,56		28,0	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M250	Zeuss	Gasolina Extra Sin Aditivos	8,64		35,0	X	
Terpel Mayoral	Medellín	M251	Terpel	Gasolina Corriente	5,25		28,0	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M252	Exxon Mobil	Gasolina Corriente	4,66		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M253	Terpel	Gasolina Corriente	5,14		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M255	Terpel	Gasolina Extra	5,26		35,0	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M257	Zeuss	Gasolina Corriente	5,59		28,0	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M258	Zeuss	Gasolina Extra	4,68		35,0	X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M262	Zeuss	Gasolina Corriente	5,31		28,0	X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M264	Zeuss	Gasolina Corriente	9,89		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M266	Terpel	Gasolina Extra	5,24		35,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M267	Terpel	Gasolina Corriente	5,74		28,0	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M268	Terpel	Gasolina Corriente	4,93		28,0	X	

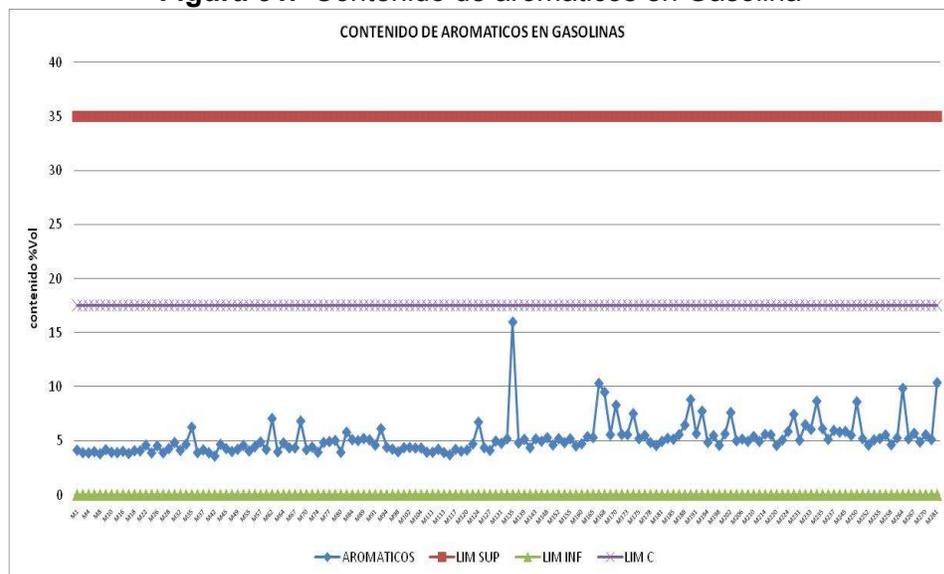
Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 35 (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Terpel El Tesoro	Medellín	M270	Terpel	Gasolina Corriente	5,60		28,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M280	Exxon Mobil	Gasolina Extra	5,17		35,0	X	
Exxon Mobil	Medellín	M281	Exxon Mobil	Gasolina Corriente Sin Aditivos	10,41		28,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Figura 31. Contenido de aromáticos en Gasolina



6.1.2 Diesel

Contenido de Azufre. La prueba de contenido de azufre en gasolinas se evalúa bajo el método ASTM D-3227 y el resultado es expresado en partes por millón (ppm).

Las especificaciones de calidad de contenido de azufre en diesel están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1438.

Los resultados para este análisis muestran (ver tabla 36 y figura 32) que todas las muestras cumplen con el estándar de calidad exigido, encontrándose la mayoría de resultados por debajo muy cercanos y por debajo del límite central (2250 ppm). Si se hiciera una comparación con los estándares de calidad europeos, ninguna muestra cumpliría, por tal razón se debe trabajar al máximo con estrategias para poder disminuir los niveles de azufre en el diesel Colombiano y estar al mismo nivel de los países de Europa y Estados Unidos.

Tabla 36. Resultados contenido de azufre en diesel

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación Mobil La Miel	Caldas	M3	Exxon Mobil	Diesel	2096		4500	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M5	Exxon Mobil	Diesel	2152		4500	X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M7	Exxon Mobil	Diesel	2279		4500	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M11	Texaco	Diesel	1659		4500	X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M12	Texaco	Diesel	2355		4500	X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A.	Itagüí	M13	Texaco	Diesel	2638		4500	X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A.	Itagüí	M14	Texaco	Diesel	2606		4500	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M19	Exxon Mobil	Diesel	2778		4500	X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M20	Exxon Mobil	Diesel	2310		4500	X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M24	Exxon Mobil	Diesel	2385		4500	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M25	Texaco	Diesel	2690		4500	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M29	Texaco	Diesel	1482		4500	X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M30	Texaco	Diesel	2344		4500	X	
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	M33	Exxon Mobil	Diesel	2440		4500	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M38	Exxon Mobil	Diesel	2408		4500	X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M39	Exxon Mobil	Diesel	2606		4500	X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M41	Terpel	Diesel	2193		4500	X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M44	Terpel	Diesel	2135		4500	X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M47	Texaco	Diesel	2382		4500	X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M48	Texaco	Diesel	2156		4500	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M51	Texaco	Diesel	2152		4500	X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M52	Texaco	Diesel	2294		4500	X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M53	Terpel	Diesel	2367		4500	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 36. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M54	Terpel	Diesel	1183		4500	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M59	Exxon Mobil	Diesel	2275		4500	X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M60	Exxon Mobil	Diesel	2435		4500	X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M61	Zeuss	Diesel	2241		4500	X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M65	Zeuss	Diesel	1845		4500	X	
Esso Los Mangos	Medellín	M68	Exxon Mobil	Diesel	2013		4500	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M71	Terpel	Diesel	1797		4500	X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M73	Terpel	Diesel	2089		4500	X	
Texaco	Medellín	M75	Texaco	Diesel sin aditivos	2386		4500	X	
Texaco	Medellín	M78	Texaco	Diesel	1960		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M82	Ecopetrol	Diesel sin Marcador	2928		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M83	Ecopetrol	Diesel sin Marcador	2105		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M85	Ecopetrol	Diesel sin Marcador	2131		4500	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M86	Terpel	Diesel sin Aditivos	2379		4500	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M88	Terpel	Diesel sin Aditivos	2171		4500	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M93	Terpel	Diesel	2432		4500	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M96	Zeuss	Diesel	1427		4500	X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M97	Zeuss	Diesel	1599		4500	X	
Auto Centro Codi- Caldas Mobil	Caldas	M99	Exxon Mobil	Diesel	1992		4500	X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M101	Terpel	Diesel	2236		4500	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M105	Zeuss	Diesel	2123		4500	X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M106	Zeuss	Diesel	1090		4500	X	
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M107	Terpel	Diesel	1324		4500	X	
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M108	Terpel	Diesel	2268		4500	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 36. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M110	Terpel	Diesel	2266		4500	X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M114	Texaco	Diesel	2476		4500	X	
Esso La 80	Medellín	M115	Exxon Mobil	Diesel	1935		4500	X	
Bomba Claret	Medellín	M119	Zeuss	Diesel	2011		4500	X	
Auto Centro Codi- Caldas Mobil	Caldas	M121	Exxon Mobil	Diesel	2475		4500	X	
Mobil Regional	Medellín	M122	Exxon Mobil	Diesel	1816		4500	X	
Mobil Regional	Medellín	M125	Exxon Mobil	Diesel	1922		4500	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M128	Exxon Mobil	Diesel	2414		4500	X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M129	Exxon Mobil	Diesel	2232		4500	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M132	Zeuss	Diesel	1812		4500	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M133	Zeuss	Diesel sin Aditivos	2686		4500	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M137	Texaco	Diesel	2742		4500	X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M138	Texaco	Diesel	1920		4500	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M141	Exxon Mobil	Diesel	2432		4500	X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M142	Exxon Mobil	Diesel	1910		4500	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M145	Exxon Mobil	Diesel	2428		4500	X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M146	Exxon Mobil	Diesel	2626		4500	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M147	Texaco	Diesel	1274		4500	X	
Envicentro Texaco	Envigado	M150	Texaco	Diesel	2323		4500	X	
Bomba Claret	Medellín	M151	Zeuss	Diesel	1284		4500	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M153	Terpel	Diesel	1989		4500	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M156	Terpel	Diesel	2006		4500	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M157	Exxon Mobil	Diesel	2201		4500	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M158	Exxon Mobil	Diesel	2172		4500	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M161	Exxon Mobil	Diesel	1623		4500	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 36. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Bomba La V	Medellín	M162	Zeuss	Diesel	1374		4500	X	
Exxon Mobil	Medellín	M166	Exxon Mobil	Diesel sin aditivos	2231		4500	X	
Exxon Mobil	Medellín	M171	Exxon Mobil	Diesel	2515		4500	X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M176	Zeuss	Diesel	1927		4500	X	
Esso Los Álamos	Medellín	M179	Exxon Mobil	Diesel	1791		4500	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M183	Exxon Mobil	Diesel	1869		4500	X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M184	Exxon Mobil	Diesel	2409		4500	X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M187	Terpel	Diesel	1783		4500	X	
Texaco	Medellín	M190	Texaco	Diesel sin aditivos	1901		4500	X	
Texaco	Medellín	M193	Texaco	Diesel	1854		4500	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M195	Exxon Mobil	Diesel	1998		4500	X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M196	Exxon Mobil	Diesel	1905		4500	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M199	Terpel	Diesel	1612		4500	X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M200	Terpel	Diesel	1952		4500	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M203	Terpel	Diesel	1613		4500	X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M204	Terpel	Diesel	1475		4500	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M207	Zeuss	Diesel	1581		4500	X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M208	Zeuss	Diesel	1868		4500	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M211	Terpel	Diesel	2464		4500	X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M212	Terpel	Diesel	2016		4500	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M215	Exxon Mobil	Diesel	1973		4500	X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M216	Exxon Mobil	Diesel	1964		4500	X	
Texaco Envigado	Envigado	M217	Texaco	Diesel	1470		4500	X	
Texaco Envigado	Envigado	M218	Texaco	Diesel	1505		4500	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 36. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M221	Zeuss	Diesel	2226		4500	X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M223	Zeuss	Diesel	1775		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M225	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	1613		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M226	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	1773		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M227	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	1633		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M228	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	1801		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M229	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	1940		4500	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M239	Terpel	Diesel sin Aditivos	1484		4500	X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M240	Terpel	Diesel	1993		4500	X	
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M241	Exxon Mobil	Diesel	1850		4500	X	
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M242	Exxon Mobil	Diesel	1058		4500	X	
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M243	Exxon Mobil	Diesel	2353		4500	X	
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M244	Exxon Mobil	Diesel	2777		4500	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M246	Zeuss	Diesel sin Aditivos	1575		4500	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M248	Zeuss	Diesel	1369		4500	X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M249	Zeuss	Diesel	1213		4500	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M254	Terpel	Diesel	1207		4500	X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M256	Terpel	Diesel	1801		4500	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M259	Zeuss	Diesel	1704		4500	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M260	Zeuss	Diesel	2241		4500	X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M261	Zeuss	Diesel	1680		4500	X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M263	Zeuss	Diesel	1846		4500	X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M265	Zeuss	Diesel	1776		4500	X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M269	Terpel	Diesel	1985		4500	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 36. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Ecopetrol	Medellín	M271	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	1350		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M272	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	1683		4500	X	
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M273	Texaco	Diesel	1650		4500	X	
Estación De Servicio Terpel El Encierro Poblado	Medellín	M274	Terpel	Diesel	1683		4500	X	
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M275	Texaco	Diesel	1622		4500	X	
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M276	Texaco	Diesel	1592		4500	X	
Estación De Servicio Terpel El Encierro Poblado	Medellín	M277	Terpel	Diesel	1836		4500	X	
Esso La 80	Medellín	M278	Exxon Mobil	Diesel	1451		4500	X	
Esso La 80	Medellín	M279	Exxon Mobil	Diesel	1796		4500	X	
Exxon Mobil	Medellín	M282	Exxon Mobil	Diesel sin aditivos	1537		4500	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M283	Exxon Mobil	Diesel	1982		4500	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M284	Exxon Mobil	Diesel	1952		4500	X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M285	Exxon Mobil	Diesel	2044		4500	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M286	Terpel	Diesel	1530		4500	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M287	Terpel	Diesel	1413		4500	X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M288	Terpel	Diesel	1415		4500	X	
Servicentro Zeuss Las Brisas	Medellín	M289	Zeuss	Diesel	1914		4500	X	
Servicentro Zeuss Las Brisas	Medellín	M290	Zeuss	Diesel	2042		4500	X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M291	Exxon Mobil	Diesel	1225		4500	X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M292	Exxon Mobil	Diesel	2511		4500	X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M293	Exxon Mobil	Diesel	1771		4500	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Mín: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 36. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M294	Exxon Mobil	Diesel	1974		4500	X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles y Cia. Ltda	Bello	M295	Exxon Mobil	Diesel	2023		4500	X	
Estación De Servicio Esso No.9 Los Álamos	Medellín	M296	Exxon Mobil	Diesel	1888		4500	X	
Estación De Servicio Esso No.9 Los Álamos	Medellín	M297	Exxon Mobil	Diesel	1514		4500	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No. 9	Bello	M298	Texaco	Diesel	1945		4500	X	
Estación De Servicio Texaco Bello No. 9	Bello	M299	Texaco	Diesel	1921		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M300	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	2133		4500	X	
Ecopetrol	Medellín	M301	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	1972		4500	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Contenido de Aromáticos en diesel

La prueba de contenido de aromáticos y benceno se evalúa bajo el método ASTM D-5580 y el resultado es expresado en ml/100 ml.

Las especificaciones de calidad de contenido de aromáticos en diesel están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1438.

Los resultados para este análisis muestran (ver tabla 37 y figura 33) que todas las muestras cumplen con el estándar de calidad exigido. Es de resaltar que la mayoría de muestras tienden a aproximar su resultados al límite central (17.5% Vol).

Figura 32. Resultados contenido de azufre en diesel

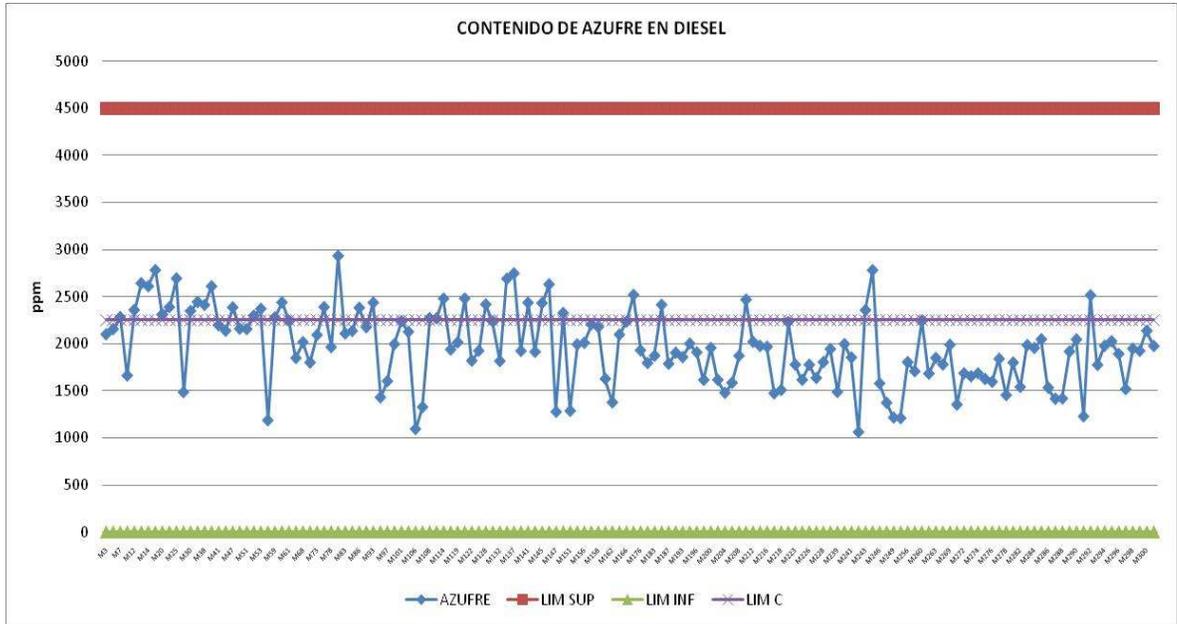


Tabla 37. Resultados contenido de aromáticos en diesel

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Min.	Máx.	C.	NoC.
Estación Mobil La Miel	Caldas	M3	Exxon Mobil	Diesel	22,3			X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M5	Exxon Mobil	Diesel	22,2			X	
Estación Mobil Los Lagos	Caldas	M7	Exxon Mobil	Diesel	22,2			X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M11	Texaco	Diesel	24,1			X	
Estación Texaco Sabaneta	Sabaneta	M12	Texaco	Diesel	18,4			X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellin S.A.	Itagüí	M13	Texaco	Diesel	22,6			X	
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellin S.A.	Itagüí	M14	Texaco	Diesel	21,5			X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M19	Exxon Mobil	Diesel	17,6			X	
Estación Mobil La Florida	La Estrella	M20	Exxon Mobil	Diesel	18,0			X	
Estación De Servicio Mobil Los Angeles	Bello	M24	Exxon Mobil	Diesel	15,5			X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 37. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Texaco Bello No.9	Bello	M25	Texaco	Diesel	16,3			X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M29	Texaco	Diesel	17,0			X	
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	M30	Texaco	Diesel	16,4			X	
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	M33	Exxon Mobil	Diesel	17,5			X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M38	Exxon Mobil	Diesel	14,2			X	
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	M39	Exxon Mobil	Diesel	14,1			X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M41	Terpel	Diesel	13,8			X	
Terpel Central De Abastos	Itagüí	M44	Terpel	Diesel	11,9			X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M47	Texaco	Diesel	16,2			X	
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	M48	Texaco	Diesel	14,3			X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M51	Texaco	Diesel	14,1			X	
Estación De Servicio Texaco No. 3	Itagüí	M52	Texaco	Diesel	14,1			X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M53	Terpel	Diesel	13,1			X	
Estación De Servicio Terpel Itagüí	Itagüí	M54	Terpel	Diesel	13,4			X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M59	Exxon Mobil	Diesel	13,0			X	
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	M60	Exxon Mobil	Diesel	13,9			X	
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	M61	Zeuss	Diesel	11,2			X	
Estación De Servicios Y Serviteca Q&C	Bello	M65	Zeuss	Diesel	10,5			X	
Esso Los Mangos	Medellín	M68	Exxon Mobil	Diesel	11,1			X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M71	Terpel	Diesel	13,0			X	
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	M73	Terpel	Diesel	24,5			X	
Texaco	Medellín	M75	Texaco	Diesel sin aditivos	23,5			X	
Texaco	Medellín	M78	Texaco	Diesel	21,2			X	
Ecopetrol	Medellín	M82	Ecopetrol	Diesel sin Marcador	15,9			X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 37. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Ecopetrol	Medellín	M83	Ecopetrol	Diesel sin Marcador	16,3			X	
Ecopetrol	Medellín	M85	Ecopetrol	Diesel sin Marcador	15,7			X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M86	Terpel	Diesel sin Aditivos	24,6			X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M88	Terpel	Diesel sin Aditivos	19,5			X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M93	Terpel	Diesel	17,8			X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M96	Zeuss	Diesel	13,3			X	
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	M97	Zeuss	Diesel	14,0			X	
Auto Centro Codi- Caldas Mobil	Caldas	M99	Exxon Mobil	Diesel	15,6			X	
Puerta Del Nordeste	Barbosa	M101	Terpel	Diesel	16,9			X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M105	Zeuss	Diesel	13,9			X	
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	M106	Zeuss	Diesel	14,8			X	
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M107	Terpel	Diesel	15,7			X	
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M108	Terpel	Diesel	12,6			X	
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	M110	Terpel	Diesel	13,9			X	
Estación Texaco Colombia	Medellín	M114	Texaco	Diesel	14,4			X	
Esso La 80	Medellín	M115	Exxon Mobil	Diesel	11,9			X	
Bomba Claret	Medellín	M119	Zeuss	Diesel	15,2			X	
Auto Centro Codi- Caldas Mobil	Caldas	M121	Exxon Mobil	Diesel	12,1			X	
Mobil Regional	Medellín	M122	Exxon Mobil	Diesel	11,3			X	
Mobil Regional	Medellín	M125	Exxon Mobil	Diesel	11,4			X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M128	Exxon Mobil	Diesel	14,3			X	
Servicentro Esso Laureles	Medellín	M129	Exxon Mobil	Diesel	12,8			X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M132	Zeuss	Diesel	15,0			X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M133	Zeuss	Diesel sin Aditivos	21,1			X	
Estación De Servicio Distracom Texaco (Exposiciones)	Medellín	M137	Texaco	Diesel	16,1			X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 37. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Distracon Texaco (Exposiciones)	Medellín	M138	Texaco	Diesel	14,0			X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M141	Exxon Mobil	Diesel	13,7			X	
Estación Esso Las Vegas	Envigado	M142	Exxon Mobil	Diesel	13,7			X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M145	Exxon Mobil	Diesel	11,7			X	
Estación Esso Envigado	Envigado	M146	Exxon Mobil	Diesel	12,6			X	
Envicentro Texaco	Envigado	M147	Texaco	Diesel	13,5			X	
Envicentro Texaco	Envigado	M150	Texaco	Diesel	14,9			X	
Bomba Claret	Medellín	M151	Zeuss	Diesel	23,3			X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M153	Terpel	Diesel	22,4			X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M156	Terpel	Diesel	25,5			X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M157	Exxon Mobil	Diesel	12,4			X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M158	Exxon Mobil	Diesel	11,2			X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M161	Exxon Mobil	Diesel	23,2			X	
Bomba La V	Medellín	M162	Zeuss	Diesel	30,5			X	
Bomba La V	Medellín	M164	Zeuss	Diesel	14,6			X	
Exxon Mobil	Medellín	M166	Exxon Mobil	Diesel sin aditivos	19,9			X	
Exxon Mobil	Medellín	M171	Exxon Mobil	Diesel	26,3			X	
Servicentro Las Brisas Zeuss	Medellín	M176	Zeuss	Diesel	24,1			X	
Esso Los Álamos	Medellín	M179	Exxon Mobil	Diesel	22,9			X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M183	Exxon Mobil	Diesel	14,0			X	
Estación De Servicios Esso Caribe Medellín S.A	Medellín	M184	Exxon Mobil	Diesel	14,8			X	
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	M187	Terpel	Diesel	20,3			X	
Texaco	Medellín	M190	Texaco	Diesel sin aditivos	23,1			X	
Texaco	Medellín	M193	Texaco	Diesel	22,6			X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 37. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M195	Exxon Mobil	Diesel	22,3			X	
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	M196	Exxon Mobil	Diesel	21,1			X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M199	Terpel	Diesel	21,8			X	
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	M200	Terpel	Diesel	20,3			X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M203	Terpel	Diesel	16,6			X	
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	M204	Terpel	Diesel	20,3			X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M207	Zeuss	Diesel	22,2			X	
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	M208	Zeuss	Diesel	18,0			X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M211	Terpel	Diesel	16,7			X	
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	M212	Terpel	Diesel	24,1			X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M215	Exxon Mobil	Diesel	26,3			X	
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	M216	Exxon Mobil	Diesel	12,7			X	
Texaco Envigado	Envigado	M217	Texaco	Diesel	15,8			X	
Texaco Envigado	Envigado	M218	Texaco	Diesel	21,2			X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M221	Zeuss	Diesel	18,6			X	
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	M223	Zeuss	Diesel	21,5			X	
Ecopetrol	Medellín	M225	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	19,4			X	
Ecopetrol	Medellín	M226	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	21,1			X	
Ecopetrol	Medellín	M227	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	13,7			X	
Ecopetrol	Medellín	M228	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	14,5			X	
Ecopetrol	Medellín	M229	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	20,6			X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M239	Terpel	Diesel sin Aditivos	18,7			X	
Organización Terpel S.A.	Medellín	M240	Terpel	Diesel	14,1			X	
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M241	Exxon Mobil	Diesel	14,6			X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 37. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M242	Exxon Mobil	Diesel	16,6			X	
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M243	Exxon Mobil	Diesel	21,4			X	
Estación Esso Mayorca	Sabaneta	M244	Exxon Mobil	Diesel	22,5			X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M246	Zeuss	Diesel sin Aditivos	14,8			X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M248	Zeuss	Diesel	22,1			X	
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M249	Zeuss	Diesel	23,0			X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M254	Terpel	Diesel	20,0			X	
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	M256	Terpel	Diesel	24,3			X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M259	Zeuss	Diesel	22,5			X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M260	Zeuss	Diesel	14,4			X	
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	M261	Zeuss	Diesel	12,2			X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M263	Zeuss	Diesel	12,7			X	
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	M265	Zeuss	Diesel	12,9			X	
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	M269	Terpel	Diesel	12,6			X	
Ecopetrol	Medellín	M271	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	16,8			X	
Ecopetrol	Medellín	M272	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	18,7			X	
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M273	Texaco	Diesel	15,3			X	
Estación De Servicio Terpel El Encierro Poblado	Medellín	M274	Terpel	Diesel	15,2			X	
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M275	Texaco	Diesel	13,9			X	
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	M276	Texaco	Diesel	19,5			X	
Estación De Servicio Terpel El Encierro Poblado	Medellín	M277	Terpel	Diesel	15,1			X	
Esso La 80	Medellín	M278	Exxon Mobil	Diesel	13,0			X	
Esso La 80	Medellín	M279	Exxon Mobil	Diesel	11,8			X	

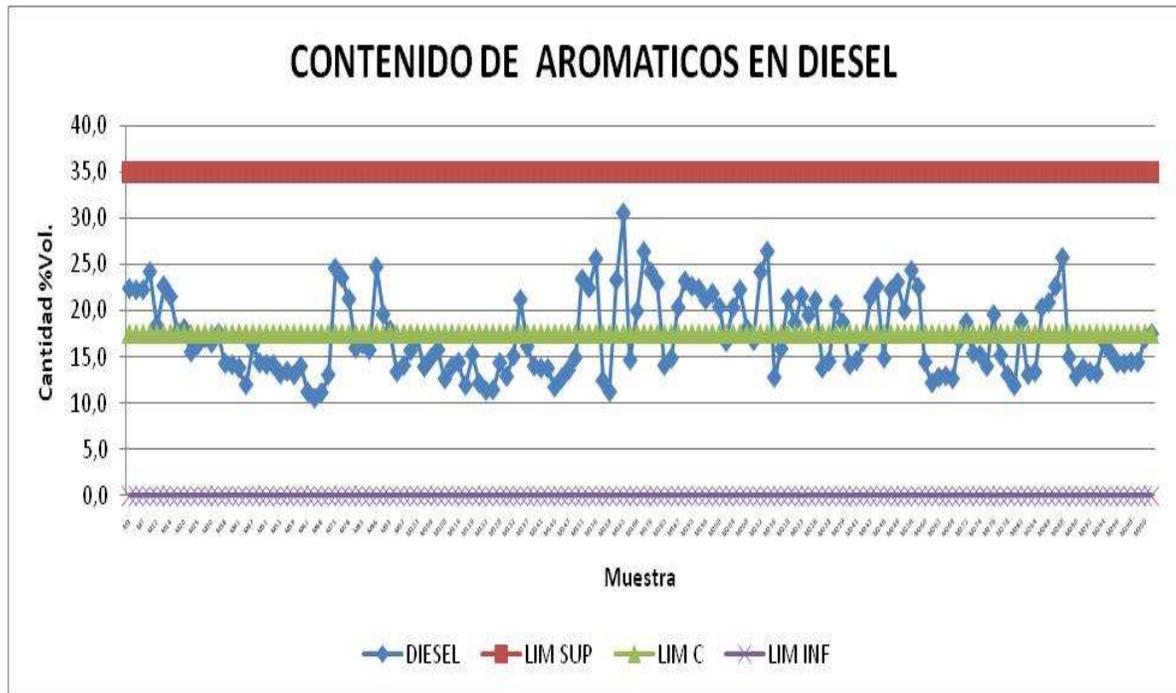
Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 37. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Tipo de Proveedor	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
						Mín.	Máx.	C.	NoC.
Exxon Mobil	Medellín	M282	Exxon Mobil	Diesel sin aditivos	18,7			X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M283	Exxon Mobil	Diesel	13,0			X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M284	Exxon Mobil	Diesel	13,3			X	
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	M285	Exxon Mobil	Diesel	20,3			X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M286	Terpel	Diesel	20,8			X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M287	Terpel	Diesel	22,6			X	
Distrimax Terpel Campo Valdés	Medellín	M288	Terpel	Diesel	25,7			X	
Servicentro Zeuss Las Brisas	Medellín	M289	Zeuss	Diesel	14,9			X	
Servicentro Zeuss Las Brisas	Medellín	M290	Zeuss	Diesel	12,8			X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M291	Exxon Mobil	Diesel	13,8			X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M292	Exxon Mobil	Diesel	13,3			X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M293	Exxon Mobil	Diesel	13,1			X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M294	Exxon Mobil	Diesel	16,6			X	
Estación De Servicio Móvil Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	M295	Exxon Mobil	Diesel	15,4			X	
Estación De Servicio Esso No.9 Los Álamos	Medellín	M296	Exxon Mobil	Diesel	14,3			X	
Estación De Servicio Esso No.9 Los Álamos	Medellín	M297	Exxon Mobil	Diesel	14,2			X	
Estación De Servicio Texaco Bello No. 9	Bello	M298	Texaco	Diesel	14,4			X	
Estación De Servicio Texaco Bello No. 9	Bello	M299	Texaco	Diesel	14,4			X	
Ecopetrol	Medellín	M300	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	16,9			X	
Ecopetrol	Medellín	M301	Ecopetrol	Diesel Sin Marcador	17,4			X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Mín: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Figura 33. Contenido de aromáticos en Diesel



6.1.3 Combustibles Industriales

Contenido de Agua por destilación

La prueba de contenido de agua por destilación se evalúa bajo el método ASTM D-95 y el resultado es expresado en ml/100 ml o % Vol.

En combustibles industriales no se tiene un estándar de calidad establecido, por tal razón se opta por comparar con Combustóleo (Fuel oil No 6) o un Fuel oil intermedio 180 ó 380 (IFO 180 ó IFO 380), los cuales son combustibles industriales para los cuales se tiene especificaciones de calidad. Por tal razón las especificaciones de calidad de contenido de agua por destilación están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1549.

Los resultados para este análisis muestran (ver tabla 38 y figura 34) que hay varias muestras que se salen de la especificaciones calidad (2 % Vol) especialmente las muestras que son diferentes a diesel. En el capítulo siguiente se muestra en análisis correspondiente a estas muestras.

Tabla 38. Resultados contenido de agua por destilación en Combustibles industriales

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Colanta	Medellín	C1	Combustible Industrial	0,4		2,0	X	
Colanta	Medellín	C2	Combustible Industrial	0,2		2,0	X	
Colanta	Medellín	C3	Combustible Industrial	0,4		2,0	X	
Ascrudos	Bello	C4	Combustible Industrial	3,6		2,0		X
Ascrudos	Bello	C5	Crudo	2,2		2,0	X	
Ascrudos	Bello	C6	Combustóleo	4,0		2,0		X
Ascrudos	Bello	C7	Combustible Industrial	2,0		2,0	X	
Ecotransa	Bello	C8	Aceite Combustible	1,2		2,0	X	
Ecotransa	Bello	C9	Combustible Industrial	1,8		2,0	X	
Ecotransa	Bello	C10	Combustible Industrial	1,4		2,0	X	
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C11	Fuel Oil	4,2		2,0		X
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C12	Fuel Oil	3,6		2,0		X
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C13	Fuel Oil	0,2		2,0	X	
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C14	Fuel Oil	0,2		2,0	X	
Papelsa S.A.	Barbosa	C15	Fuel Oil	1,0		2,0	X	
Papelsa S.A.	Barbosa	C16	Fuel Oil	0,8		2,0	X	
Evolución Andina	Bello	C17	Destilado Medio Industrial	4,6		2,0		X
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C18	Fuel oil No.6	0,2		2,0	X	
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C19	Fuel oil No.7	0,2		2,0	X	
Trnasmeba	Itagüí	C20	ACPM	0,0		2,0	X	
Maxipetrol	Itagüí	C21	Combustible Industrial	0,0		2,0	X	
Maxipetrol	Itagüí	C22	Combustible Industrial	0,0		2,0	X	
Mobil Sur	Medellín	C23	Diesel	0,0		2,0	X	
Mobil Sur	Medellín	C24	Diesel	0,0		2,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C25	Diesel	0,0		2,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C26	Diesel	0,0		2,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C27	Diesel	0,0		2,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 38. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Intercolor S.A	La Estrella	C28	Diesel	0,0		2,0	X	
Intercolor S.A	La Estrella	C29	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundalco S.A	La Estrella	C30	Diesel	1,6		2,0	X	
Fundalco S.A	La Estrella	C31	Aceite Residual	2,8		2,0		X
Expoquimica	Itagüí	C32	Diesel	0,0		2,0	X	
Expoquimica	Itagüí	C33	Diesel	0,0		2,0	X	
Petroraza	Sabaneta	C34	Diesel	0,0		2,0	X	
Petroraza	Sabaneta	C35	Diesel	0,0		2,0	X	
Coonorte	Medellín	C36	Diesel	0,0		2,0	X	
Coonorte	Medellín	C37	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Atoro	Medellín	C38	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Atoro	Medellín	C39	Diesel	0,2		2,0	X	
Bonem	Medellín	C40	Diesel	0,0		2,0	X	
Celsa S.A	Itagüí	C41	Fuel Oil	0,0		2,0	X	
Celsa S.A	Itagüí	C42	ACPM	6,0		2,0		X
Celsa S.A	Itagüí	C43	ACPM-Diesel	0,0		2,0	X	
Oxigenados Y Derivados	Itagüí	C44	ACPM Mezclado	0,0		2,0	X	
Fundición Polinco	Caldas	C45	Combustible Industrial Medio	0,0		2,0	X	
Trenzados Medellin	Caldas	C46	Diesel-Combustible Intermedio	0,0		2,0	X	
Trenzados Medellin	Caldas	C47	Diesel-Combustible Intermedio	0,0		2,0	X	
Pomelos S.A	Medellín	C48	Diesel	0,0		2,0	X	
Pomelos S.A	Medellín	C49	Diesel	0,0		2,0	X	
Icolpan	Medellín	C50	Diesel(intermedio)	0,0		2,0	X	
Icolpan	Medellín	C51	Diesel	0,0		2,0	X	
Icolpan	Medellín	C52	Diesel	0,0		2,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C53	Diesel	0,0		2,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C54	Diesel	0,0		2,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C55	Diesel	0,0		2,0	X	
Leonisa De Colombia	Medellín	C56	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C57	Diesel	0,0		2,0	X	

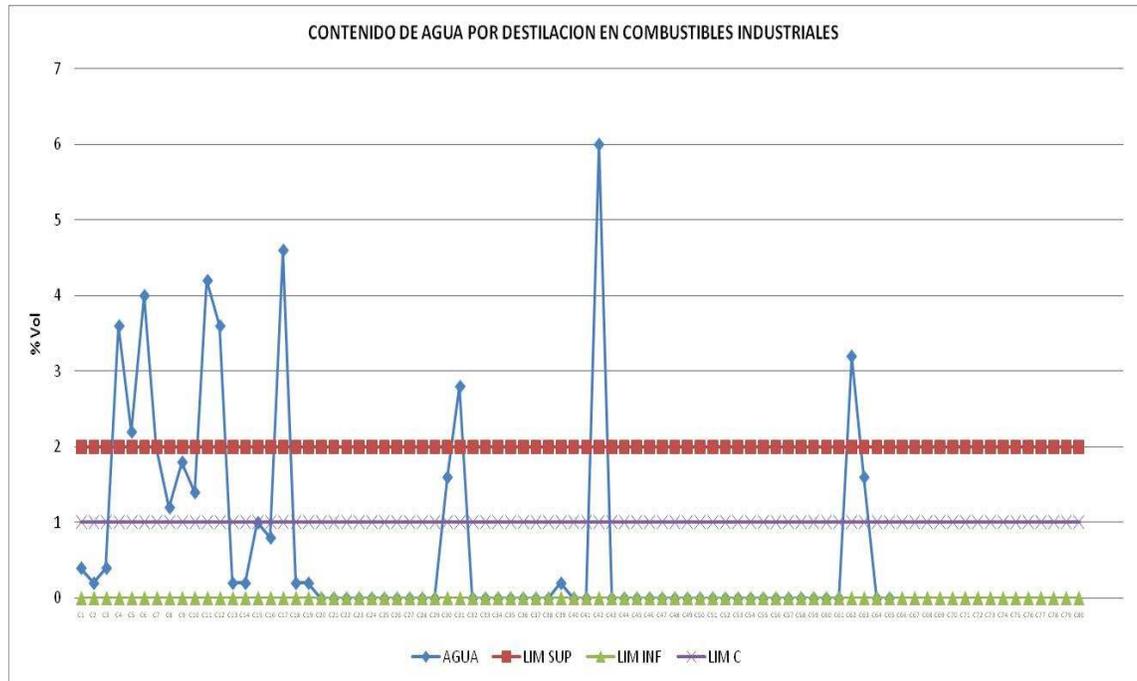
Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 38. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Fundición Gutiérrez	Medellín	C58	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C59	Diesel	0,0		2,0	X	
Leonisa De Colombia	Medellín	C60	Diesel	0,0		2,0	X	
Bonem S.A	Medellín	C61	Diesel	0,0		2,0	X	
C.I Doña Paula	Itagüí	C62	Fuel Oil	3,2		2,0		X
C.I Doña Paula	Itagüí	C63	Fuel Oil	1,6		2,0	X	
Ascender S.A	Itagüí	C64	Diesel	0,0		2,0	X	
Ascender S.A	Itagüí	C65	Diesel	0,0		2,0	X	
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C66	Diesel	0,0		2,0	X	
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C67	Diesel	0,0		2,0	X	
Inversiones Tribilin	Itagüí	C68	Diesel	0,0		2,0	X	
Inversiones Tribilin	Itagüí	C69	Diesel	0,0		2,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C70	Diesel	0,0		2,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C71	Diesel	0,0		2,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C72	Diesel	0,0		2,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C73	Diesel	0,0		2,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C74	Diesel	0,0		2,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C75	Fuel Oil	5,2		2,0		X
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C76	Fuel Oil	4,0		2,0		X
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C77	Aceite Combustible Industrial	0,4		2,0	X	
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C78	Aceite Combustible Industrial	0,2		2,0	X	
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C79	Gasolina	0,0		2,0	X	
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C80	Gasolina	0,0		2,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Figura 34. Contenido de agua por destilación en combustibles industriales



Contenido de Agua y sedimentos

La prueba de contenido de agua y sedimentos se evalúa bajo el método ASTM D-96 y el resultado es expresado en ml/100 ml o % Vol.

Por las razones expuestas anteriormente las especificaciones de calidad de contenido de agua y sedimentos están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1549.

Los resultados para este análisis muestran (ver tabla 39 y figura 35) que todas las muestras se encuentran dentro de las especificaciones de calidad, inclusive la mayoría esta presenta resultados por debajo del 1 %Vol.

Tabla 39. Resultados contenido de agua y sedimentos en combustibles industriales

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Colanta	Medellín	C1	Combustible Industrial	0,4		2,0	X	
Colanta	Medellín	C2	Combustible Industrial	0,2		2,0	X	
Colanta	Medellín	C3	Combustible Industrial	0,2		2,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 39. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Ascrudos	Bello	C4	Combustible Industrial	0,6		2,0	X	
Ascrudos	Bello	C5	Crudo	0,4		2,0	X	
Ascrudos	Bello	C6	Combustóleo	0,5		2,0	X	
Ascrudos	Bello	C7	Combustible Industrial	0,5		2,0	X	
Ecotransa	Bello	C8	Aceite Combustible	0,3		2,0	X	
Ecotransa	Bello	C9	Combustible Industrial	0,8		2,0	X	
Ecotransa	Bello	C10	Combustible Industrial	0,4		2,0	X	
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C11	Fuel Oil	0,2		2,0	X	
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C12	Fuel Oil	0,2		2,0	X	
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C13	Fuel Oil	0,2		2,0	X	
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C14	Fuel Oil	0,2		2,0	X	
Papelsa S.A.	Barbosa	C15	Fuel Oil	1,0		2,0	X	
Papelsa S.A.	Barbosa	C16	Fuel Oil	1,0		2,0	X	
Evolución Andina	Bello	C17	Destilado Medio Industrial	0,4		2,0	X	
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C18	Fuel oil No.6	0,2		2,0	X	
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C19	Fuel oil No.7	0,2		2,0	X	
Trnasmeba	Itagüí	C20	ACPM	0,0		2,0	X	
Maxipetrol	Itagüí	C21	Combustible Industrial	0,0		2,0	X	
Maxipetrol	Itagüí	C22	Combustible Industrial	0,0		2,0	X	
Mobil Sur	Medellín	C23	Diesel	0,0		2,0	X	
Mobil Sur	Medellín	C24	Diesel	0,0		2,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C25	Diesel	0,0		2,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C26	Diesel	0,0		2,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C27	Diesel	0,0		2,0	X	
Intercolor S.A	La Estrella	C28	Diesel	0,0		2,0	X	
Intercolor S.A	La Estrella	C29	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundalco S.A	La Estrella	C30	Diesel	0,2		2,0	X	
Fundalco S.A	La Estrella	C31	Aceite Residual	0,4		2,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 39. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Expoquimica	Itagüí	C32	Diesel	0,0		2,0	X	
Expoquimica	Itagüí	C33	Diesel	0,0		2,0	X	
Petroraza	Sabaneta	C34	Diesel	0,0		2,0	X	
Petroraza	Sabaneta	C35	Diesel	0,0		2,0	X	
Coonorte	Medellín	C36	Diesel	0,0		2,0	X	
Coonorte	Medellín	C37	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Atoro	Medellín	C38	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Atoro	Medellín	C39	Diesel	0,0		2,0	X	
Bonem	Medellín	C40	Diesel	0,0		2,0	X	
Celsa S.A	Itagüí	C41	Fuel Oil	0,0		2,0	X	
Celsa S.A	Itagüí	C42	ACPM	0,2		2,0	X	
Celsa S.A	Itagüí	C43	ACPM-Diesel	0,0		2,0	X	
Oxigenados Y Derivados	Itagüí	C44	ACPM Mezclado	0,0		2,0	X	
Fundición Polinco	Caldas	C45	Combustible Industrial Medio	0,0		2,0	X	
Trenzados Medellin	Caldas	C46	Diesel-Combustible Intermedio	0,0		2,0	X	
Trenzados Medellin	Caldas	C47	Diesel-Combustible Intermedio	0,0		2,0	X	
Pomelos S.A	Medellín	C48	Diesel	0,0		2,0	X	
Pomelos S.A	Medellín	C49	Diesel	0,0		2,0	X	
Icolpan	Medellín	C50	Diesel(intermedio)	0,0		2,0	X	
Icolpan	Medellín	C51	Diesel	0,0		2,0	X	
Icolpan	Medellín	C52	Diesel	0,0		2,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C53	Diesel	0,0		2,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C54	Diesel	0,0		2,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C55	Diesel	0,0		2,0	X	
Leonisa De Colombia	Medellín	C56	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C57	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C58	Diesel	0,0		2,0	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C59	Diesel	0,0		2,0	X	
Leonisa De Colombia	Medellín	C60	Diesel	0,0		2,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 39. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Bonem S.A	Medellín	C61	Diesel	0,0		2,0	X	
C.I Doña Paula	Itagüí	C62	Fuel Oil	1,2		2,0	X	
C.I Doña Paula	Itagüí	C63	Fuel Oil	0,4		2,0	X	
Ascender S.A	Itagüí	C64	Diesel	0,0		2,0	X	
Ascender S.A	Itagüí	C65	Diesel	0,0		2,0	X	
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C66	Diesel	0,0		2,0	X	
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C67	Diesel	0,0		2,0	X	
Inversiones Tribilin	Itagüí	C68	Diesel	0,0		2,0	X	
Inversiones Tribilin	Itagüí	C69	Diesel	0,0		2,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C70	Diesel	0,0		2,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C71	Diesel	0,0		2,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C72	Diesel	0,0		2,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C73	Diesel	0,0		2,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C74	Diesel	0,0		2,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C75	Fuel Oil	0,1		2,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C76	Fuel Oil	0,0		2,0	X	
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C77	Aceite Combustible Industrial	0,0		2,0	X	
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C78	Aceite Combustible Industrial	0,0		2,0	X	
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C79	Gasolina	0,0		2,0	X	
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C80	Gasolina	0,0		2,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Contenido de cenizas. La prueba de contenido de cenizas se evalúa bajo el método ASTM D-482 y el resultado es expresado en % P/P.

Para este análisis no se encuentra especificación de calidad, pero la experiencia en el consumo de estos combustibles indican que un límite superior óptimo para combustibles industriales es 1 % P/P.

Los resultados para este análisis muestran (ver tabla 40 y figura 36) que hay varias muestras que se salen de la especificaciones de calidad (1 % P/P) especialmente las muestras que son diferentes a diesel. En el capítulo siguiente se muestra en análisis correspondiente a estas muestras.

Figura 35. Contenido de agua y sedimentos en combustibles industriales

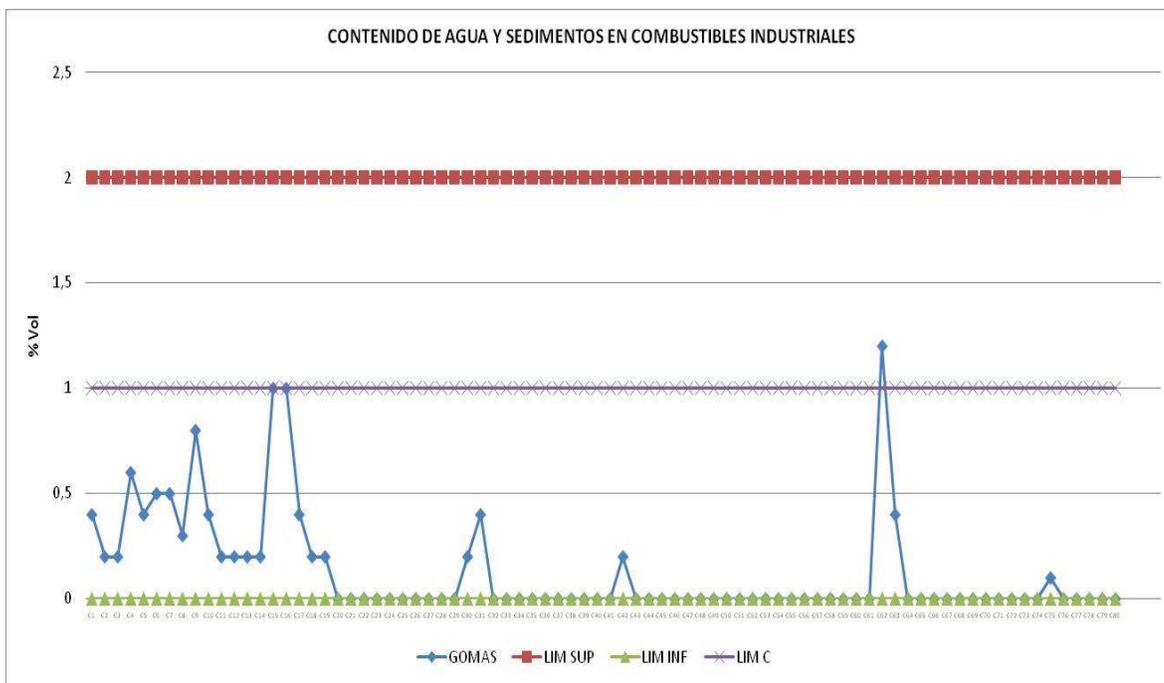


Tabla 40. Resultados contenido de cenizas en Combustibles industriales

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Colanta	Medellín	C1	Combustible Industrial	0,008		1,0	X	
Colanta	Medellín	C2	Combustible Industrial	0,006		1,0	X	
Colanta	Medellín	C3	Combustible Industrial	0,017		1,0	X	
Ascrudos	Bello	C4	Combustible Industrial	0,710		1,0	X	
Ascrudos	Bello	C5	Crudo	0,511		1,0	X	
Ascrudos	Bello	C6	Combustóleo	0,483		1,0	X	
Ascrudos	Bello	C7	Combustible Industrial	0,327		1,0	X	
Ecotransa	Bello	C8	Aceite Combustible	1,116		1,0		X
Ecotransa	Bello	C9	Combustible Industrial	1,263		1,0		X
Ecotransa	Bello	C10	Combustible Industrial	0,463		1,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 40. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C11	Fuel Oil	0,691		1,0	X	
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C12	Fuel Oil	0,964		1,0	X	
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C13	Fuel Oil	0,134		1,0	X	
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C14	Fuel Oil	0,119		1,0	X	
Papelsa S.A.	Barbosa	C15	Fuel Oil	1,320		1,0		X
Papelsa S.A.	Barbosa	C16	Fuel Oil	1,312		1,0		X
Evolución Andina	Bello	C17	Destilado Medio Industrial	0,624		1,0	X	
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C18	Fuel oil No.6	0,330		1,0	X	
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C19	Fuel oil No.7	0,359		1,0	X	
Trnasmeba	Itagüí	C20	ACPM	<0,001		1,0	X	
Maxipetrol	Itagüí	C21	Combustible Industrial	1,051		1,0		X
Maxipetrol	Itagüí	C22	Combustible Industrial	1,048		1,0		X
Mobil Sur	Medellín	C23	Diesel	<0,001		1,0	X	
Mobil Sur	Medellín	C24	Diesel	<0,001		1,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C25	Diesel	<0,001		1,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C26	Diesel	<0,001		1,0	X	
Texaco Palace	Medellín	C27	Diesel	0,002		1,0	X	
Intercolor S.A	La Estrella	C28	Diesel	<0,001		1,0	X	
Intercolor S.A	La Estrella	C29	Diesel	<0,001		1,0	X	
Fundalco S.A	La Estrella	C30	Diesel	0,799		1,0	X	
Fundalco S.A	La Estrella	C31	Aceite Residual	0,803		1,0	X	
Expoquimica	Itagüí	C32	Diesel	<0,001		1,0	X	
Expoquimica	Itagüí	C33	Diesel	<0,001		1,0	X	
Petroraza	Sabaneta	C34	Diesel	<0,001		1,0	X	
Petroraza	Sabaneta	C35	Diesel	<0,001		1,0	X	
Coonorte	Medellín	C36	Diesel	<0,001		1,0	X	
Coonorte	Medellín	C37	Diesel	<0,001		1,0	X	
Fundición Atoro	Medellín	C38	Diesel	<0,001		1,0	X	
Fundición Atoro	Medellín	C39	Diesel	<0,001		1,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 40. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Bonem	Medellín	C40	Diesel	<0,001		1,0	X	
Celsa S.A	Itagüí	C41	Fuel Oil	0,792		1,0	X	
Celsa S.A	Itagüí	C42	ACPM	<0,001		1,0	X	
Celsa S.A	Itagüí	C43	ACPM-Diesel	0,004		1,0	X	
Oxigenados Y Derivados	Itagüí	C44	ACPM Mezclado	0,009		1,0	X	
Fundición Polinco	Caldas	C45	Combustible Industrial Medio	0,000		1,0	X	
Trenzados Medellin	Caldas	C46	Diesel-Combustible Intermedio	<0,001		1,0	X	
Trenzados Medellin	Caldas	C47	Diesel-Combustible Intermedio	<0,001		1,0	X	
Pomelos S.A	Medellín	C48	Diesel	<0,001		1,0	X	
Pomelos S.A	Medellín	C49	Diesel	<0,001		1,0	X	
Icolpan	Medellín	C50	Diesel(intermedio)	0,011		1,0	X	
Icolpan	Medellín	C51	Diesel	<0,001		1,0	X	
Icolpan	Medellín	C52	Diesel	<0,001		1,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C53	Diesel	<0,001		1,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C54	Diesel	<0,001		1,0	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C55	Diesel	<0,001		1,0	X	
Leonisa De Colombia	Medellín	C56	Diesel	<0,001		1,0	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C57	Diesel	<0,001		1,0	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C58	Diesel	<0,001		1,0	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C59	Diesel	<0,001		1,0	X	
Leonisa De Colombia	Medellín	C60	Diesel	<0,001		1,0	X	
Bonem S.A	Medellín	C61	Diesel	<0,001		1,0	X	
C.I Doña Paula	Itagüí	C62	Fuel Oil	0,960		1,0	X	
C.I Doña Paula	Itagüí	C63	Fuel Oil	1,032		1,0		X
Ascender S.A	Itagüí	C64	Diesel	<0,001		1,0	X	
Ascender S.A	Itagüí	C65	Diesel	<0,001		1,0	X	
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C66	Diesel	<0,001		1,0	X	
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C67	Diesel	<0,001		1,0	X	
Inversiones Tribilin	Itagüí	C68	Diesel	<0,001		1,0	X	

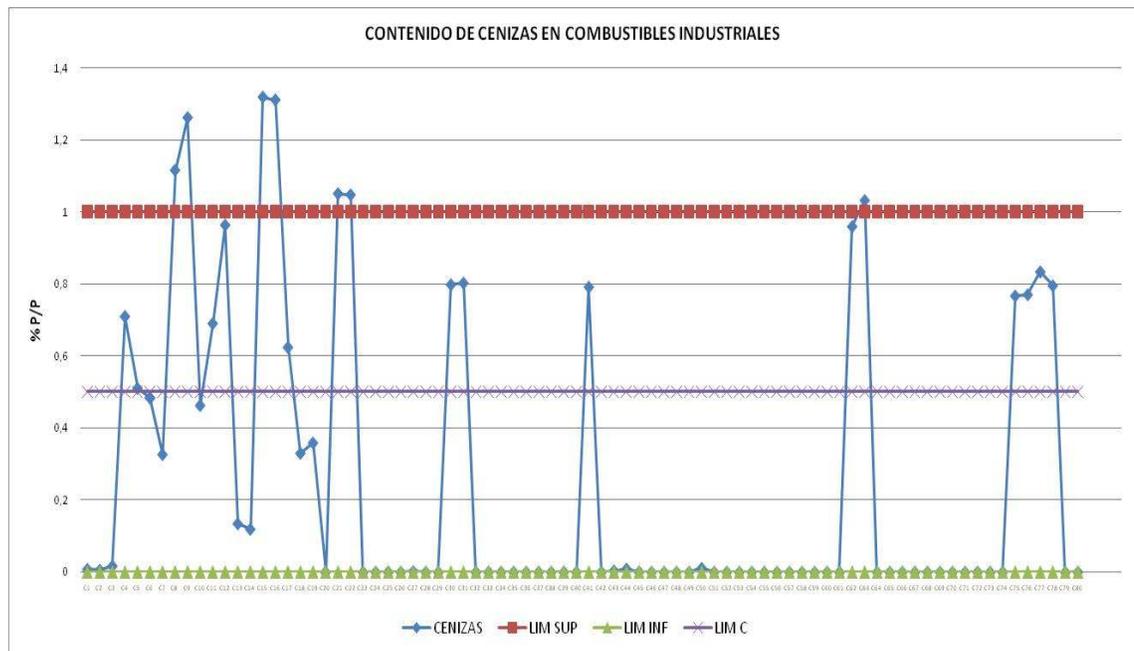
Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 40. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
Inversiones Tribilín	Itagüí	C69	Diesel	<0,001		1,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C70	Diesel	<0,001		1,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C71	Diesel	<0,001		1,0	X	
Andercol S.A.	Medellín	C72	Diesel	<0,001		1,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C73	Diesel	<0,001		1,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C74	Diesel	<0,001		1,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C75	Fuel Oil	0,767		1,0	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C76	Fuel Oil	0,771		1,0	X	
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C77	Aceite Combustible Industrial	0,834		1,0	X	
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C78	Aceite Combustible Industrial	0,796		1,0	X	
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C79	Gasolina	<0,001		1,0	X	
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C80	Gasolina	<0,001		1,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Figura 36. Contenido de cenizas en combustibles industriales



Contenido de Residuo carbonoso

La prueba de contenido de residuo carbonoso se evalúa bajo el método ASTM D-189 y el resultado es expresado en % P/P.

Por las razones expuestas anteriormente las especificaciones de calidad de contenido de residuo carbonoso están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1549.

Los resultados para este análisis muestran (ver tabla 41 y figura 37) que la mayoría de muestras cumplen con las especificaciones de calidad a excepción de una muestra de Fuel oil de la empresa Colombiana Kimberly que presenta un 19.65 % P/P.

Tabla 41. Resultados contenido de residuo carbonoso en Combustibles industriales

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
COLANTA	Medellín	C1	Combustible Industrial	11,438		16,0	X	
COLANTA	Medellín	C2	Combustible Industrial	12,774		16,0	X	
COLANTA	Medellín	C3	Combustible Industrial	10,121		16,0	X	
ASCRUDOS	Bello	C4	Combustible Industrial	1,903		16,0	X	
ASCRUDOS	Bello	C5	Crudo	4,274		16,0	X	
ASCRUDOS	Bello	C6	Combustóleo	6,608		16,0	X	
ASCRUDOS	Bello	C7	Combustible Industrial	1,775		16,0	X	
ECOTRANSA	Bello	C8	Aceite Combustible	5,747		16,0	X	
ECOTRANSA	Bello	C9	Combustible Industrial	6,391		16,0	X	
ECOTRANSA	Bello	C10	Combustible Industrial	6,405		16,0	X	
PETROQUIMICOS DE ANTIOQUIA	Copacabana	C11	Fuel Oil	12,177		16,0	X	
PETROQUIMICOS DE ANTIOQUIA	Copacabana	C12	Fuel Oil	10,861		16,0	X	
COLOMBIANA KIMBERLY COLPAPEL S.A.	Barbosa	C13	Fuel Oil	7,563		16,0	X	
COLOMBIANA KIMBERLY COLPAPEL S.A.	Barbosa	C14	Fuel Oil	19,653		16,0		X
PAPELSA S.A.	Barbosa	C15	Fuel Oil	2,447		16,0	X	
PAPELSA S.A.	Barbosa	C16	Fuel Oil	0,836		16,0	X	
EVOLUCION ANDINA	Bello	C17	Destilado Medio Industrial	1,485		16,0	X	
NOPCO COLOMBIANA S.A.	Bello	C18	Fuel oil No.6	10,318		16,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 41. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
NOPCO COLOMBIANA S.A.	Bello	C19	Fuel oil No.7	4,304		16,0	X	
TRNASMEBA	Itagüí	C20	ACPM	0,008		16,0	X	
MAXIPETROL	Itagüí	C21	Combustible Industrial	3,434		16,0	X	
MAXIPETROL	Itagüí	C22	Combustible Industrial	3,461		16,0	X	
MOBIL SUR	Medellín	C23	Diesel	<0,01		16,0	X	
MOBIL SUR	Medellín	C24	Diesel	<0,01		16,0	X	
TEXACO PALACE	Medellín	C25	Diesel	<0,01		16,0	X	
TEXACO PALACE	Medellín	C26	Diesel	<0,01		16,0	X	
TEXACO PALACE	Medellín	C27	Diesel	<0,01		16,0	X	
INTERCOLOR S.A	La Estrella	C28	Diesel	<0,01		16,0	X	
INTERCOLOR S.A	La Estrella	C29	Diesel	<0,01		16,0	X	
FUNDALCO S.A	La Estrella	C30	Diesel	2,203		16,0	X	
FUNDALCO S.A	La Estrella	C31	Aceite Residual	2,111		16,0	X	
EXPOQUIMICA	Itagüí	C32	Diesel	<0,01		16,0	X	
EXPOQUIMICA	Itagüí	C33	Diesel	<0,01		16,0	X	
PETRORAZA	Sabaneta	C34	Diesel	<0,01		16,0	X	
PETRORAZA	Sabaneta	C35	Diesel	<0,01		16,0	X	
COONORTE	Medellín	C36	Diesel	<0,01		16,0	X	
COONORTE	Medellín	C37	Diesel	<0,01		16,0	X	
FUNDICION ATORO	Medellín	C38	Diesel	<0,01		16,0	X	
FUNDICION ATORO	Medellín	C39	Diesel	<0,01		16,0	X	
BONEM	Medellín	C40	Diesel	<0,01		16,0	X	
CELSA S.A	Itagüí	C41	Fuel Oil	5,020		16,0	X	
CELSA S.A	Itagüí	C42	ACPM	<0,01		16,0	X	
CELSA S.A	Itagüí	C43	ACPM-Diesel	<0,01		16,0	X	
OXIGENADOS Y DERIVADOS	Itagüí	C44	ACPM Mezclado	0,010		16,0	X	
FUNDICION POLINCO	Caldas	C45	Combustible Industrial Medio	0,011		16,0	X	
TRENZADOS MEDELLIN	Caldas	C46	Diesel-Combustible Intermedio	<0,01		16,0	X	
TRENZADOS MEDELLIN	Caldas	C47	Diesel-Combustible Intermedio	0,015		16,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 41. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
TRENZADOS MEDELLIN	Caldas	C47	Diesel-Combustible Intermedio	0,015		16,0	X	
POMELOS S.A	Medellín	C48	Diesel	<0,01		16,0	X	
POMELOS S.A	Medellín	C49	Diesel	<0,01		16,0	X	
ICOLPAN	Medellín	C50	Diesel(intermedio)	0,010		16,0	X	
ICOLPAN	Medellín	C51	Diesel	<0,01		16,0	X	
ICOLPAN	Medellín	C52	Diesel	<0,01		16,0	X	
CANTERA SANTA RITA	Medellín	C53	Diesel	<0,01		16,0	X	
CANTERA SANTA RITA	Medellín	C54	Diesel	<0,01		16,0	X	
CANTERA SANTA RITA	Medellín	C55	Diesel	<0,01		16,0	X	
LEONISA DE COLOMBIA	Medellín	C56	Diesel	<0,01		16,0	X	
FUNDICION GUTIERREZ	Medellín	C57	Diesel	<0,01		16,0	X	
FUNDICION GUTIERREZ	Medellín	C58	Diesel	<0,01		16,0	X	
FUNDICION GUTIERREZ	Medellín	C59	Diesel	<0,01		16,0	X	
LEONISA DE COLOMBIA	Medellín	C60	Diesel	<0,01		16,0	X	
BONEM S.A	Medellín	C61	Diesel	<0,01		16,0	X	
C.I DOÑA PAULA	Itagüí	C62	Fuel Oil	9,630		16,0	X	
C.I DOÑA PAULA	Itagüí	C63	Fuel Oil	9,212		16,0	X	
ASCENDER S.A	Itagüí	C64	Diesel	<0,01		16,0	X	
ASCENDER S.A	Itagüí	C65	Diesel	<0,01		16,0	X	
AUTO INDUSTRIAL CAMEL S.A	Itagüí	C66	Diesel	<0,01		16,0	X	
AUTO INDUSTRIAL CAMEL S.A	Itagüí	C67	Diesel	<0,01		16,0	X	
INVERSIONES TRIBILIN	Itagüí	C68	Diesel	<0,01		16,0	X	
INVERSIONES TRIBILIN	Itagüí	C69	Diesel	<0,01		16,0	X	
ANDERCOL S.A.	Medellín	C70	Diesel	<0,01		16,0	X	
ANDERCOL S.A.	Medellín	C71	Diesel	<0,01		16,0	X	
ANDERCOL S.A.	Medellín	C72	Diesel	<0,01		16,0	X	
ASFALTADORA COLOMBIA LTDA.	Medellín	C73	Diesel	<0,01		16,0	X	
ASFALTADORA COLOMBIA LTDA.	Medellín	C74	Diesel	<0,01		16,0	X	

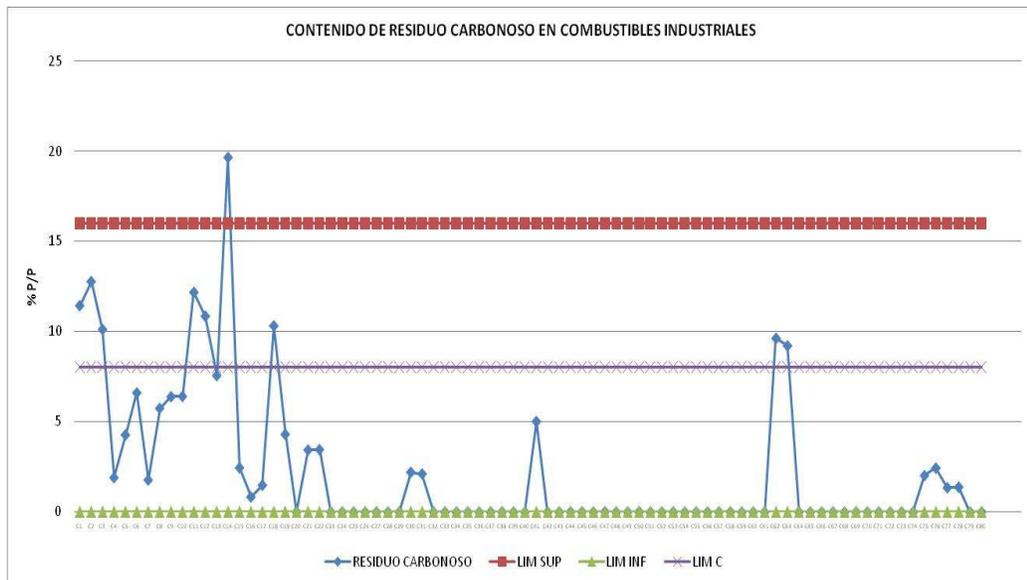
Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 41. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Min.	Máx.	C.	NoC.
ASFALTADORA COLOMBIA LTDA.	Medellín	C75	Fuel Oil	2,019		16,0	X	
ASFALTADORA COLOMBIA LTDA.	Medellín	C76	Fuel Oil	2,436		16,0	X	
PERFILES TECNICOS S.A.	Sabaneta	C77	Aceite Combustible Industrial	1,342		16,0	X	
PERFILES TECNICOS S.A.	Sabaneta	C78	Aceite Combustible Industrial	1,381		16,0	X	
PROCTEL AND GAMBLE COLOMBIA LTDA.	Medellín	C79	Gasolina	<0,01		16,0	X	
PROCTEL AND GAMBLE COLOMBIA LTDA.	Medellín	C80	Gasolina	<0,01		16,0	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Figura 37. Contenido de residuo carbonoso en combustibles industriales



Contenido de azufre. La prueba de contenido de azufre se evalúa bajo el método ASTM D-129 y el resultado es expresado en % P/P.

Por las razones expuestas anteriormente las especificaciones de calidad de contenido de residuo carbonoso están basadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1549.

Los resultados para este análisis muestran (ver tabla 42 y figura 38) que todas las muestras cumplen con las especificaciones de calidad, con valores en su gran mayoría debajo del 1 % P/P.

Tabla 42. Resultados contenido de azufre en Combustibles industriales

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Mín.	Máx.	C.	NoC.
Colanta	Medellín	C1	Combustible Industrial	0,69		1,7	X	
Colanta	Medellín	C2	Combustible Industrial	0,80		1,7	X	
Colanta	Medellín	C3	Combustible Industrial	0,65		1,7	X	
Ascrudos	Bello	C4	Combustible Industrial	0,51		1,7	X	
Ascrudos	Bello	C5	Crudo	0,73		1,7	X	
Ascrudos	Bello	C6	Combustóleo	0,83		1,7	X	
Ascrudos	Bello	C7	Combustible Industrial	0,41		1,7	X	
Ecotransa	Bello	C8	Aceite Combustible	0,65		1,7	X	
Ecotransa	Bello	C9	Combustible Industrial	0,67		1,7	X	
Ecotransa	Bello	C10	Combustible Industrial	0,58		1,7	X	
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C11	Fuel Oil	0,98		1,7	X	
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	C12	Fuel Oil	1,14		1,7	X	
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C13	Fuel Oil	1,11		1,7	X	
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	C14	Fuel Oil	1,05		1,7	X	
Papelsa S.A.	Barbosa	C15	Fuel Oil	0,70		1,7	X	
Papelsa S.A.	Barbosa	C16	Fuel Oil	0,80		1,7	X	
Evolución Andina	Bello	C17	Destilado Medio Industrial	0,51		1,7	X	
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C18	Fuel oil No.6	0,85		1,7	X	
Nopco Colombiana S.A.	Bello	C19	Fuel oil No.7	0,90		1,7	X	
Trnasmeba	Itagüí	C20	ACPM	0,36		1,7	X	
Maxipetrol	Itagüí	C21	Combustible Industrial	0,51		1,7	X	
Maxipetrol	Itagüí	C22	Combustible Industrial	0,40		1,7	X	
Mobil Sur	Medellín	C23	Diesel	0,18		1,7	X	
Mobil Sur	Medellín	C24	Diesel	0,18		1,7	X	
Texaco Palace	Medellín	C25	Diesel	0,16		1,7	X	
Texaco Palace	Medellín	C26	Diesel	0,17		1,7	X	
Texaco Palace	Medellín	C27	Diesel	0,17		1,7	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 42. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Mín.	Máx.	C.	NoC.
Intercolor S.A	La Estrella	C28	Diesel	0,18		1,7	X	
Intercolor S.A	La Estrella	C29	Diesel	0,19		1,7	X	
Fundalco S.A	La Estrella	C30	Diesel	0,50		1,7	X	
Fundalco S.A	La Estrella	C31	Aceite Residual	0,51		1,7	X	
Expoquimica	Itagüí	C32	Diesel	0,13		1,7	X	
Expoquimica	Itagüí	C33	Diesel	0,13		1,7	X	
Petroraza	Sabaneta	C34	Diesel	0,10		1,7	X	
Petroraza	Sabaneta	C35	Diesel	0,10		1,7	X	
Coonorte	Medellín	C36	Diesel	0,18		1,7	X	
Coonorte	Medellín	C37	Diesel	0,15		1,7	X	
Fundición Atoro	Medellín	C38	Diesel	0,13		1,7	X	
Fundición Atoro	Medellín	C39	Diesel	0,20		1,7	X	
Bonem	Medellín	C40	Diesel	0,19		1,7	X	
Celsa S.A	Itagüí	C41	Fuel Oil	1,20		1,7	X	
Celsa S.A	Itagüí	C42	ACPM	0,10		1,7	X	
Celsa S.A	Itagüí	C43	ACPM-Diesel	0,10		1,7	X	
Oxigenados Y Derivados	Itagüí	C44	ACPM Mezclado	0,15		1,7	X	
Fundición Polinco	Caldas	C45	Combustible Industrial Medio	0,29		1,7	X	
Trenzados Medellin	Caldas	C46	Diesel-Combustible Intermedio	0,12		1,7	X	
Trenzados Medellin	Caldas	C47	Diesel-Combustible Intermedio	0,11		1,7	X	
Pomelos S.A	Medellín	C48	Diesel	0,19		1,7	X	
Pomelos S.A	Medellín	C49	Diesel	0,19		1,7	X	
Icolpan	Medellín	C50	Diesel(intermedio)	0,36		1,7	X	
Icolpan	Medellín	C51	Diesel	0,10		1,7	X	
Icolpan	Medellín	C52	Diesel	0,10		1,7	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C53	Diesel	0,14		1,7	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C54	Diesel	0,15		1,7	X	
Cantera Santa Rita	Medellín	C55	Diesel	0,13		1,7	X	
Leonisa De Colombia	Medellín	C56	Diesel	0,10		1,7	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C57	Diesel	0,10		1,7	X	

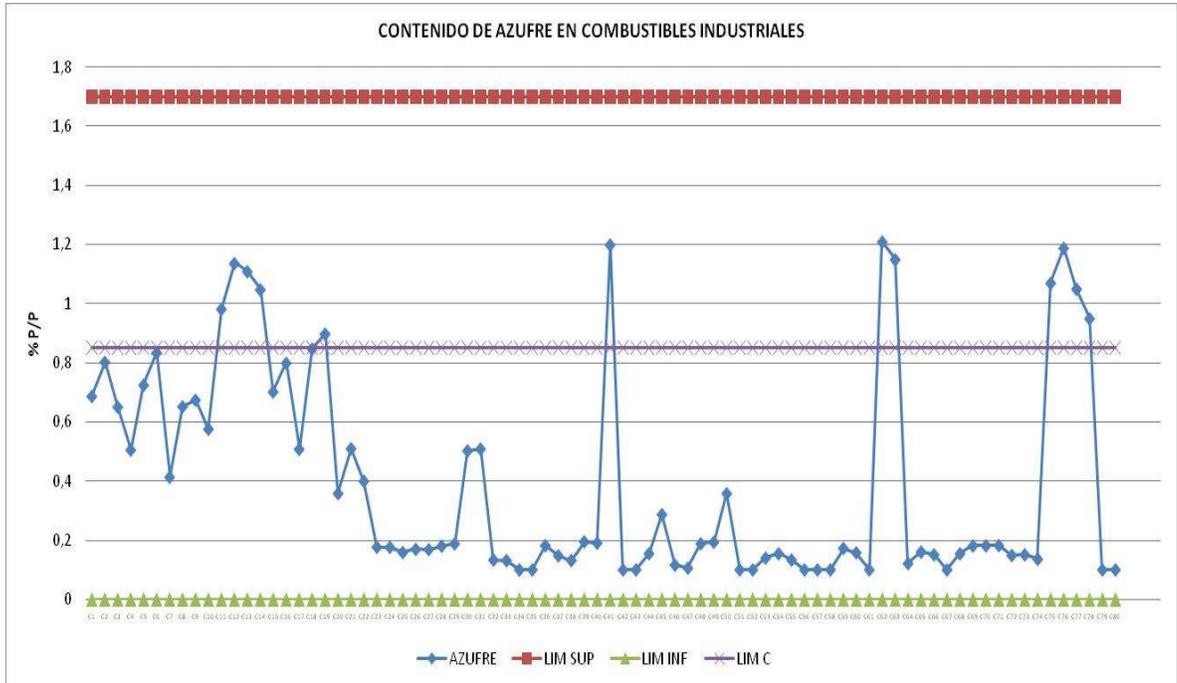
Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Mín: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Tabla 42. (Continuación)

Empresa ó Estación De Servicio ó Compañía	Municipio	Cód.	Combustible	Res.	Especificación		Obser.	
					Mín.	Máx.	C.	NoC.
Fundición Gutiérrez	Medellín	C58	Diesel	0,10		1,7	X	
Fundición Gutiérrez	Medellín	C59	Diesel	0,17		1,7	X	
Leonisa De Colombia	Medellín	C60	Diesel	0,16		1,7	X	
Bonem S.A	Medellín	C61	Diesel	0,10		1,7	X	
C.I Doña Paula	Itagüí	C62	Fuel Oil	1,21		1,7	X	
C.I Doña Paula	Itagüí	C63	Fuel Oil	1,15		1,7	X	
Ascender S.A	Itagüí	C64	Diesel	0,12		1,7	X	
Ascender S.A	Itagüí	C65	Diesel	0,16		1,7	X	
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C66	Diesel	0,15		1,7	X	
Auto Industrial Camel S.A	Itagüí	C67	Diesel	0,10		1,7	X	
Inversiones Tribilin	Itagüí	C68	Diesel	0,15		1,7	X	
Inversiones Tribilin	Itagüí	C69	Diesel	0,18		1,7	X	
Andercol S.A.	Medellín	C70	Diesel	0,18		1,7	X	
Andercol S.A.	Medellín	C71	Diesel	0,18		1,7	X	
Andercol S.A.	Medellín	C72	Diesel	0,15		1,7	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C73	Diesel	0,15		1,7	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C74	Diesel	0,14		1,7	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C75	Fuel Oil	1,07		1,7	X	
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	C76	Fuel Oil	1,19		1,7	X	
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C77	Aceite Combustible Industrial	1,05		1,7	X	
Perfiles Técnicos S.A.	Sabaneta	C78	Aceite Combustible Industrial	0,95		1,7	X	
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C79	Gasolina	0,10		1,7	X	
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	C80	Gasolina	0,10		1,7	X	

Nota: Res: Resultado. Cód: Código. Min: Mínimo. Máx.: Máximo. C.: Cumple. NoC.: No Cumple.

Figura 38. Contenido de azufre en combustibles industriales



6.2 RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES SÓLIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

Los resultados de carbones se presentan en la tabla 43.

Tabla 43. Resultados análisis de carbones

Ciudad	Medellín	Fecha	2009	12	15	Informe No.	293
INFORMACIÓN DEL CLIENTE							
Cliente	REDAIRE		Interesado	CARMEN ELENA ZAPATA		Solicitud No.	304
Dirección	Facultad de Minas - Bloque M3		Ciudad	Medellín		Teléfono	4255108
RESULTADOS							
Nombre del ensayo	Análisis Próximo Completo		Método de Muestreo Utilizado		Pila		

Tabla 43. (Continuación)

Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad Residual (%) ASTM D3173	Cenizas (%) ASTM D 3174	Materia Volátil (%) ASTM D 3175	Carbono Fijo (%) ASTM D 3172	Azufre Total (%) ASTM D 4239	Poder Calorífico Base Bruta (cal/g) ASTM D 5865
ARTEXTIL	090807	9,8	8,9	40,6	40,7	0,41	5 901
ASFRIO LTDA	090808	8,0	8,5	39,1	44,4	0,88	6 310
BOCADILLOS EL CARIBE S.A.	090809	12,0	4,7	39,6	43,7	0,54	6 107
C.I. LAUNDRY S.A.	090810	10,2	14,0	36,0	39,8	0,77	5 428
CALCETERIA CRISTAL	090811	10,4	8,1	40,1	41,4	0,64	6 028
CERVECERIA UNION S.A.	090812	10,1	10,6	39,5	39,8	0,48	5 746
CIPA S.A.	090813	7,2	6,6	40,5	45,7	0,62	6 461
COLCUEROS S.A.	090814	6,5	11,7	36,7	45,1	0,62	6 150
COLOMBIANA KIMBERLY Y COLPAPEL S.A.	090815	8,6	8,2	39,2	44,0	0,61	6 257
COLORQUIMICA S.A.	090816	10,0	9,1	38,1	42,8	0,61	5 932
COLTEJER S.A.	090817	9,3	12,2	37,7	40,8	0,61	5 853
CONFECCIONES COLOMBIA S.A.	090818	9,3	7,4	40,5	42,8	0,51	6 067
CREACIONES MONTEBLANCO	090819	10,9	5,8	40,1	43,2	0,71	6 089
CURTIMBRES ITAGUÍ S.A.	090820	10,6	7,4	40,1	41,9	0,45	5 978
FAMILIA SANCELA S.A.	090821	10,1	10,6	37,1	42,2	0,62	5 814
FRIGOPOR LTDA	090822	11,4	2,9	41,8	43,9	0,44	6 254
IMSA	090823	11,6	6,5	39,4	42,5	0,82	6 013

NOTAS: 1. Ensayo realizado en base seca al aire después de ser triturada la muestra a tamaño menor de 1 pulgada. 2. Los resultados corresponden única y exclusivamente al material recibido como muestra. 3. El informe no puede reproducirse en forma parcial, solo en forma total previa autorización por escrito del Coordinador del Laboratorio de Carbones

6.3 RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES SÓLIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

Los resultados de carbones se presentan en la tabla 44.

Tabla 44. Resultados análisis carbones

Ciudad	Medellín	Fecha	2009	12	15	Informe No.	293
INFORMACIÓN DEL CLIENTE							
Cliente	REDAIRE		Interesado	CARMEN ELENA ZAPATA		Solicitud No.	304
Dirección	Facultad de Minas - Bloque M3		Ciudad	Medellín		Teléfono	4255108
RESULTADOS							
Nombre del ensayo	Análisis Próximo Completo		Método de Muestreo Utilizado	Pila			
Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad Residual (%) ASTM D3173	Cenizas (%) ASTM D 3174	Materia Volátil (%) ASTM D 3175	Carbono Fijo (%) ASTM D 3172	Azufre Total (%) ASTM D 4239	Poder Calorífico Base Bruta (cal/g) ASTM D 5865
LAVANDERIA INDUSTRIAL PELCO S.A.	090824	11,1	8,1	40,4	40,4	0,50	5 897
KROMIA LTDA	090825	10,2	4,0	42,5	43,3	0,38	6 357
LADRILLERA TEJAR SANTA MARIA	090826	11,3	13,5	35,5	39,7	0,52	5 310
COLTEÑIDOS	090827	8,9	6,2	42,0	42,9	0,58	6 327
LAVANDERIA INDUSTRIAL TEXTIL	090828	12,3	3,5	39,2	45,0	0,64	6 196
NOVARUTA	090829	11,3	5,8	39,8	43,1	0,81	6 060
OSPINA GRASAS Y PIELES	090830	11,1	8,5	38,7	41,7	0,73	5 880
PAPELSA S.A.	090831	9,5	15,5	35,6	39,4	0,51	5 251
PIGMENTOS S.A.	090832	12,8	3,4	39,5	44,3	0,42	5 967
PROCESOS TEXTILES SAMMY E.U.	090833	10,3	4,5	41,3	43,9	0,63	6 204
SUPERTEX	090834	10,1	4,3	42,7	42,9	0,47	6 289
TEJAR SAN JOSE LTDA	090835	9,3	13,2	37,5	40,0	0,51	5 415

Tabla 44. (Continuación)

Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad Residual (%) ASTM D3173	Cenizas (%) ASTM D 3174	Materia Volátil (%) ASTM D 3175	Carbono Fijo (%) ASTM D 3172	Azufre Total (%) ASTM D 4239	Poder Calorífico Base Bruta (cal/g) ASTM D 5865
TEÑIDOS Y ACABADOS ASOCIADOS LTDA	090836	9,5	8,5	40,3	41,7	0,76	5 958
TEÑIMOS LTDA	090837	10,9	5,4	40,4	43,3	0,49	6 139
TERMIMODA S.A.	090838	10,8	9,9	38,7	40,6	0,51	5 665
TINTEXA S.A.	090839	11,3	10,0	36,8	41,9	0,39	5 594
TINTORERIA INDUSTRIAL DIEGO	090840	11,5	6,3	39,9	42,3	0,45	6 042
VELAS Y VELONES DON PEDRO	090841	11,3	3,1	41,0	44,6	0,56	6 271
WASH S.A.	090842	9,6	14,9	38,7	36,8	0,91	5 393

NOTAS: 1. Ensayo realizado en base seca al aire después de ser triturada la muestra a tamaño menor de 1 pulgada. 2. Los resultados corresponden única y exclusivamente al material recibido como muestra. 3. El informe no puede reproducirse en forma parcial, solo en forma total previa autorización por escrito del Coordinador del Laboratorio de Carbones.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos para combustibles líquidos y sólidos.

7.1 RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

Teniendo en cuenta la información presentada en la sección 6.5, se puede muestra a continuación el siguiente análisis de resultados:

7.1.1 Gasolinas

Contenido de gomas

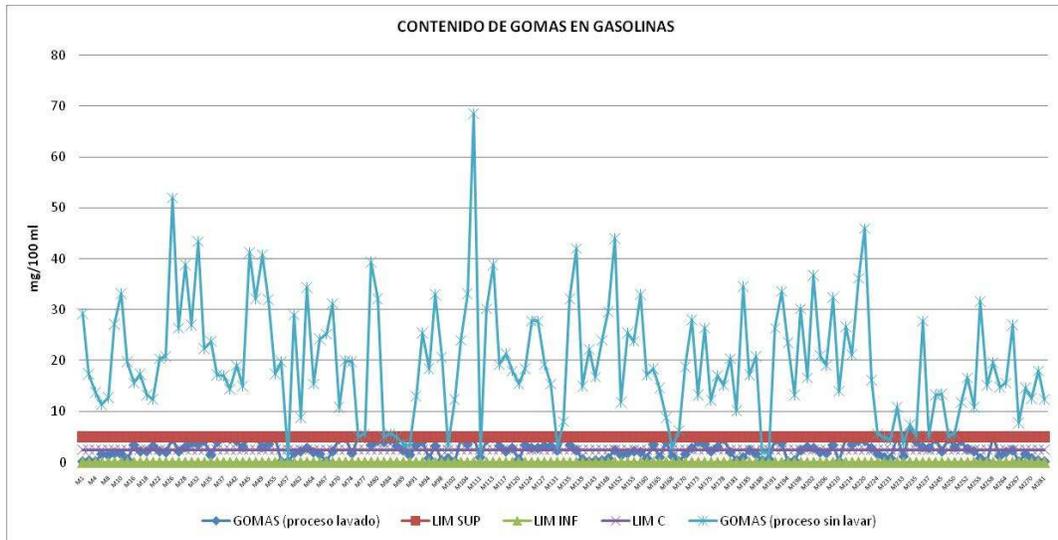
Anteriormente se presento los resultados de contenido de gomas, pero se menciona que en la ejecución del método de prueba era posible obtener un resultado de la prueba, el cual consiste en el resultado de contenido de gomas cuando no se ha realizado proceso de lavado.

En la figura 39 se puede ver los resultados de los dos procesos (proceso de lavado y proceso sin lavar). Los resultados obtenidos después de realizar el proceso de lavado muestran que todas las muestras cumplen con el estándar de calidad, mientras que los resultados en el proceso sin lavar son diferentes. A continuación se realiza el análisis con este último.

De la figura 39 se puede ver que el contenido de gomas cuando no se ha realizado proceso de lavado, los resultados se salen en su gran mayoría por fuera de especificaciones, lo anterior debe ser así, ya que cuando no se realiza tal proceso, el análisis está indicando los aditivos que se le han agregado, entre otros.

Por consiguiente se podría realizar un análisis teniendo en cuenta la gasolina cuando se ha agregado aditivo, cuando se ha agregado marcador y cuando no se ha agregado ninguno de los anteriores. Además dependiendo del tipo de proveedor se podría estipular que empresa agrega mayor cantidad de aditivos.

Figura 39. Contenido de gomas en gasolinas (proceso lavado y sin lavar)



- Estudio del marcador:** Teniendo en cuenta las muestra de gasolina que no tienen marcador, se puede ver en la figura 40 el contenido de gomas cuando no se ha realizado proceso de lavado está muy cerca del límite superior. En la figura 41 se puede ver dos gráficos, donde en el lado izquierdo se muestra muestras sin adicionar marcador y en el lado derecho se indica muestra con marcador. Los resultados en ambos procesos (lavado y sin lavar) son muy similares y cercanos a límite superior, lo que indica que la adición de marcador no afecta el resultado de contenido de gomas.

Figura 40. Contenido de gomas en gasolinas (Muestras sin marcador)

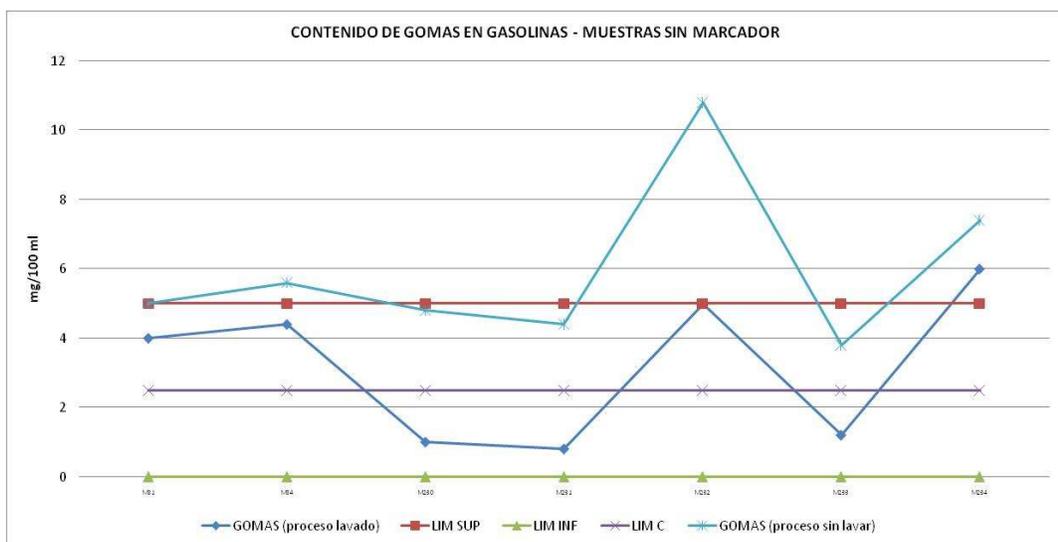
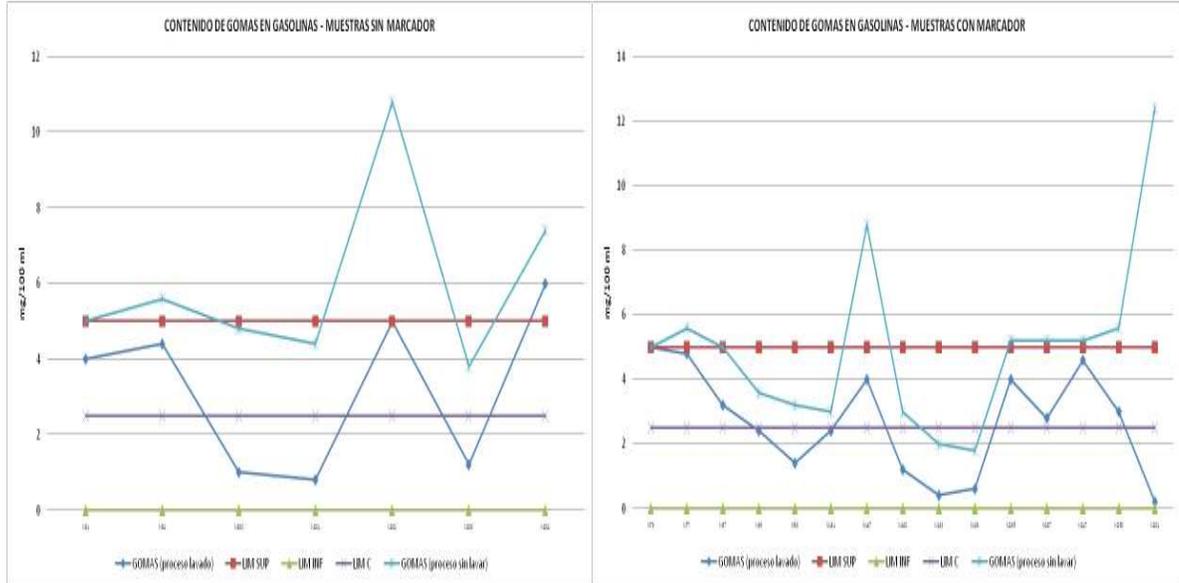
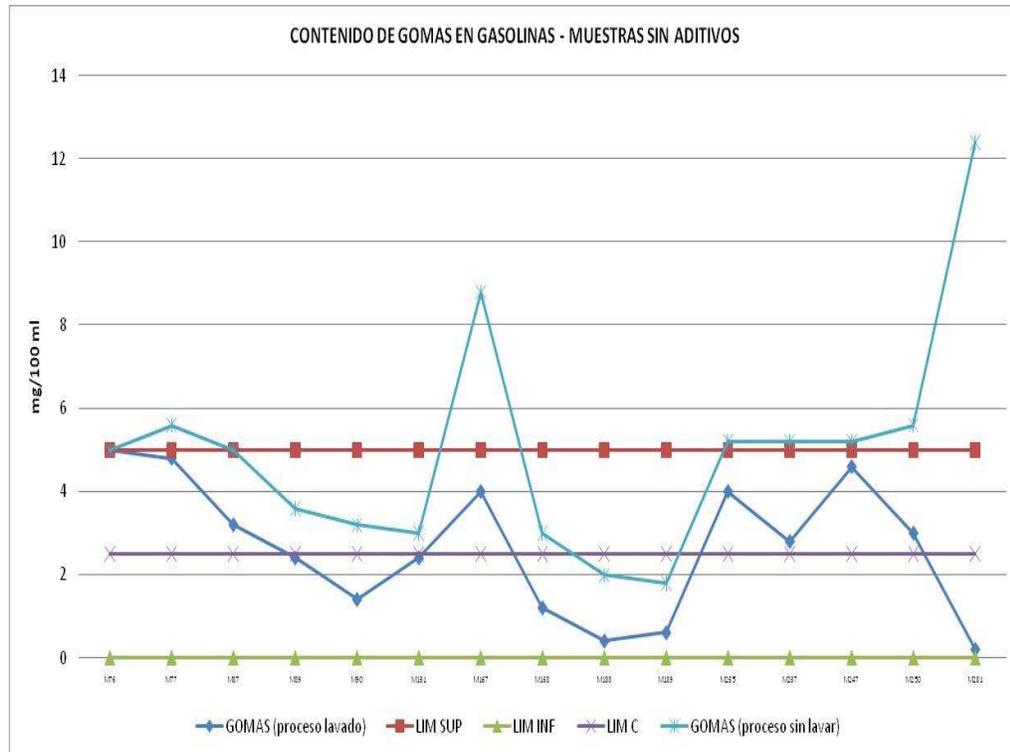


Figura 41. Contenido de gomas en gasolinas (Estudio del marcador)



- Estudio de aditivos:** Teniendo en cuenta las muestras de gasolina sin aditivos, se puede ver en la figura 42 que el contenido de gomas es muy similar en ambos procesos (lavado y sin lavar) y está nuevamente muy cercano al límite superior. En la figura 43 se puede ver dos gráficos, donde en el lado izquierdo se muestra muestras sin aditivos y en el lado derecho se indica muestra con aditivos. El grafico del lado derecho indica claramente que los valores de contenido de gomas son mayores que el límite superior de especificación, cuando no se hace proceso de lavado. Lo que indica que la prueba de contenido de gomas es una herramienta para determinar la adición de aditivos en la gasolina y a futuro puede servir como método de inspección para vigilar a las empresas mayoristas en cuanto este hecho.

Figura 42. Contenido de gomas en gasolinas (muestras sin aditivos)



Siguiendo el análisis de estudio de aditivos, se muestra en la figura 44 el comportamiento del contenido de gomas (proceso sin lavar) en muestras de gasolina corriente y extra con respecto al tipo de proveedor. En la figura 44 se puede ver que de los cuatro proveedores el que sobresale con mayor cantidad de gomas es Texaco, indicando tal vez, que es la compañía que agrega mayor cantidad de aditivos.

Figura 43. Contenido de gomas en gasolinas (Estudio de aditivos)

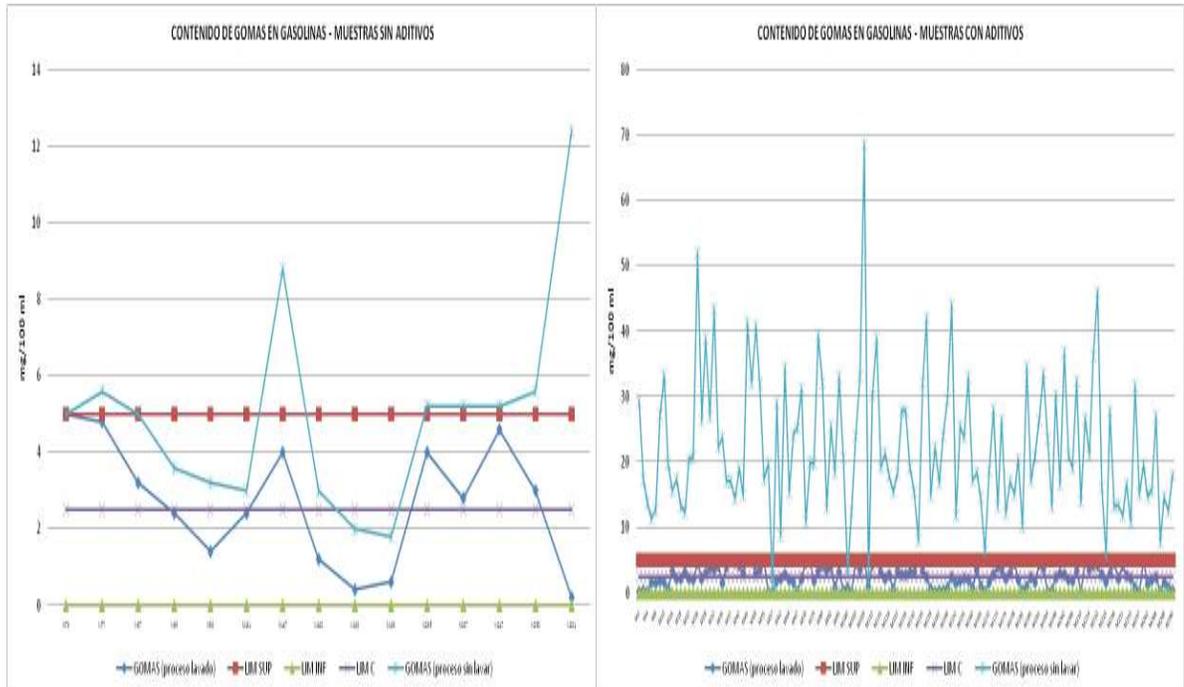
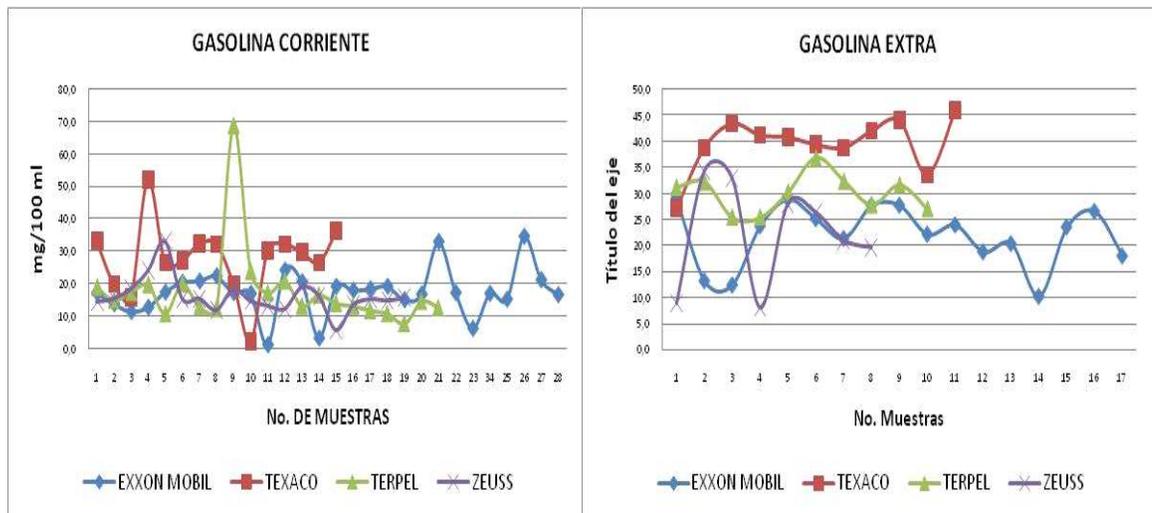


Figura 44. Contenido de gomas en gasolinas por proveedor



En general se encontró que:

De 151 muestras de gasolina, hubo una muestra que no cumple las especificaciones de calidad, lo que indica que el 99.34 % de las muestras cumplen la especificación de calidad en cuanto al contenido de gomas.

El 85.7 % de las 5 muestras de ECOPETROL cumplen con el contenido de gomas.

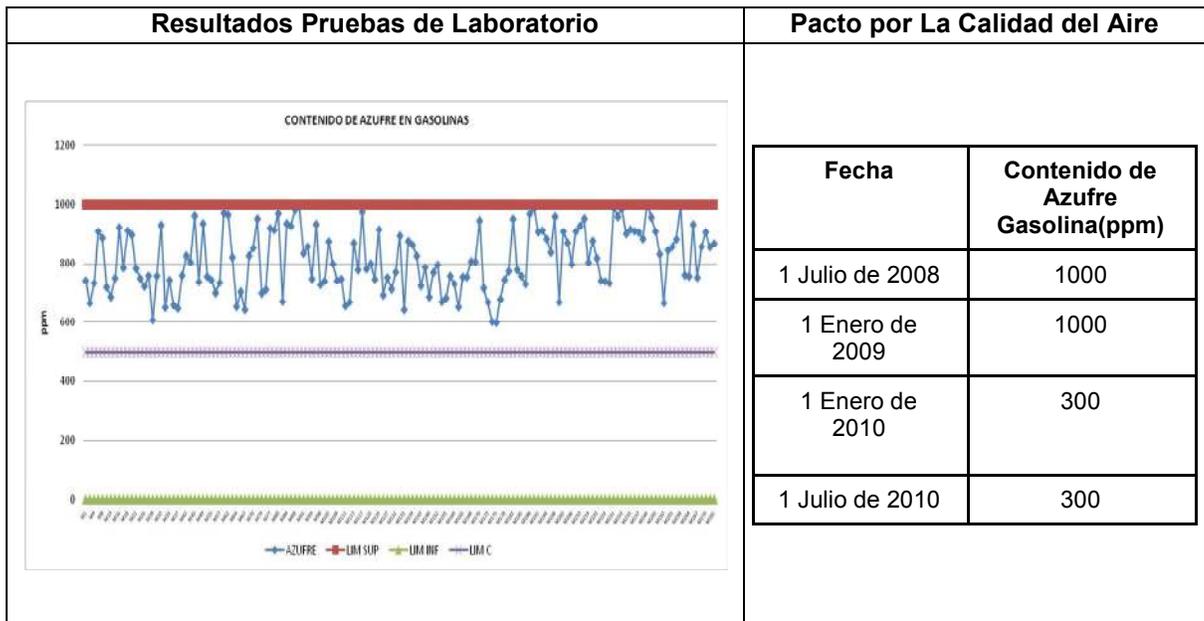
Una muestra de gasolina extra sin marcador de Ecopetrol esta por fuera de especificaciones de calidad en cuanto al contenido de gomas. Pueden haber varios factores que influyen en el no cumplimiento, por tal razón es aconsejable seguir un programa continuo de muestras donde se evalúe el contenido de gomas.

El 100% de las muestras de Gasolina Corriente sin aditivar, gasolina extra sin aditivar, gasolina corriente, gasolina extra y gasolina corriente sin marcador cumplen con el contenido de Gomas.

Contenido de Azufre.

Anteriormente se presentó los resultados de contenido de azufre para las gasolinas. Analizando la figura 45 y comparándola con la tabla 33 se puede concluir que ECOPETROL está cumpliendo con el Pacto por la Calidad del Aire, ver tabla 44.

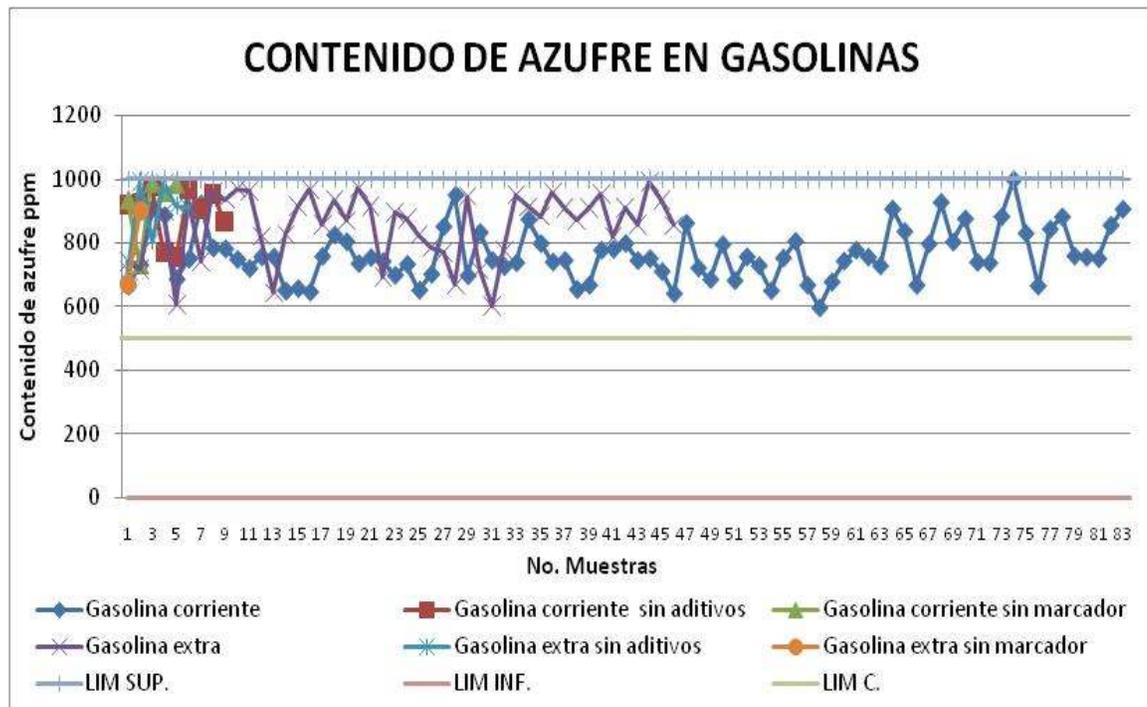
Figura 45. Comparativo de cumplimiento del Pacto por la calidad del Aire



Como se menciona anteriormente, los resultados de contenido de azufre para las gasolinas donde se observaba que todas cumplían con la norma establecida. La figura

que se muestra a continuación especifica el contenido de azufre según el tipo de gasolina (ver figura 46) donde puede observarse que ningún tipo de producto de gasolinas, objeto de este estudio, presenta alguna tendencia marcada, sin embargo ninguno excede la norma ;concluyendo así que ECOPETROL está cumpliendo con el Pacto por la Calidad del Aire.

Figura 46. Contenido de azufre por tipo de gasolina



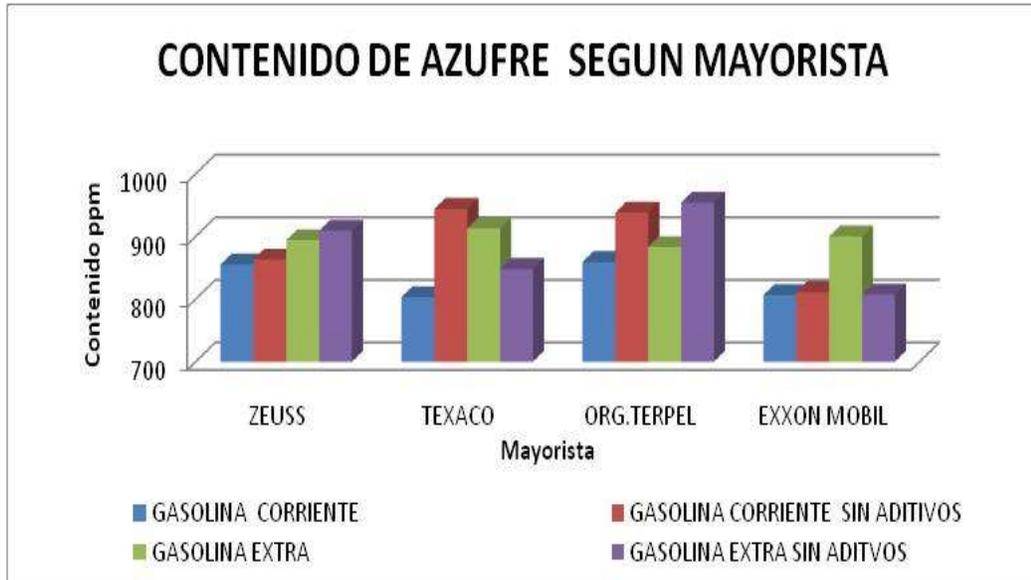
El 100% de las muestras de gasolina corriente cumplen con el contenido de azufre y el promedio de contenido de azufre es de 775 ppm, menor al del año pasado que era de 874 ppm

El 100% de las muestras de gasolina corriente sin aditivar cumplen con el contenido de azufre y el promedio de azufre es de 895 ppm.

Las muestras de gasolina extra también cumplen con el contenido de azufre y esta con un valor promedio de 876 ppm y para Gasolina extra sin aditivar de 886 ppm.

En la figura 47 que se muestra a continuación, se reporta los valores promedio de de contenido de azufre en ppm de muestras tomadas en los mayoristas. Allí vemos que los valores más altos son para la gasolina extra sin aditivos de la Organización Terpel, seguido de la gasolina corriente de este mismo mayorista y Texaco; sin embargo no exceden el límite de 1000 ppm. El menor promedio es el de gasolina corriente con 803 ppm correspondiente a Texaco.

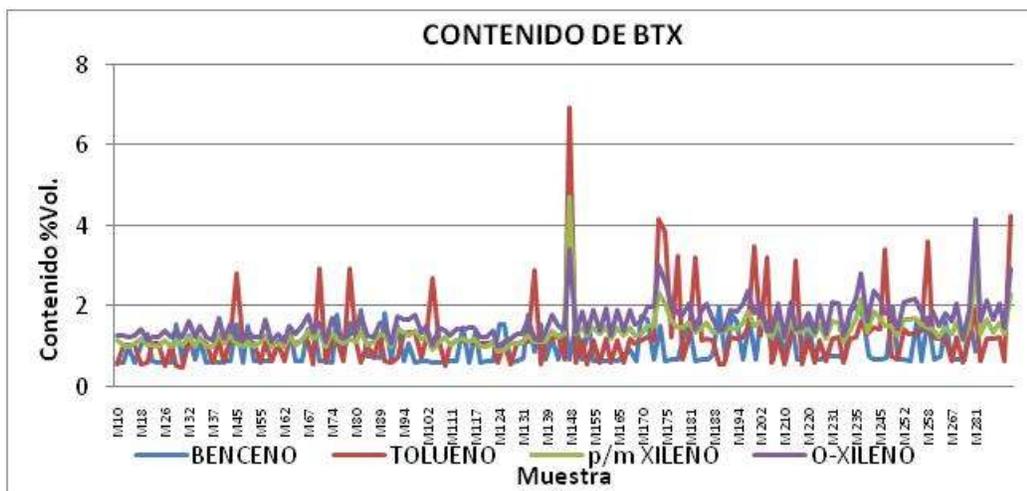
Figura 47. Contenido de azufre en gasolina por tipo de Proveedor



Contenido de aromáticos.

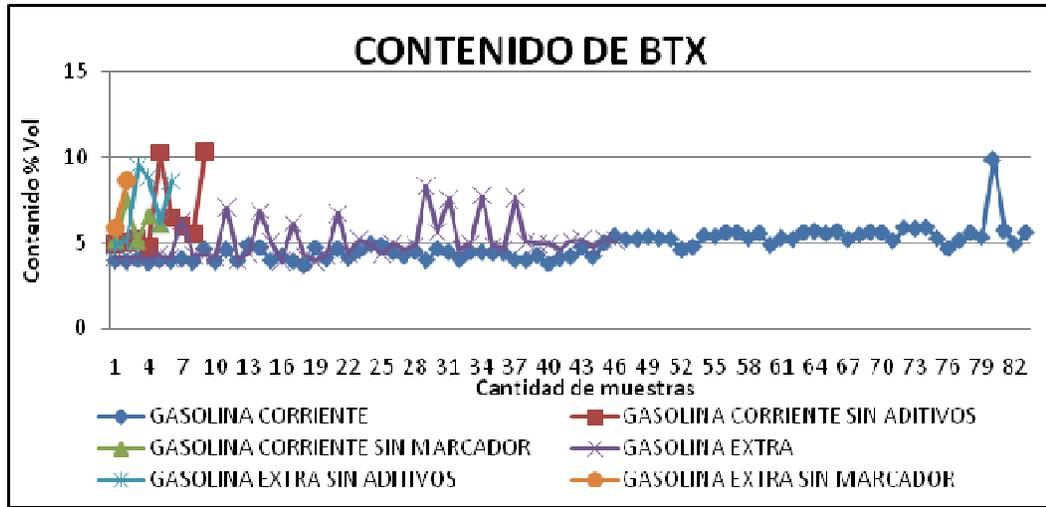
Las figura 48 muestra el resultado del contenido de aromáticos BTX registrados en diferentes muestras de gasolina. Se observan contenidos que no exceden el 16.02% Vol. de BTX. En la figura se muestra las concentraciones de cada componente aromático, el cual nos indica que el Tolueno es el que se encuentra en mayores cantidades, sin embargo para algunas muestras de gasolina los contenidos de p-m-Xileno también se registran como significativos a diferencia de los demás aromáticos.

Figura 48. Contenido de BTX en Gasolina por componente



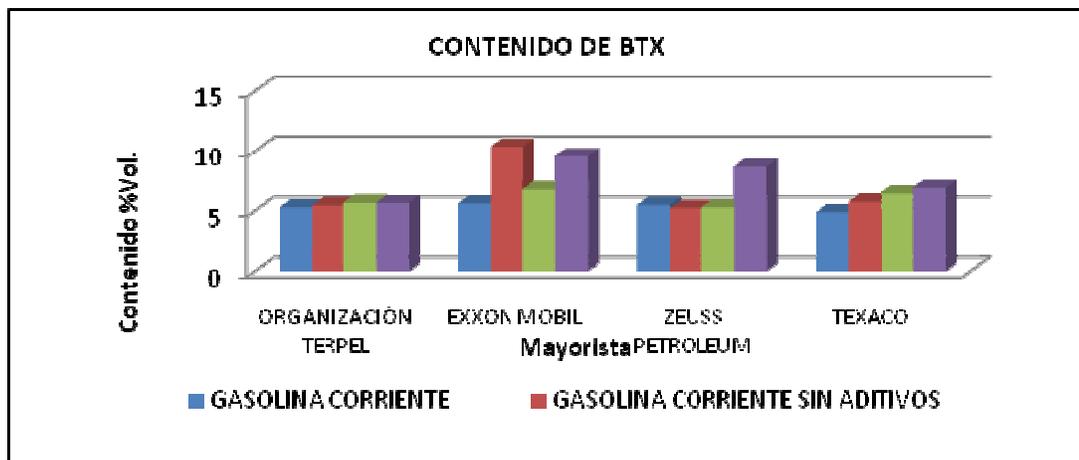
En la figura 49 se muestra los resultados del contenido de BTX según el tipo de gasolina. En la gasolina corriente se observa que la mayoría de las muestras exhiben un comportamiento relativamente estable a diferencia de las demás que presentan muestras con porcentajes que varían significativamente entre una muestra y otra.

Figura 49. Comportamiento de BTX según tipo de Gasolina



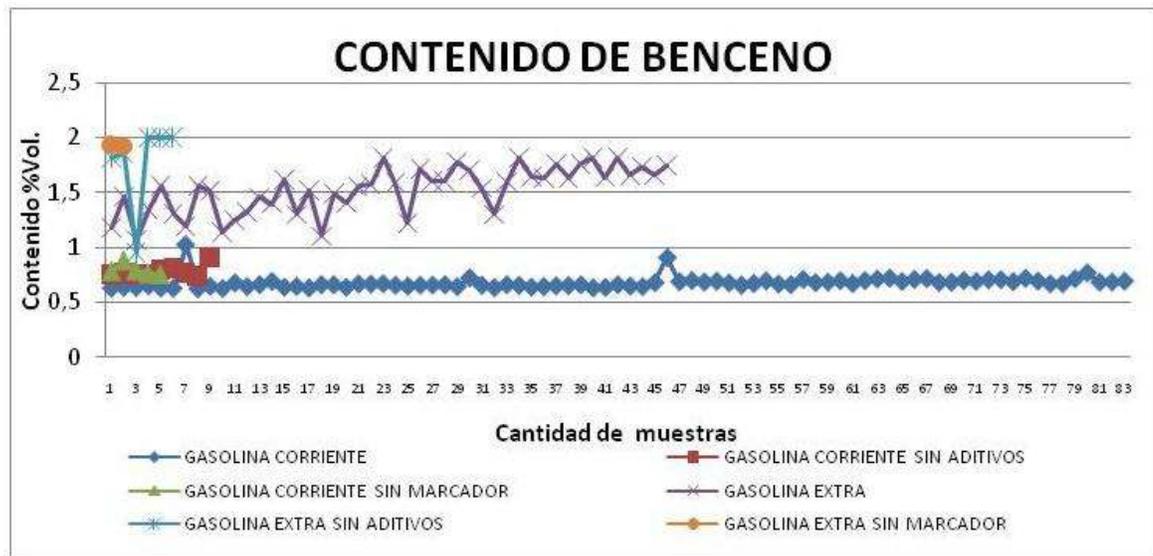
En la figura 50 se observa los contenidos de BTX según el tipo de mayorista. Allí notamos que la Organización Terpel es el mayorista que presentó un contenido de BTX de las muestras evaluadas mucho más estables a diferencia de los demás, con contenidos que no superan el 6 % Vol. También podemos observar que en EXXON MOBIL es donde se presentan los mayores contenidos de BTX en gasolina corriente sin aditivos y gasolina extra sin aditivos con valores promedio de 10.37%Vol. y 9.53 %Vol. respectivamente

Figura 50. Comportamiento de BTX según tipo de mayorista



Al observar la figura 51, se puede ver que los contenidos de este aromático cumplen para gasolina corriente, a excepción de una sola muestra que excede el valor de la especificación de calidad (1% Vol). Los valores generalmente oscilan alrededor de 0.6%. Para el caso de la gasolina extra notamos igualmente que dos muestras no cumplen con la normatividad (2 % Vol), sin embargo los porcentajes de volumen se encuentran en su mayoría entre el límite superior y límite central.

Figura 51. Contenido de Benceno según tipo de gasolina

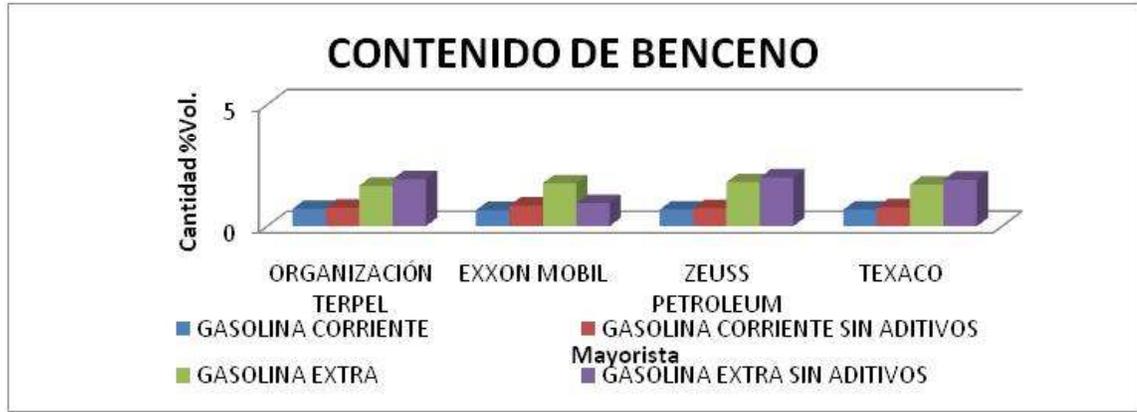


En la figura 52 se muestra el contenido de Benceno de acuerdo al tipo de mayorista. Se puede observar que el comportamiento para la Organización Terpel, Zeuss y Texaco es similar para los diferentes tipos de gasolina evaluada.

La gasolina corriente es la que presenta menor contenido de Benceno, seguido de gasolina corriente sin aditivos, gasolina extra y gasolina extra sin aditivos.

La empresa Exxon Mobil, a diferencia de las otras, presenta el mayor porcentaje en las muestras de gasolina extra.

Figura 52. Contenido promedio de Benceno según mayorista



7.1.2 Diesel

Contenido de Azufre.

Anteriormente se presentó los resultados de contenido de azufre para el Diesel. Analizando la figura 32, se puede concluir que ECOPETROL está cumpliendo con el Pacto por la Calidad del Aire, ver tabla 45.

Tabla 45. Comparativo de cumplimiento del Pacto por la calidad del Aire en Diesel

Resultados Pruebas de Laboratorio	Pacto por la Calidad del Aire										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fecha</th> <th>Contenido de Azufre Diesel (ppm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Julio de 2008</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>1 Enero de 2009</td> <td>2500</td> </tr> <tr> <td>1 Enero de 2010</td> <td>500 y 50 (SITVA*)</td> </tr> <tr> <td>1 Julio de 2010</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Fecha	Contenido de Azufre Diesel (ppm)	1 Julio de 2008	3000	1 Enero de 2009	2500	1 Enero de 2010	500 y 50 (SITVA*)	1 Julio de 2010	50
Fecha	Contenido de Azufre Diesel (ppm)										
1 Julio de 2008	3000										
1 Enero de 2009	2500										
1 Enero de 2010	500 y 50 (SITVA*)										
1 Julio de 2010	50										

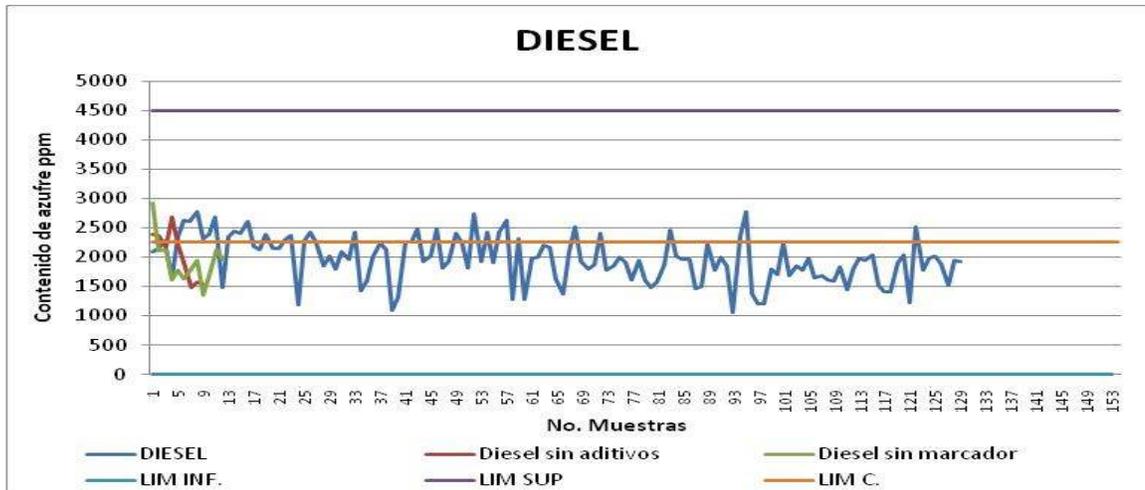
En la figura 32 y la tabla 36 se puede observar que el 100% de las muestras evaluadas cumplen con la especificación de calidad para contenido de azufre.

De la figura 32 se puede observar que los valores oscilan alrededor del límite central que de 2250 ppm, con valores que no superan las 3000 ppm y con un valor promedio de

1970 ppm, concluyendo así que Ecopetrol está cumpliendo con el pacto por la calidad del aire.

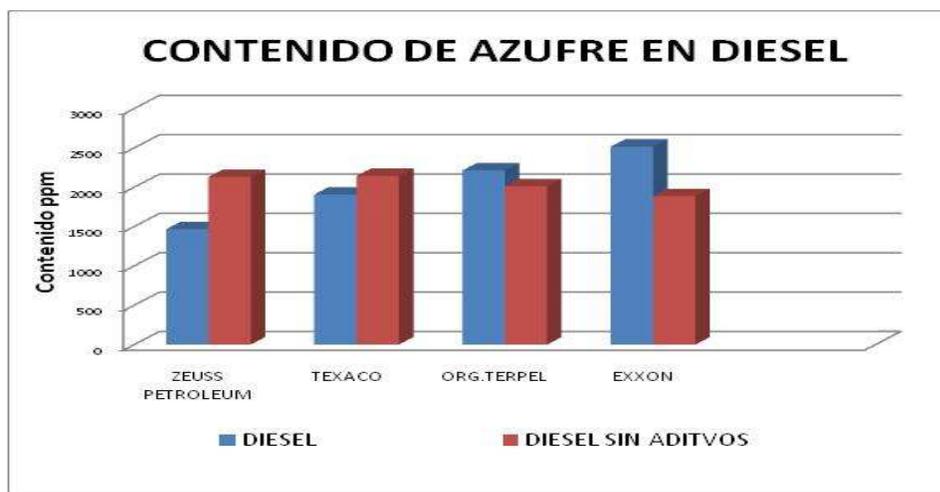
En la figura 53 se muestra los resultados de contenido azufre para cada tipo de diesel. Los resultados presentan la misma tendencia.

Figura 53. Contenido de azufre según tipo de diesel



En la figura 54 se observa los contenidos promedios según el tipo de mayorista, el cual evidencia que Exxon Mobil es el mayorista que posee el mayor promedio de contenido de azufre correspondiente a muestras de Diesel. Para el caso de Zeus Petroleum y Texaco el contenido de azufre es mayor en el Diesel sin aditivos, y lo contrario para la Organización Terpel y Exxon Mobil; sin embargo para da tipo de muestra en todo los mayoristas la diferencia de sus contenido no es mucha.

Figura 54. Contenido de azufre en diesel según tipo de mayorista

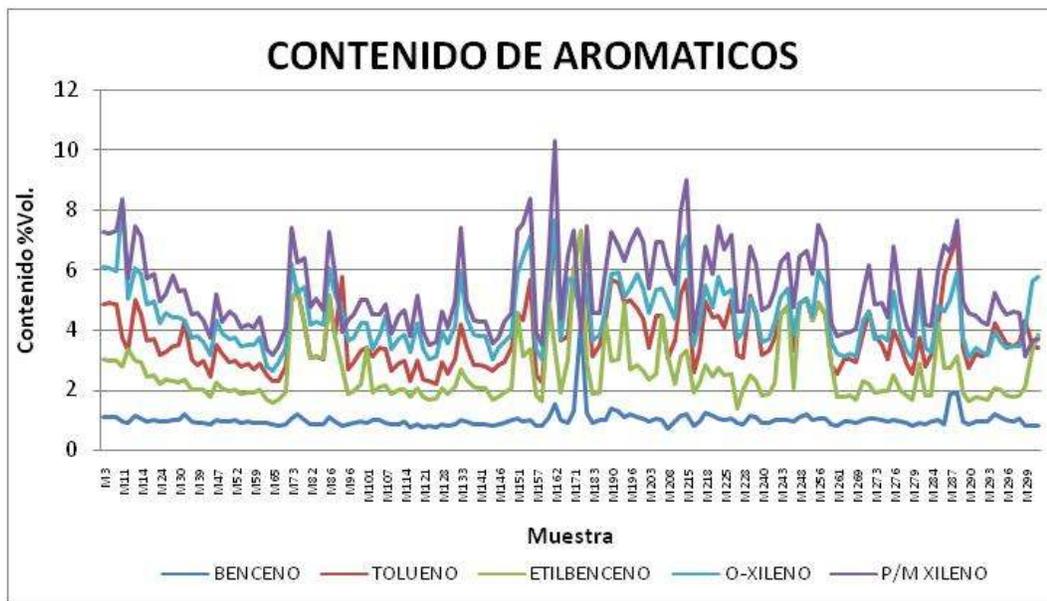


Contenido de aromáticos.

En la figura 33 se mostro los resultados del contenido de aromáticos totales en las muestras de Diesel. Allí se observó que ninguna de las muestras excede el valor contemplado por la norma (35% Vol); sin embargo algunas de ellas se encuentran por encima del nivel de referencia o limite central.

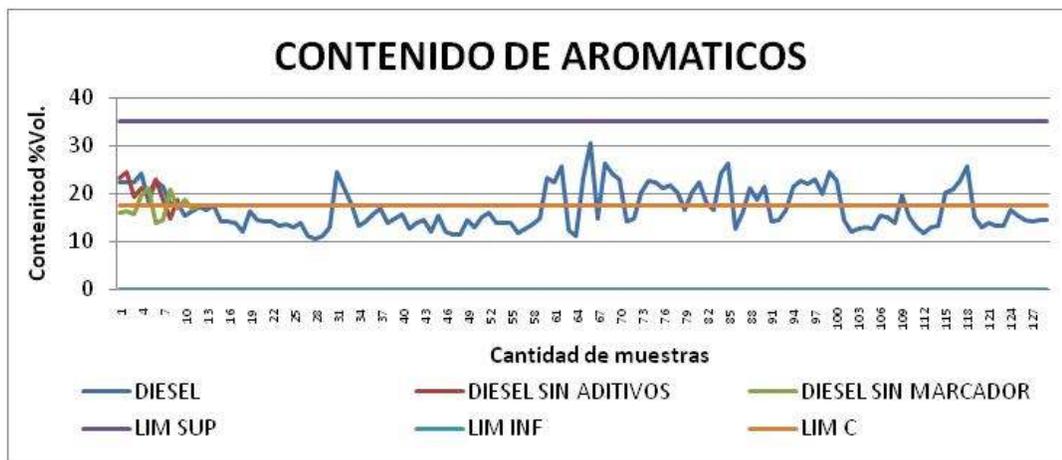
En la figura 55 se especifica la cantidad en porcentaje / volumen en la que se encuentra cada uno de los principales aromáticos. Los resultados exhiben una mayor cantidad de contenido de p/m Xileno, seguido de O-Xileno y menor contenido en Benceno con un comportamiento estable para las diferentes muestras a excepción de una.

Figura 55. Contenido de Aromáticos en Diesel según el tipo



En la figura 56 se muestra los resultados de contenido aromáticos para cada tipo de diesel. Los resultados presentan la misma tendencia.

Figura 56. Contenido de Aromáticos según el tipo de Diesel



Tal y como se mostro para las gasolinas, en la figura 57 se muestra el contenido de Benceno para todas las muestras de Diesel y en la figura 58 se especifica los resultados, según el tipo de diesel. Aunque no existe una norma específica sobre el contenido de benceno se puede observar que en general, las muestras registran resultados que oscilan entre el 0,5% Vol. y 2% Vol.

Figura 57. Contenido de Benceno en Diesel

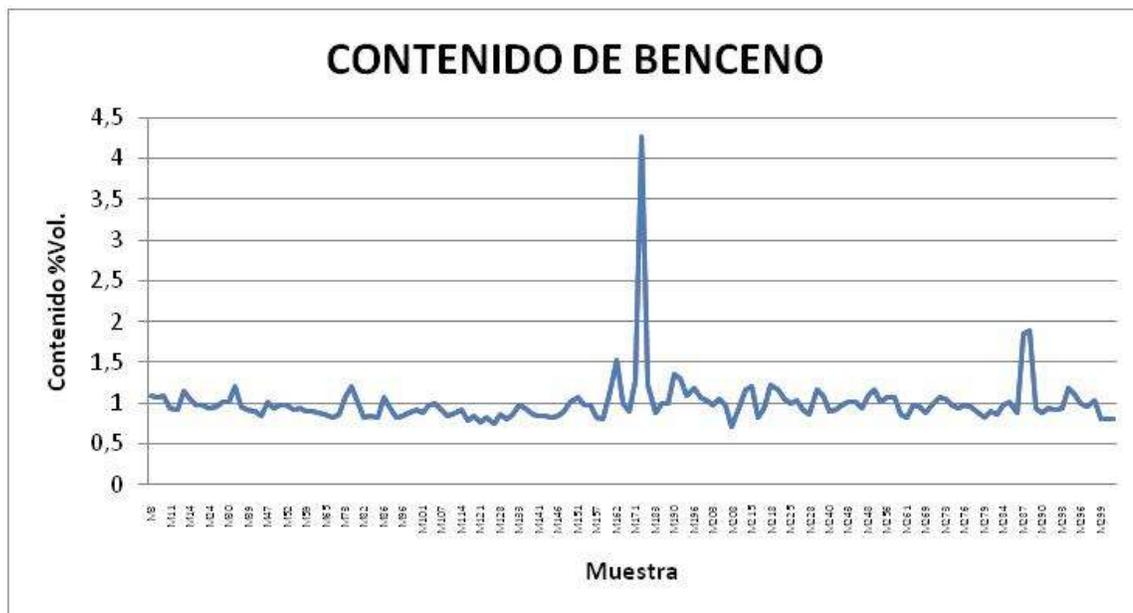


Figura 58. Contenido de Benceno según tipo de Diesel



En las figuras 59 y 60 se indican la cantidad promedio de las muestras analizadas de Benceno y Aromáticos totales según el tipo de mayorista. En la primera se observa que para cada uno de los mayoristas la diferencia del contenido de benceno entre los diferentes tipos de Diesel no es muy grande. Para la Organización Terpel y Texaco son mayores los porcentajes en Diesel sin aditivos y para los demás mayoristas viceversa. El segundo grafico tiene el mismo comportamiento siendo Exxon Mobil el mayorista con mayor contenido de Aromáticos totales en muestras de Diesel y Texaco para Diesel con aditivos.

Figura 59. Contenido de Benceno en Diesel según tipo de mayorista

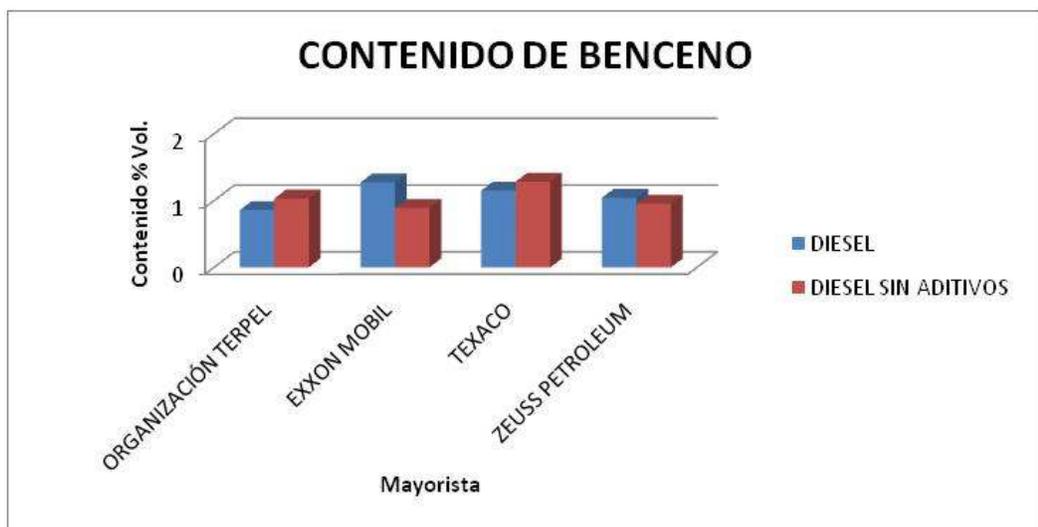
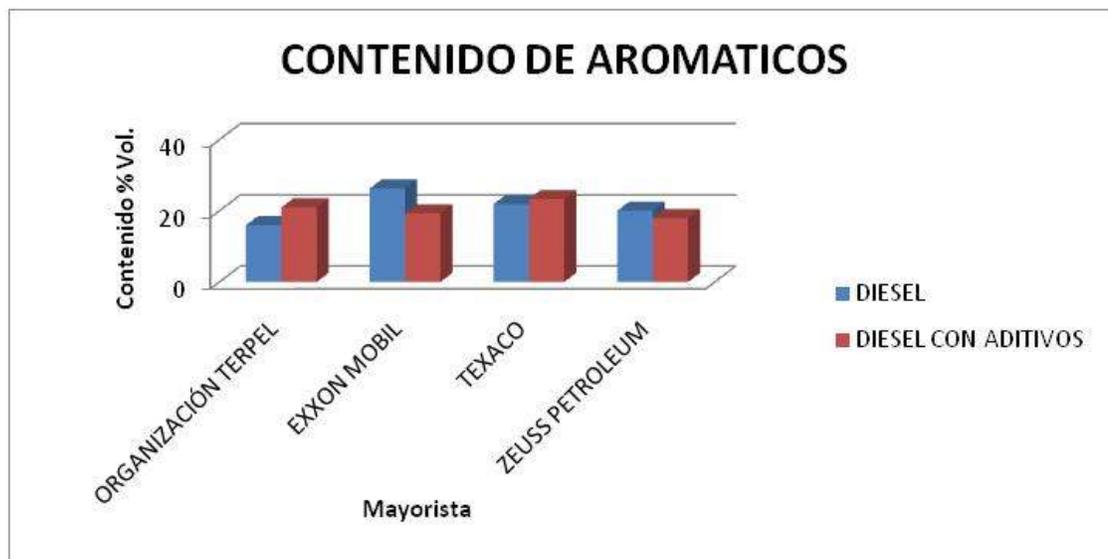


Figura 60. Contenido de Aromáticos en Diesel según tipo de mayorista



De acuerdo al análisis realizado se puede afirmar:

De los compuestos aromáticos presentes en la diesel, similar a la gasolina (benceno, tolueno, xileno "BTX), el que se encuentra en mayor cantidad en las muestras de diesel, es el xileno, posteriormente el tolueno y por último el benceno, por tal razón, nuevamente se recomienda elaborar un estándar de calidad en cuanto a cada uno de estos aromáticos, ya que por el hecho de pertenecer a esta familia, también son catalogados como perjudiciales para la salud, especialmente cancerígenos.

7.1.3 Combustible Industrial. Como se menciona anteriormente, en este tipo de productos se optó por realizar el control de calidad con base en un combustible industrial combustóleo Fuel Oil No. 6, ya que no existen normas para estos y su uso es en calderas.

Los resultados muestran que en este tipo de combustibles se encontraron los mayores problemas de calidad. Un gran porcentaje de las muestras analizadas no cumplen con las especificaciones en la prueba de agua por destilación y contenido de cenizas.

Con respecto a las prueba de azufre, contenido de agua y sedimentos, el 100% de las muestras cumplen con la comparación de la especificación de calidad. En el residuo carbonoso una muestra no cumple con la comparación de la especificación de calidad.

Las causas posibles de que un combustible industrial este por fuera de especificaciones, pueden ser varias, dentro de las cuales se pueden resaltar los problemas operacionales que generalmente se presentan al momento de trabajar con combustibles industriales y que son causa de alguna de las siguientes razones:

- a. Tipo y origen de combustible
- b. Falta de conocimiento en las especificaciones técnicas de los combustibles
- c. Falta de conocimiento de la parte teórico - experimental al momento de realizar mezclas de combustibles
- d. Variedad de proveedores
- e. Falta de programas de mantenimiento a los lugares y equipos que intervienen en la operación.
- f. Condiciones inadecuadas de operación

Por lo tanto, se debe asegurar en todo momento, que el combustible que se compra o se vende a cada uno de los proveedores o clientes cumpla con unas características determinadas. Lo anterior se puede conseguir solo si en el sitio de recibo y de consumo se puede establecer un sistema rápido de análisis para verificar el control de calidad del combustible como por ejemplo la cantidad de agua que posee un combustible industrial, para posteriormente hacer operaciones de drenaje, etc.

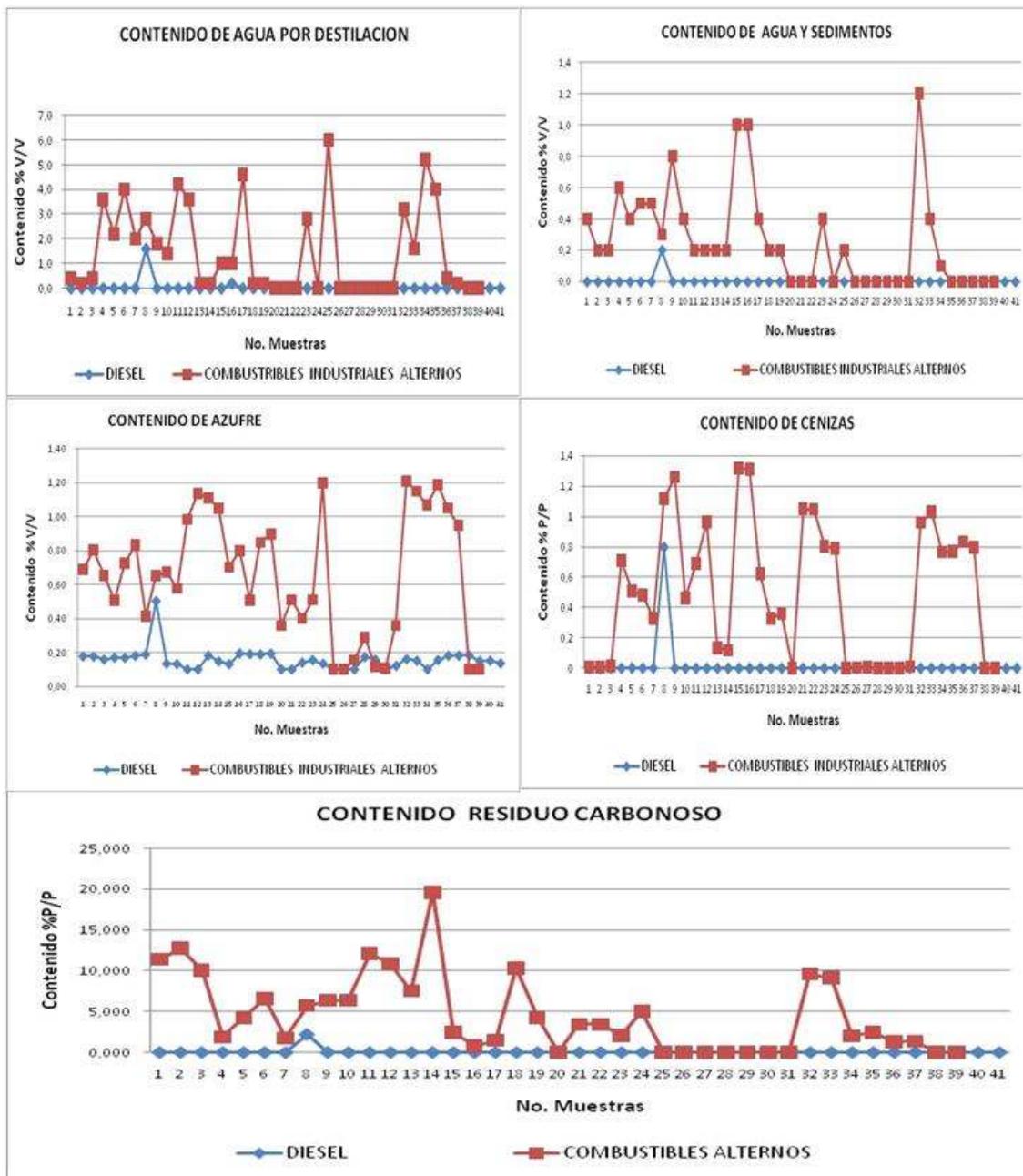
De acuerdo al análisis de muestreo presentado en la sección 6.5, se podría hablar específicamente de que en el AMVA se están trabajando dos tipos de productos en combustibles industriales, los cuales son diesel y otros que para efectos de este análisis, se denominaran combustibles alternos (combustóleo, diesel intermedion, destilado medio industrial, aceite combustible industrial, etc.).

En la figura 61 se puede ver las diferentes pruebas realizadas a combustibles industriales diferenciadas en dos tipos de combustibles (diesel y combustibles industriales alternos). En cada una de las propiedades evaluadas se puede observar la misma tendencia, la línea de comportamiento de los combustibles alternos se encuentra siempre por encima de la línea de comportamiento de diesel. Podría incluso afirmarse que los valores de los combustibles alternos son elevados y en algunos casos son significativos.

Las muestras de Diesel presenta valores muy cercano o menores a cero con excepción una sola muestra con código C-30 perteneciente a la empresa Fundalco, la cual presenta valores muy dispersos con respecto a las demás muestras analizadas.

En todos los casos se observa que el diesel, presenta mejores propiedades que los combustibles alternos y por tal razón se considera que el diesel es el mejor Combustible industrial.

Figura 61. Comparación combustibles industriales (diesel vs combustibles alternos)



7.2 RESULTADOS DE LOS COMBUSTIBLES SÓLIDOS MUESTREADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

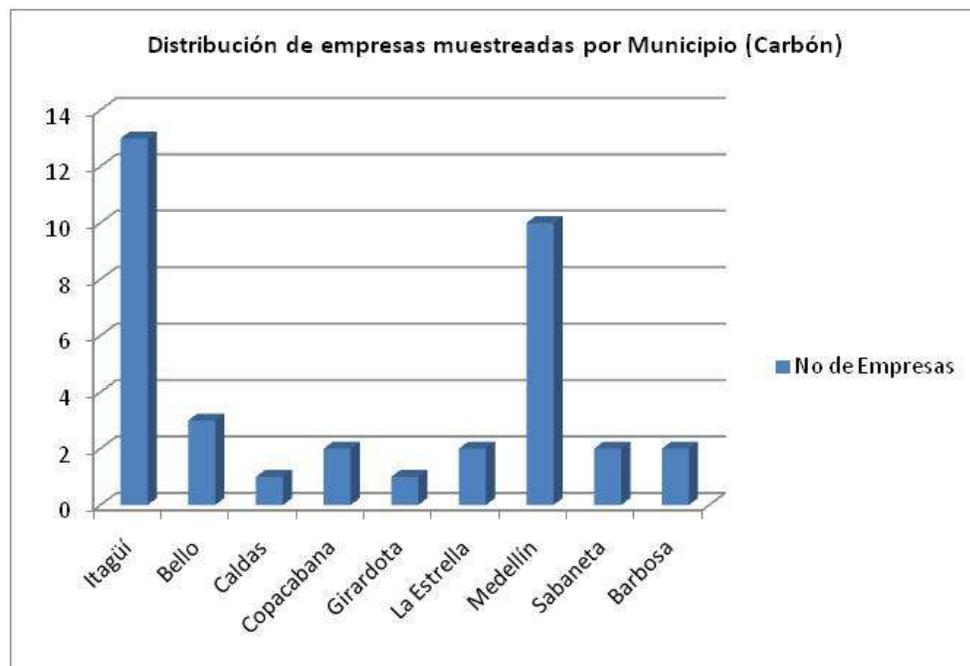
A continuación en la tabla 46 se presentan el número de empresas donde se tomaron muestras de carbón por municipio.

Tabla 46. Número de empresas muestreadas por municipio

Municipio	No de Empresas
Itagüí	13
Bello	3
Caldas	1
Copacabana	2
Girardota	1
La Estrella	2
Medellín	10
Sabaneta	2
Barbosa	2

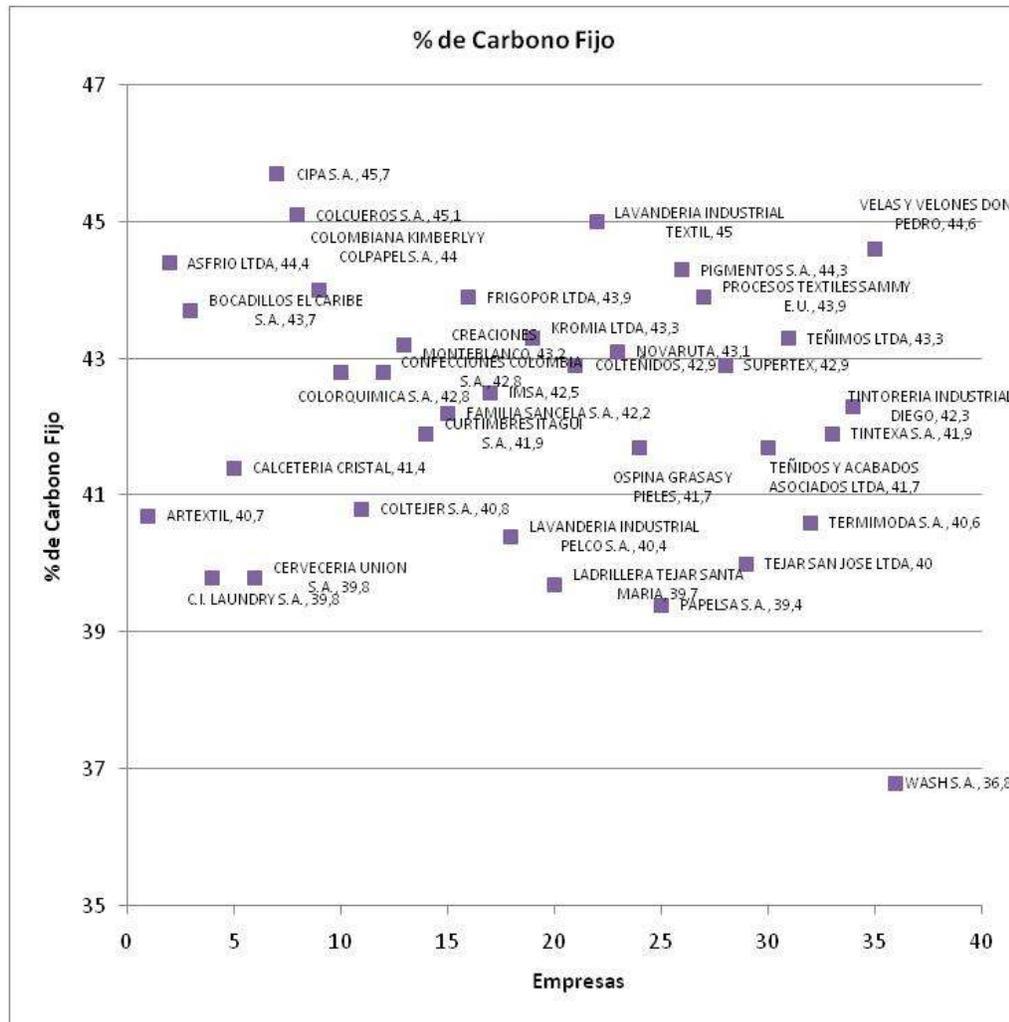
En la figura 62 se visualiza la distribución de los muestreos por municipio.

Figura 62. Distribución de muestreo de carbón por municipio



porcentaje de carbono fijo y la empresa Cipa es la empresa con el porcentaje de Carbono fijo mayor. Se debe tener en cuenta que el carbón con mayor porcentaje de carbono fijo es de mejor calidad.

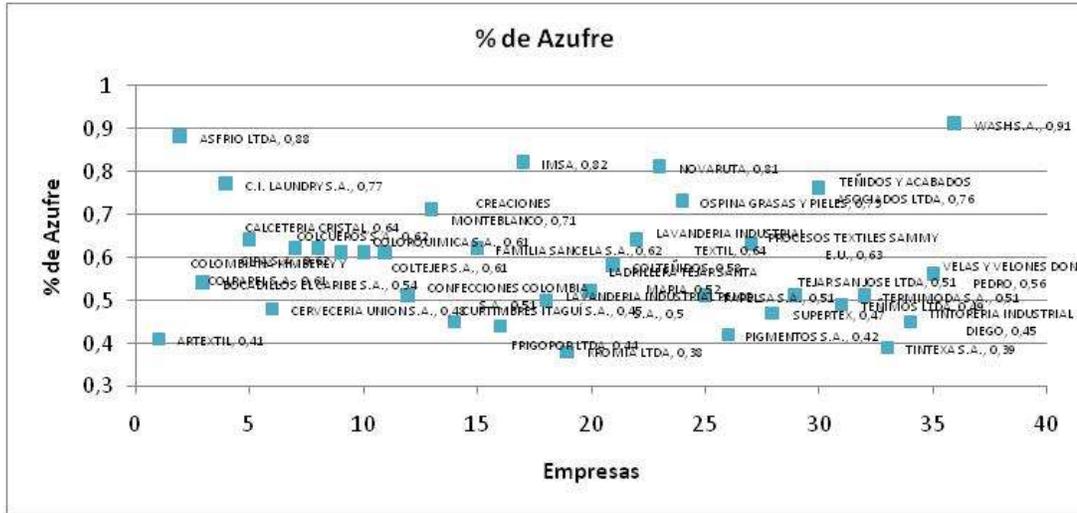
Figura 66. Porcentaje de carbono fijo para cada muestra de carbón



% de Azufre

A continuación se presenta la figura 67, en la cual se observa que el porcentaje de azufre de los carbones utilizados en el Valle de Aburrá varía entre 0.3% y 0.95%, las empresas que utilizan el carbón con menor porcentaje de azufre son Kromia, Artextil y Tintexa y la empresa que utiliza el carbón con mayor porcentaje de azufre es Wash y Asfrio. Se debe tener en cuenta que el carbón de mejor calidad es la que posee el menor porcentaje de azufre.

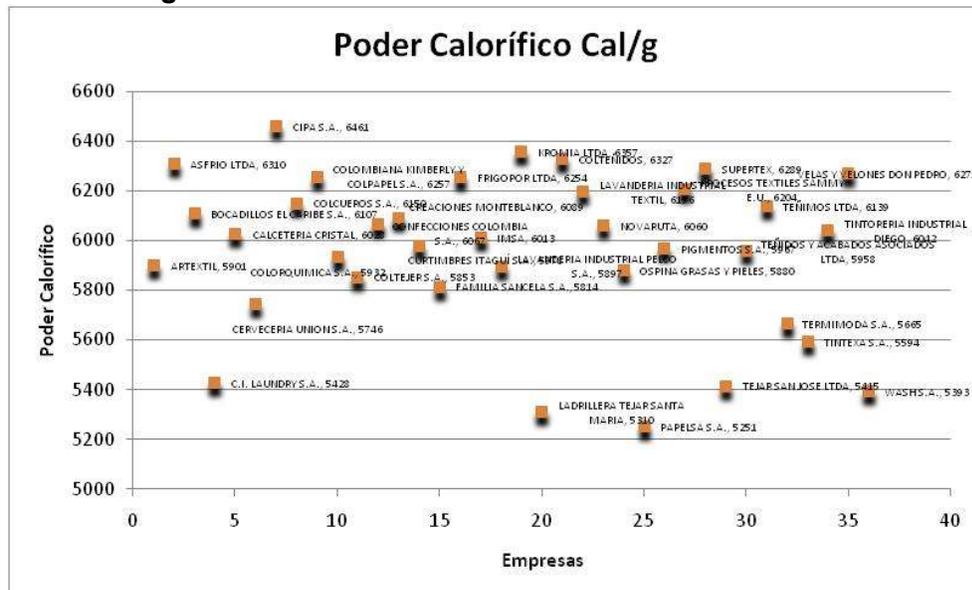
Figura 67. Porcentaje azufre para cada muestra de carbón



Poder Calorífico

A continuación se presenta en la figura 68 el Poder Calorífico de los carbones utilizados en el Valle de Aburra, en la cual se puede observar que el poder calorífico varía entre 5200cal/g y 6500 cal/g. La empresa que utiliza el carbón con mayor poder calorífico es Cipa y la que utiliza el carbón con menor poder calorífico es Papelsa. Se debe tener en cuenta que a mayor poder calorífico mejor calidad.

Figura 68. Poder calorífico de cada muestra de carbón



En la tabla 47 se presentan los resultados de los análisis las empresas muestreadas por Municipio.

Tabla 47. Muestreo de Carbón en empresas por municipios

Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico
		Residual (%)	ASTM D 3174	ASTM D 3175	ASTM D 3172	ASTM D 4239	Base Bruta (cal/g)
		ASTM D3173					ASTM D 5865
ITAGÜÍ							
ARTEXTIL	90807	9,8	8,9	40,6	40,7	0,41	5 901
C.I. LAUNDRY S.A.	90810	10,2	14	36	39,8	0,77	5 428
CERVECERIA UNION S.A.	90812	10,1	10,6	39,5	39,8	0,48	5 746
COLTEJER S.A.	90817	9,3	12,2	37,7	40,8	0,61	5 853
CURTIMBRES ITAGÜÍ S.A.	90820	10,6	7,4	40,1	41,9	0,45	5 978
LAVANDERIA INDUSTRIAL PELCO S.A.	90824	11,1	8,1	40,4	40,4	0,5	5 897
KROMIA LTDA	90825	10,2	4	42,5	43,3	0,38	6 357
LADRILLERA TEJAR SANTA MARIA	90826	11,3	13,5	35,5	39,7	0,52	5 310
PROCESOS TEXTILES SAMMY E.U.	90833	10,3	4,5	41,3	43,9	0,63	6 204
SUPERTEX	90834	10,1	4,3	42,7	42,9	0,47	6 289
TEJAR SAN JOSE LTDA	90835	9,3	13,2	37,5	40	0,51	5 415
TEÑIDOS Y ACABADOS ASOCIADOS LTDA	90836	9,5	8,5	40,3	41,7	0,76	5 958
TINTEXA S.A.	90839	11,3	10	36,8	41,9	0,39	5 594
BELLO							
ASFRIO LTDA	90808	8	8,5	39,1	44,4	0,88	6 310
CIPA S.A.	90813	7,2	6,6	40,5	45,7	0,62	6 461
VELAS Y VELONES DON PEDRO	90841	11,3	3,1	41	44,6	0,56	6 271

Tabla 47. (Continuación)

Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico
		Residual (%)	ASTM D 3174	ASTM D 3175	ASTM D 3172	ASTM D 4239	Base Bruta (cal/g)
		ASTM D3173					ASTM D 5865
CALDAS							
NOVARUTA	90829	11,3	5,8	39,8	43,1	0,81	6 060
COPACABANA							
COLCUEROS S.A.	90814	6,5	11,7	36,7	45,1	0,62	6 150
OSPINA GRASAS Y PIELES	90830	11,1	8,5	38,7	41,7	0,73	5 880
GIRARDOTA							
PIGMENTOS S.A.	90832	12,8	3,4	39,5	44,3	0,42	5 967
LA ESTRELLA							
COLORQUIMICA S.A.	90816	10	9,1	38,1	42,8	0,61	5 932
WASH S.A.	90842	9,6	14,9	38,7	36,8	0,91	5 393
MEDELLÍN							
BOCADILLOS EL CARIBE S.A.	90809	12	4,7	39,6	43,7	0,54	6 107
CONFECCIONES COLOMBIA S.A.	90818	9,3	7,4	40,5	42,8	0,51	6 067
CREACIONES MONTEBLANCO	90819	10,9	5,8	40,1	43,2	0,71	6 089
FAMILIA SANCELTA S.A.	90821	10,1	10,6	37,1	42,2	0,62	5 814
FRIGOPOR LTDA	90822	11,4	2,9	41,8	43,9	0,44	6 254
COLTEÑIDOS	90827	8,9	6,2	42	42,9	0,58	6 327
LAVANDERIA INDUSTRIAL TEXTIL	90828	12,3	3,5	39,2	45	0,64	6 196
TEÑIMOS LTDA	90837	10,9	5,4	40,4	43,3	0,49	6 139
TERMIMODA S.A.	90838	10,8	9,9	38,7	40,6	0,51	5 665
TINTORERIA INDUSTRIAL DIEGO	90840	11,5	6,3	39,9	42,3	0,45	6 042

Tabla 47. (Continuación)

Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico
		Residual (%)	ASTM D 3174	ASTM D 3175	ASTM D 3172	ASTM D 4239	Base Bruta (cal/g)
		ASTM D3173					ASTM D 5865
SABANETA							
CALCETERIA CRISTAL	90811	10,4	8,1	40,1	41,4	0,64	6 028
IMSA	90823	11,6	6,5	39,4	42,5	0,82	6 013
BARBOSA							
COLOMBIANA KIMBERLY Y COLPAPEL S.A.	90815	8,6	8,2	39,2	44	0,61	6 257
PAPELSA S.A.	90831	9,5	15,5	35,6	39,4	0,51	5 251

7.2.1 Clasificación de las empresas muestreadas por sector productivo

Tabla 48. Clasificación de las empresas según el sector productivo

Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico
		Residual (%)	ASTM D 3174	ASTM D 3175	ASTM D 3172	ASTM D 4239	Base Bruta (cal/g)
		ASTM D3173					ASTM D 5865
SECTOR TEXTIL							
ARTEXTIL	90807	9,8	8,9	40,6	40,7	0,41	5 901
COLTEJER S.A.	90817	9,3	12,2	37,7	40,8	0,61	5 853
C.I. LAUNDRY S.A.	90810	10,2	14	36	39,8	0,77	5 428
CALCETERIA CRISTAL	90811	10,4	8,1	40,1	41,4	0,64	6 028
CONFECCIONES COLOMBIA S.A.	90818	9,3	7,4	40,5	42,8	0,51	6 067

Tabla 48. (Continuación)

Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico
		Residual (%)	ASTM D 3174	ASTM D 3175	ASTM D 3172	ASTM D 4239	Base Bruta (cal/g)
		ASTM D3173					ASTM D 5865
KROMIA LTDA	90825	10,2	4	42,5	43,3	0,38	6 357
TEÑIDOS Y ACABADOS ASOCIADOS LTDA	90836	9,5	8,5	40,3	41,7	0,76	5 958
CREACIONES MONTEBLANCO	90819	10,9	5,8	40,1	43,2	0,71	6 089
LAVANDERIA INDUSTRIAL PELCO S.A.	90824	11,1	8,1	40,4	40,4	0,5	5 897
COLTEÑIDOS	90827	8,9	6,2	42	42,9	0,58	6 327
LAVANDERIA INDUSTRIAL TEXTIL	90828	12,3	3,5	39,2	45	0,64	6 196
PROCESOS TEXTILES SAMMY E.U.	90833	10,3	4,5	41,3	43,9	0,63	6 204
SUPERTEX	90834	10,1	4,3	42,7	42,9	0,47	6 289
TEÑIMOS LTDA	90837	10,9	5,4	40,4	43,3	0,49	6 139
TERMIMODA S.A.	90838	10,8	9,9	38,7	40,6	0,51	5 665
TINTEXA S.A.	90839	11,3	10	36,8	41,9	0,39	5 594
TINTORERIA INDUSTRIAL DIEGO	90840	11,5	6,3	39,9	42,3	0,45	6 042
FAMILIA SANCELA S.A.	90821	10,1	10,6	37,1	42,2	0,62	5 814
NOVARUTA	90829	11,3	5,8	39,8	43,1	0,81	6 060
WASH S.A.	90842	9,6	14,9	38,7	36,8	0,91	5 393
SECTOR ALIMENTOS							
BOCADILLOS EL CARIBE S.A.	90809	12	4,7	39,6	43,7	0,54	6 107
CERVECERIA UNION S.A.	90812	10,1	10,6	39,5	39,8	0,48	5 746
CIPA S.A.	90813	7,2	6,6	40,5	45,7	0,62	6 461

Tabla 48. (Continuación)

Identificación de la muestra de carbón	Código asignado Laboratorio	Humedad	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico
		Residual (%)	ASTM D 3174	ASTM D 3175	ASTM D 3172	ASTM D 4239	Base Bruta (cal/g)
		ASTM D3173					ASTM D 5865
MEZCLAS ASFALTICAS							
ASFRIO LTDA	90808	8	8,5	39,1	44,4	0,88	6 310
SECTOR DEL CUERO							
COLCUEROS S.A.	90814	6,5	11,7	36,7	45,1	0,62	6 150
OSPINA GRASAS Y PIELES	90830	11,1	8,5	38,7	41,7	0,73	5 880
CURTUMBRES ITAGUÍ S.A.	90820	10,6	7,4	40,1	41,9	0,45	5 978
SECTOR PAPELERO							
FAMILIA SANCELA S.A.	90821	10,1	10,6	37,1	42,2	0,62	5 814
COLOMBIANA KIMBERLY Y COLPAPEL S.A.	90815	8,6	8,2	39,2	44	0,61	6 257
PAPELSA S.A.	90831	9,5	15,5	35,6	39,4	0,51	5 251
SECTOR CERÁMICO							
TEJAR SAN JOSE LTDA	90835	9,3	13,2	37,5	40	0,51	5 415
SECTOR QUÍMICO							
COLORQUIMICA S.A.	90816	10	9,1	38,1	42,8	0,61	5 932
PIGMENTOS S.A.	90832	12,8	3,4	39,5	44,3	0,42	5 967
SECTOR METALMECANICO							
IMSA	90823	11,6	6,5	39,4	42,5	0,82	6 013
OTROS							
VELAS Y VELONES DON PEDRO	90841	11,3	3,1	41	44,6	0,56	6 271

7.2.2 Resultado de carbones según el tipo de industria

Tabla 49. Clasificación de las empresas según el tipo de industria

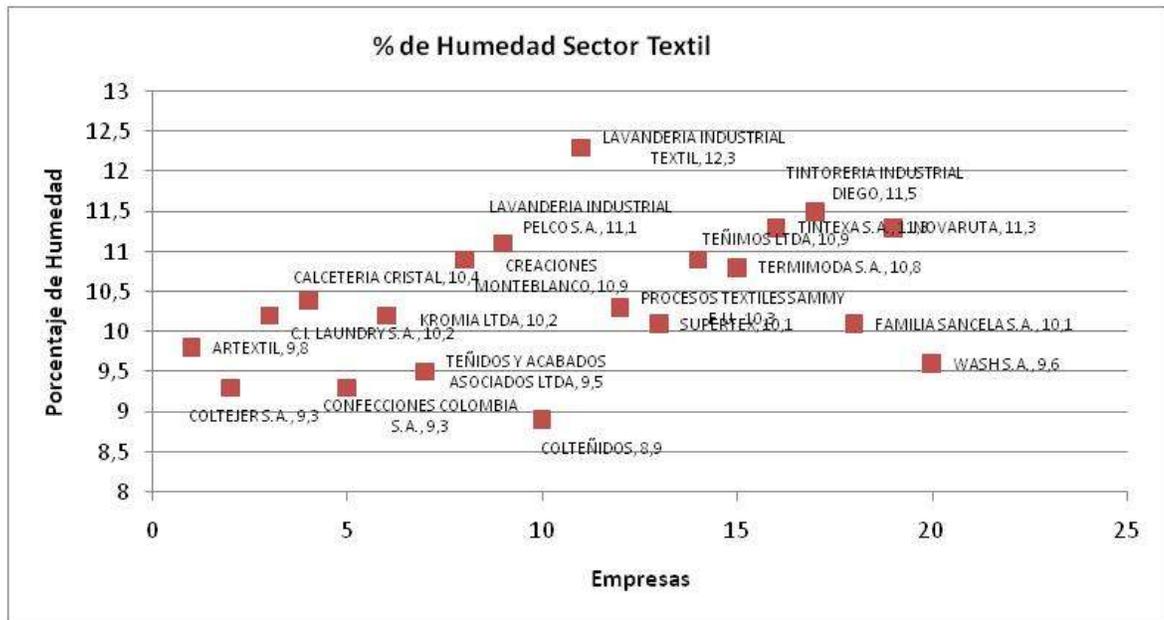
Parámetros	Textil	%	Alimentos	%	M. Asfálticas	%	Cuero	%	Papelero	%	Cerámico	%	Químico	%	Metalmecánico	%	Otros	%
% CENZAS																		
3 A 8	10	50	2	66,7			1	33,3	0	0	0	0	1	50	1	100	1	100
8 A 12	6	30	1	33,3	1	100	2	66,7	2	66,7	0	0	1	50	0	0	0	0
12 A 16	4	20	0	0		0		0	1	33,3	1	100	0	0	0	0	0	0
> 16	0	0		0		0		0		0		0		0		0		0
PODERCAL																		
< 5200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0		0		0
5200 - 5600	3	15	0	0	1	100	0	0	1	33,3	1	100	0	0	0	0	0	0
5600-6000	6	30	1	33,3	0	0	2	66,7	1	33,3	0	0	2	100	0	0	0	0
6000-6400	11	55	1	33,3	0	0	1	33,3	1	33,3	0	0	0	0	1	100	1	100
> 6400	0	0	1	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% AZUFRE																		
< 0,4	2	10	0	0		0		0		0		0		0		0		0
0,4-0,6	8	40	2	66,7		0	1	33,3	1	33,3	1	100	1	50		0	1	100
0,6-0,8	8	40	1	33,3		0	2	66,7	2	66,7		0	1	50		0		0
> 0,8	2	10		0	1	100		0		0		0		0	1	100		0
CARBONO FIJO																		
36-38	1	5	1	33,3		0		0		0		0		0		0		0
38-40	1	5		0		0		0		0	1	100		0		0		0
40-42	7	35		0		0		0	1	33,3		0		0		0		0
42-44	10	50	1	33,3		0	2	66,7	1	33,3		0	1	50	1	100		0
44-46	1	5	1	33,3	1	100	1	33,3	1	33,3		0	1	50		0	1	100
HUMEDAD																		
6-8	0	0	1	33,3		0	1	33,3		0		0		0		0		0
8-10	6	30		0	1	100		0	2	66,7	1	100	1	50		0		0
10-12	13	65	2	66,7		0	2	66,7	1	33,3		0		0	1	100	1	100
12-14	1	5		0		0		0		0		0	1	50		0		0

7.2.3 Gráficos de los parámetros medidos en muestras de carbón. A continuación se presentan los gráficos de dispersión de los diferentes parámetros medidos en las muestras de carbón por sectores (para los sectores más representativos), datos presentados en la tabla 49.

% de Humedad

Sector Textil. En la figura 69 se observa que el porcentaje de humedad del carbón que se usa en el Sector textil varía entre 8,5% y 12,5% la empresa que utiliza el carbón con mayor porcentaje de humedad es la Lavandería Industrial y la empresa que utiliza el menor porcentaje de humedad es Colteñidos. La mayor parte de las empresas consumen carbón con una humedad entre 11.5% y 9.8

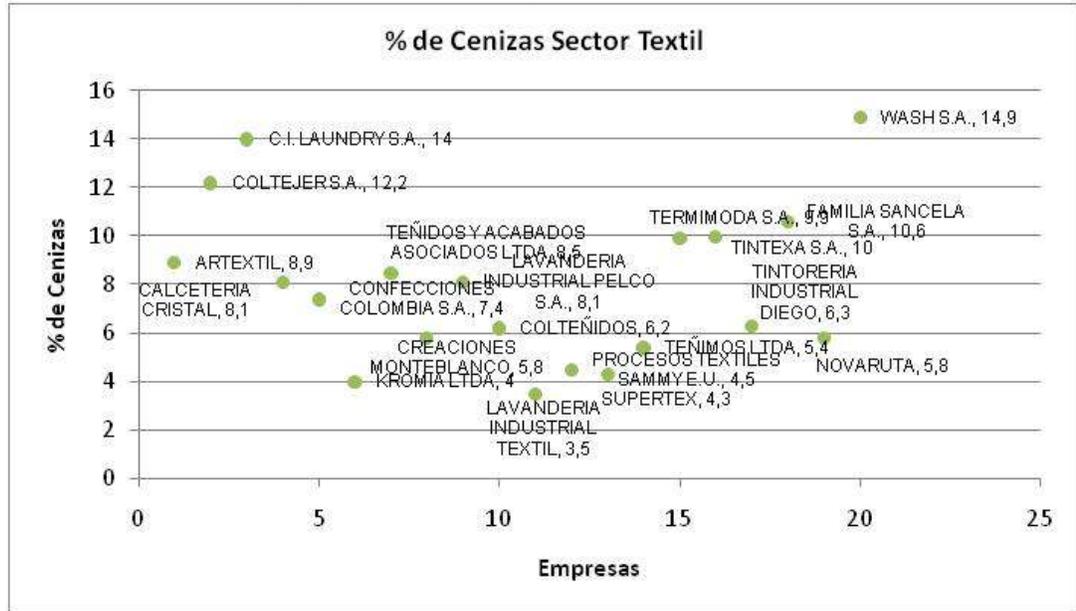
Figura 69. Porcentaje de humedad de cada muestra de carbón



% de Cenizas

Sector Textil. En la figura 70 se observa que el porcentaje de cenizas del carbón que se usa en el sector textil varía entre 2% 15%; la empresa de este sector que utiliza el carbón con mayor porcentaje de Cenizas es la empresa Wash y la que utiliza el carbón con menor porcentaje de cenizas es el que utiliza la empresa Lavandería industrial. La mayor parte de las empresas consumen carbón con una humedad entre 9.9% y 5.4%

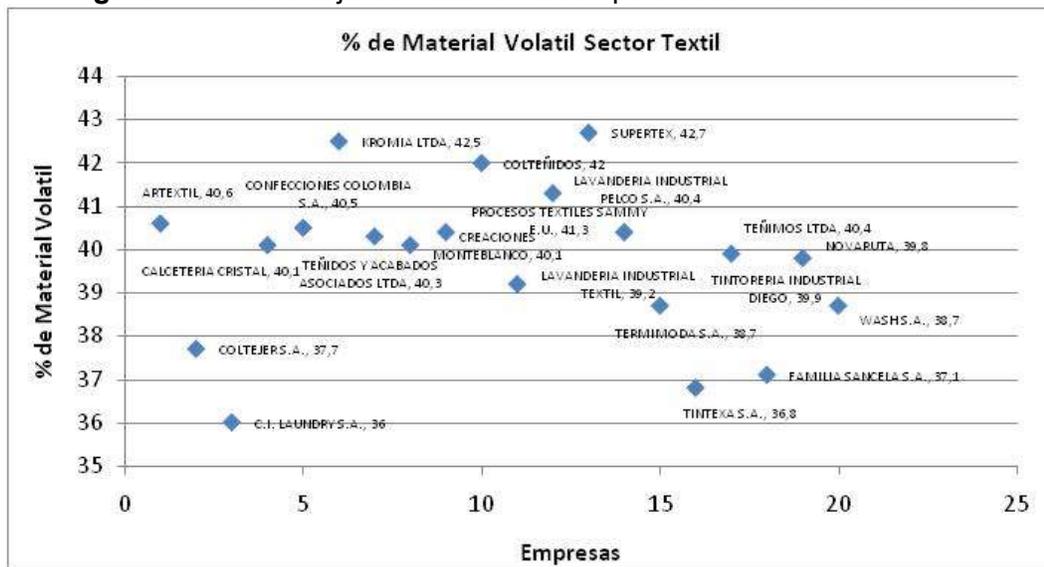
Figura 70. Porcentaje de cenizas - carbón



% de Material Volátil

Sector Textil. En la figura 71 se observa que el porcentaje de material volátil del carbón que se usa en el sector textil varía entre 36% y 43%, la empresa que utiliza el carbón con menor porcentaje de volátiles es C.I Laundry y la que utiliza el carbón con mayor porcentaje es Supertex. La mayor parte de las empresas consumen un carbón con una humedad entre 40.4% y 39.9%.

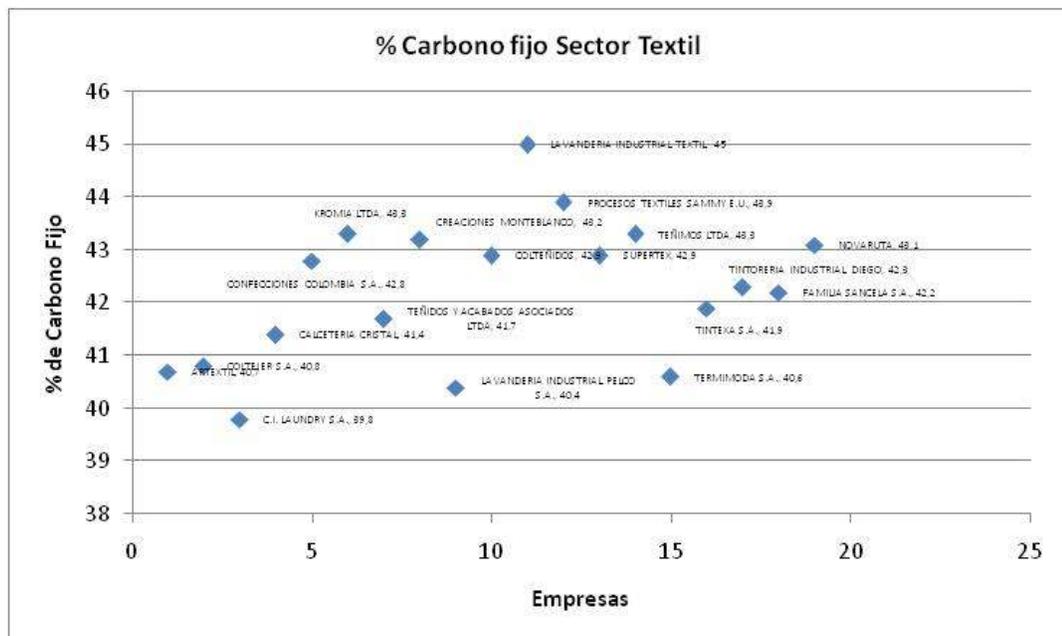
Figura 71. Porcentaje de material volátil para cada muestra de carbón



% Carbono fijo

Sector Textil. En la figura 72 se observa cómo varía el porcentaje de carbono fijo en el Sector Textil: entre 39% y 45% y la empresa que utiliza el carbón con menor porcentaje de carbono fijo es la empresa C.I Laundry y la empresa con mayor porcentaje de carbono fijo lavandería industrial textil. La mayor parte de las empresas consumen carbón con un carbono fijo entre 43.2% y 41.4%.

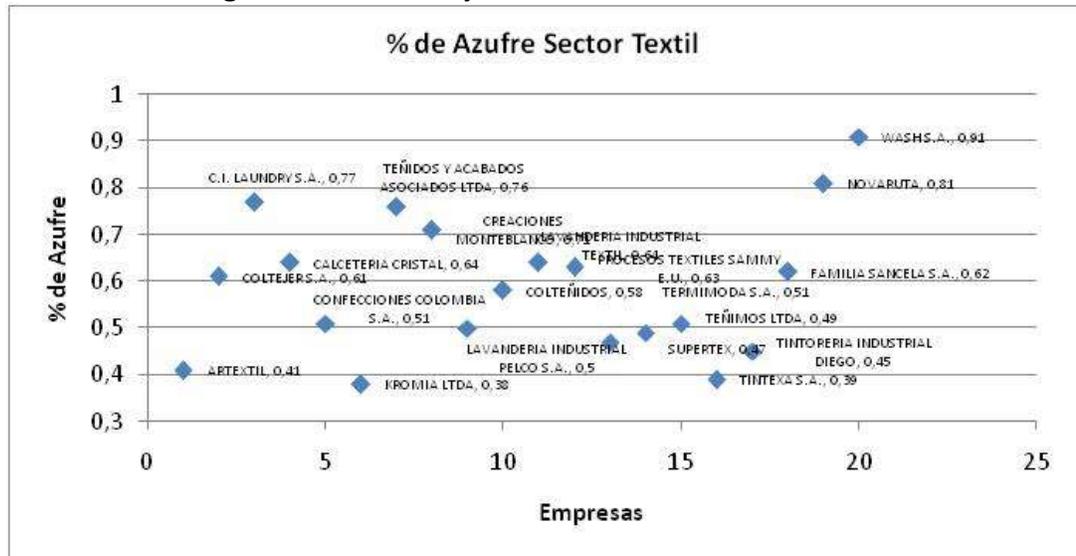
Figura 72. Porcentaje de carbono fijo - carbón



% de Azufre

Sector Textil. En la figura 73 se observa que para el sector textil el porcentaje de azufre del carbón que consume el sector textil varía entre 0,3% y 0,9%, la empresa que usa el carbón con mayor porcentaje de azufre es la empresa Wash y la que usa el carbón con menor cantidad de azufre es la empresa Kromía. La mayor parte de las empresas consumen carbón con un contenido de azufre entre 0.7 y 0.45%.

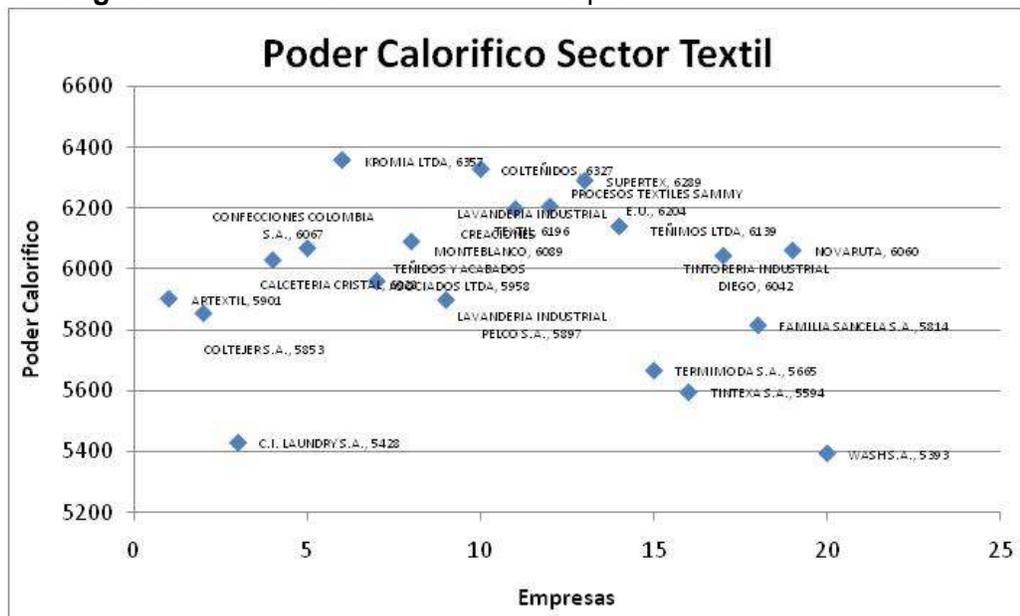
Figura 73. Porcentaje de azufre sector textil - carbón



Poder Calorífico

Sector Textil. El poder calorífico de los carbones que se consume en el sector Textil varía entre 5400 cal/g y 6400 cal/g, la empresa que usa el carbón con mayor poder calorífico es Kromia y la que usa el de menor poder calorífico es la empresa Wash. La mayor parte de las empresas consumen carbón con un poder calorífico entre 6204 cal/g y 5853 cal/g. Ver figura 73.

Figura 74. Poder calorífico sector textil para cada muestra de carbón



7.3 EMPRESAS QUE NO CUMPLIERON LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

Después de haber realizado el análisis de resultados correspondiente, a continuación se presenta el listado de empresas que no cumplieron con alguna de las especificaciones de calidad de acuerdo a la norma o resolución que está vigente en el momento. Ver tablas 50 y 51.

Tabla 50. Empresas que no cumplieron - gasolinas

PRUEBA	No. MUESTRA	EMPRESA	PROVEDOR	MUNICIPIO
GOMAS	M234	Ecopetrol	Ecopetrol	Medellín
BENCENO	M16	Estación de Servicio Itagüí del Sur de Medellín S.A	Texaco	Itagüí
	M235	Organización Terpel	Terpel	Medellín
	M250	Zeuss Petroleum	Zeuss	Girardota

Tabla 51. Empresas que no cumplieron - combustibles industriales

prueba	No. muestra	Empresa	Municipio
Contenido de Agua por Destilación	C4	Ascrudos	Bello
	C6	Ascrudos	Bello
	C11	Petroquímicos de Antioquia	Copacabana
	C12	Petroquímicos de Antioquia	Copacabana
	C17	Evolución Andina	Bello
	C31	Fundalco	La Estrella
	C42	Celsa	Itagüí
	C62	C.I Doña Paula	Itagüí
	C75	Asfaltadora Colombia	Medellín
	C76	Asfaltadora Colombia	Medellín
Contenido de Cenizas	C8	Ecotransa	Bello
	C9	Ecotransa	Bello
	C15	Papelsa	Barbosa
	C16	Papelsa	Barbosa
	C21	Maxipetrol	Itagüí
	C22	Maxipetrol	Itagüí
	C63	C.I Doña Paula	Itagüí
Contenido de Residuo Carbonoso	C14	Colombiana Kimberly y Colpapel	Barbosa

7.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE EL 2008 Y EL 2009.

En la siguiente tabla nos muestra el comportamiento de los parámetros monitoreados en los combustibles del año 2009 con respecto al año 2008

Tabla 52. Comparación de resultados entre el 2008 y el 2009.

PARÁMETROS		2008	2009
Gomas en Gasolina	Proceso de lavado	De las 219 muestras analizadas dos no cumplen.	De las 281 muestras analizadas una no cumple.
	Proceso sin lavar	De las 219 muestras analizadas solo cumplen 14.	No se analizo por este proceso
Azufre en gasolina		De las 219 muestras analizadas cinco no cumplen.	Las 281 muestras analizadas cumplen.
Aromáticos en gasolina	Benceno	Las 219 muestras cumplen.	De las 281 muestras analizadas solo tres no cumplen
	Aromáticos	Las 219 muestras analizadas cumplen. Ver tabla 23	Las 281 muestras analizadas cumplen.
Contenido de azufre en diesel		Las 219 muestras analizadas cumplen. Ver tabla 24	Las 301 muestras analizadas cumplen.
Contenido de aromáticos en diesel		Las 219 muestras analizadas cumplen. Ver tabla 25	Las 301 muestras analizadas cumplen.
Contenido de agua por destilación en combustibles industriales		Estos parámetros no se analizaron	De las 80 muestras analizadas solo 8 no cumplen. Ver tabla 38
Contenido de agua y sedimentos en combustibles industriales			Las 80 muestras analizadas cumplen.
Contenido de cenizas en combustibles industriales			De las 80 muestras analizadas solo 7 no cumplen.
Contenido carbonoso en combustibles industriales			De las 80 muestras analizadas solo 1 no cumple.
Contenido de azufre			Las 80 muestras analizadas cumplen.
Contenido de azufre en combustible sólido (Carbón)			Las 36 muestras analizadas cumplen.

En la tabla se observa: En el año 2008 se analizaron 219 muestras y en el año 2009 se analizaron 301 muestras.

Gasolina

- La concentración de las gomas en las gasolinas sigue teniendo el mismo comportamiento en los dos años de muestreos, depende de los aditivos que se le adicione a las gasolinas.
- Se mejora en cuanto al contenido de azufre en el año 2009.

- Se presentan en el año 2009 muestras con concentraciones de benceno que superan la norma de calidad.
- La concentración de aromáticos se mantiene estable y es de aclarar que no se presentó en el año 2009 concentraciones por encima de la norma.

Diesel

- No se presentan concentraciones de azufre ni de aromáticos en el diesel por encima de la norma.

Combustibles industriales en estado líquido y combustibles sólidos (Carbón).

- En el año 2009 se analizaron combustibles industriales en estado líquido y combustibles sólidos (Carbón).
- En la tabla se observa que de los parámetros analizados en los combustibles industriales (agua por destilación, contenido de agua y sedimentos, contenido de cenizas y residuo carbonoso), se presentan valores que no cumplen en el parámetro agua por destilación, cenizas y residuo carbonoso.
- Todas las muestras analizadas de carbón cumplen con el contenido de azufre.

8. ANALISIS DE INFORMACION SUMINISTRADA POR ECOPETROL

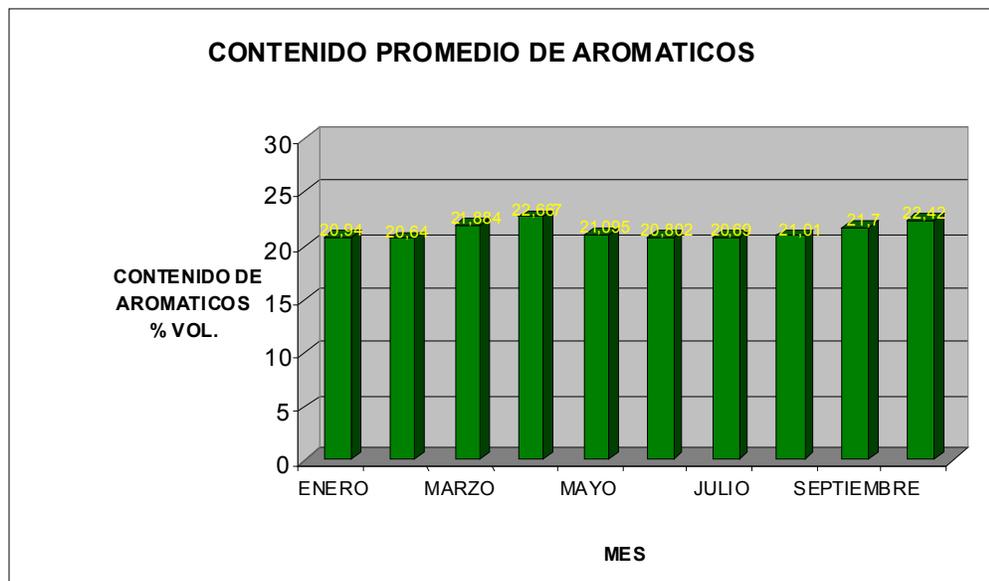
De acuerdo con lo establecido en el **Convenio Interadministrativo Número 10 de 2008, de Apoyo al Pacto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire**, a través de laboratorios externos se realizaron las mediciones de la calidad del Diesel que entrego ECOPETROL a los distribuidores mayoristas para Medellín durante los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y octubre de 2009 con porcentajes de azufre que no superan la norma vigente, que es de 2500 PPM de azufre.

Igualmente se realizaron las mediciones de contenido de benceno y aromáticos en las gasolinas con muestras tomadas en tanques de ECOPETROL, tanques de los distribuidores mayoristas y estaciones de servicio.

8.1 PROMEDIO ARITMETICO DE CONTENIDO DE BENCENO Y AROMATICOS HASTA OCTUBRE DE 2009

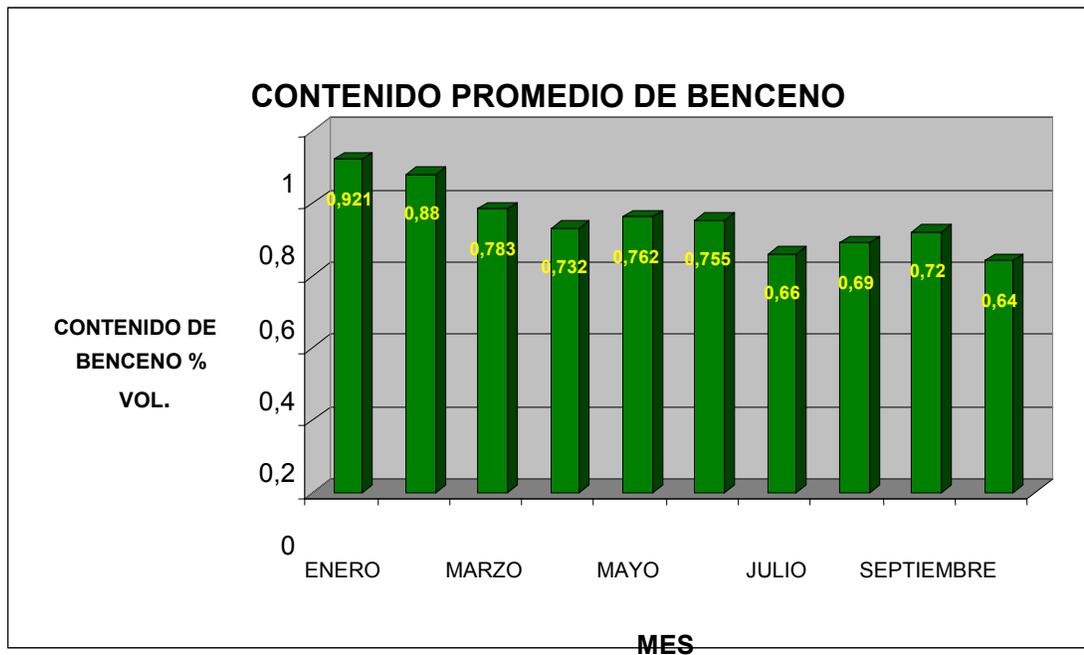
8.1.1 Gasolina corriente. En la Figura 75 se muestra el resultado promedio de los análisis de contenido de aromáticos para gasolina motor. Allí se observa un comportamiento que no varía mucho, encontrándose en un promedio anual de 21.32%, la cual es un buen indicativo para el valor establecido por la norma colombiana que es de 28%.

Figura 75. Análisis promedio de Aromáticos suministrado por Ecopetrol para gasolina motor.



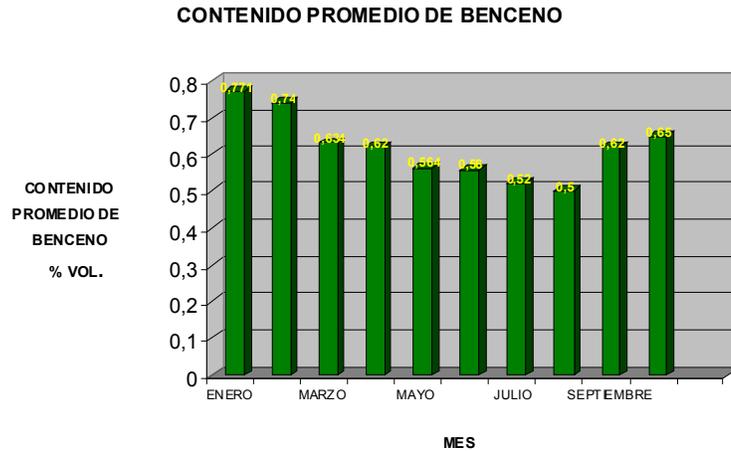
La figura 76 muestra el promedio del contenido de Benceno en el Valle de Aburra para muestra de gasolina motor; igualmente se observa que durante los meses evaluados, se cumple con los estándares de calidad exigidos del 1% volumen, con un valor que oscila alrededor de 0,754%.

Figura 76. Análisis promedio de Benceno suministrado por Ecopetrol para gasolina motor.



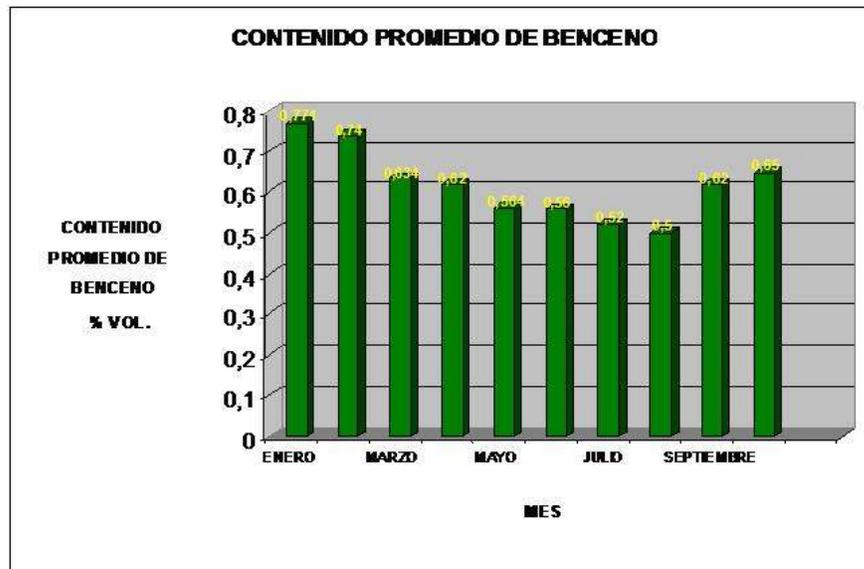
8.1.2 Gasolina extra. La figura 77 muestra el comportamiento promedio mensual de aromáticos en gasolina motor con un valor que oscila alrededor de 17.30%. Igualmente se observa que los valores no superan el valor de la norma colombiana que es de 35%, pero en a diferencia de la gasolina motor, su comportamiento no es tan estable constante o con una tendencia a disminuir si no que presenta altos contenidos de aromáticos con respecto a los demás en los meses de enero, febrero, septiembre y octubre.

Figura 77. Análisis promedio de Aromáticos suministrado por Ecopetrol para gasolina extra.



La figura 78 muestra un buen comportamiento de los valores promedios de benceno en gasolina extra que oscila alrededor del 0.617% volumen la cual se encuentran con valores satisfactorios con respecto a los estándares de calidad que para este caso es de 2% volumen .esta da muestra del compromiso de ECOPETROL por cumplir con el Pacto por la Calidad del Aire.

Figura 78. Análisis promedio de Benceno suministrado por Ecopetrol para gasolina extra.

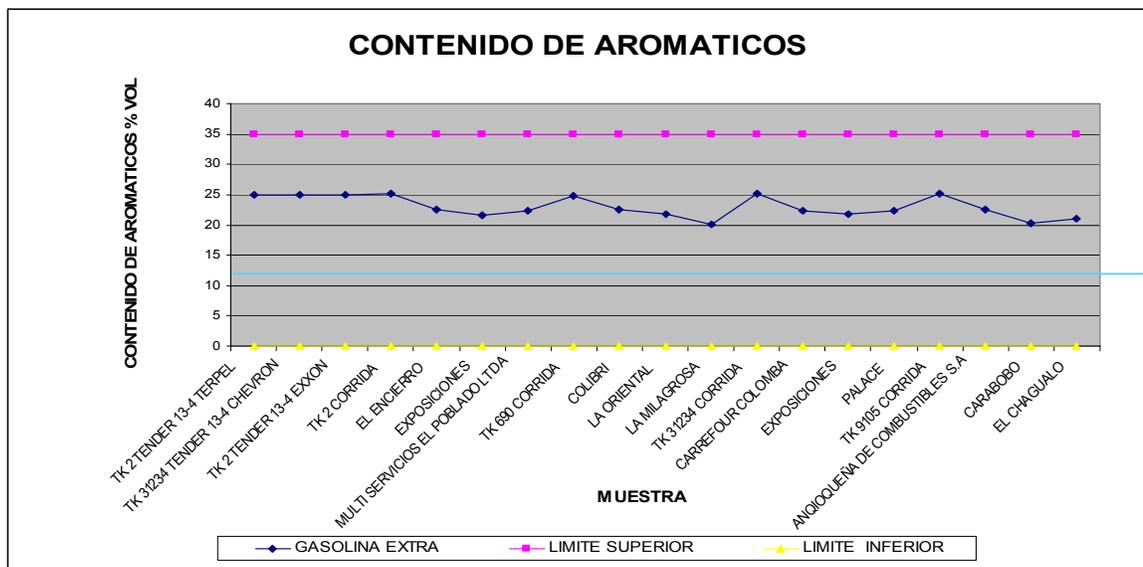


8.2 ÚLTIMO REPORTE: OCTUBRE DE 2009

Las siguientes graficas muestran el reporte de contenido de Benceno y Aromáticos en gasolina extra y el contenido de azufre en Diesel regular del mes de octubre de 2009 según el **Convenio Interadministrativo Número 10 de 2008, de Apoyo al Pacto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire.**

8.2.1 Gasolina extra. En la figura 79 se observa el comportamiento de los resultados de los análisis de contenido de aromáticos realizado a las muestras de gasolina extra. Se observa con los resultados que ECOPETROL está cumpliendo con el Pacto por la Calidad del Aire y cumple con los estándares de calidad exigidos. Los resultados se encuentran alrededor de 25 % volumen.

Figura 79. Contenido Aromáticos suministrado por Ecopetrol para gasolina extra.



La figura 80 muestra los resultados obtenidos del contenido de Benceno para las diferentes muestras analizadas. se observa un contenido de benceno estable que no excede el límite de referencia, ni tampoco los niveles permisibles establecidos por la norma colombiana que es de 2% Vol. Para gasolina extra, la cual muestra el compromiso por el ambiente.

9. ANALISIS ESTADISTICO - CONTROL DE AROMATICOS MES DE OCTUBRE

Los gráficos de control son una técnica que permite conocer y controlar las fluctuaciones de una característica a través del tiempo, identificando las causas comunes y especiales de variación dentro del proceso.

Las causas comunes son aquellas inherentes a cada uno de los factores del proceso y que por su naturaleza, se estaría dispuesto a soportarlas, porque así fue creado el proceso. Entre ellas se listan: naturaleza de la materia prima, obsolescencia de las maquinas y equipos, conocimiento, habilidad y experiencia del personal, métodos de trabajo inadecuados, aseo, orden e iluminación, naturaleza de la gerencia.

Las causas especiales son aquellas que fluctúan en forma aleatoria y con su presencia afectan el proceso en forma positiva o negativa, convirtiéndose así en oportunidades de mejoramiento, bien sea porque se decida conservarlas o eliminarlas según sea el caso.

La teoría de los gráficos de control está fundamentada en la distribución probabilística Normal. Los gráficos de control utilizan para probar una hipótesis previamente planteada, así:

Ho: el proceso está bajo control estadístico Vs H1: el proceso está fuera de control estadístico.

La iniciativa de construir gráficos de control con diferentes criterios de normalidad es propia de cada investigador, pero las recomendaciones de carácter internacional apuntan a iniciar controles con el criterio de 97.73% ($\alpha \pm 3$).

Los gráficos de control están divididos en dos grupos según su orientación en el control de los procesos. Esta orientación puede ser a través de las características variables o atributos, así:

- Variables: Son todas aquellas características susceptibles de medición, o cuantitativas.
- Atributos: Son todas aquellas características no susceptibles de medición pero si contabilizables (discretas), o cualitativas.
- Los gráficos de control son:
 - Para variables:
 - Promedios y rangos
 - Promedios y desviaciones
 - Individuales
 - Para atributos: (Binomial)
 - Proporciones - %P. (muestras variables o constantes)
 - Absolutos - NP (muestras constantes)

Para atributos: (Poisson)

- Ocurrencias por unidad - U. (muestras variables o constantes)
- Total ocurrencias – C (muestras constantes).

Construcción de gráficos de control

Para la construcción y uso de los gráficos de control se pueden contemplar los siguientes pasos:

- Tabulación de datos
- Calculo de los limites de control
- Grafico de control
- Interpretación.

Grafico de control utilizado

Teniendo en cuenta la información y definición de cada uno de los tipos de gráficos de control, se opta por utilizar el grafico para valores individuales en el laboratorio.

Este grafico se compone de dos gráficos (valores individuales y rangos móviles), y se recomienda graficarlos paralelamente para una mejor interpretación.

Los limites de control, superior e inferior, se trazan en forma discontinua y la línea central en forma continua.

- *Tabulación de datos*

No.	Identificación	Observaciones X1	Rango Móvil
1	aa/mm/dd	-	----
2	aa/mm/dd	-	-
3	aa/mm/dd	-	-
M	aa/mm/dd	-	-

Donde, el rango móvil es calculado entre pares de observaciones (Recibe este nombre porque puede ser registrado cada que existe una nueva observación)

- *Calculo de los limites de control*

Las formulas aquí consignadas están dadas para el criterio de $\alpha \pm 3$, después de diversos cálculos matemáticos. Es decir, se cuenta con una confiabilidad del 99.73% de que los puntos estén dentro de estos límites.

Las constantes E2, D3 y D4 son tomadas de libro "Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad" Shitoshi, K., y sus valores dependen del tamaño de la muestra (n) utilizado, que para este caso es $n = 2$

Grafico de valores individuales

Límite superior de control (LSC): $X + E2 * Rm$
 Línea Central (LC): X
 Límite inferior de control (LIC): $X - E2 * Rm$

Grafico de rangos móviles

Límite superior de control (LSC): $D4 \cdot R_m$

Línea Central (LC): R_m

Límite inferior de control (LIC): $D3 \cdot R_m$

• **Interpretación de gráficos de control**

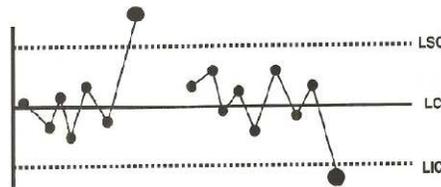
Para el éxito de una buena interpretación en el uso de los gráficos de control es importante combinar dos aspectos:

- La habilidad en el manejo de las técnicas estadísticas.
- El conocimiento interno que se posea acerca del proceso.
- Ambos aspectos son claves para ejercer el control esperado al proceso utilizando la herramienta estadística para tal fin.

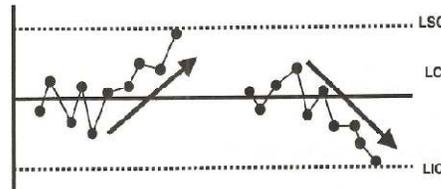
Como se mencionó anteriormente, las causas especiales de variación son oportunidades de mejoramiento en el control de un proceso. Algunos de los indicadores de la presencia de causas especiales detectadas con el uso de los gráficos de control se presentan en la figura 82.

Figura 82. Interpretación de los gráficos de control

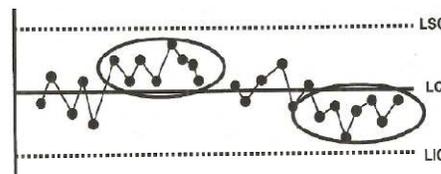
1. Puntos fuera de los límites de control.



2. Siete o más puntos sucesivos fluctuando en forma ascendente o descendente: Tendencias.



3. Siete o más puntos sucesivos fluctuando por encima o por debajo de la línea central: Rachas.



En las figuras 8 y 84 se puede observar que estadísticamente el comportamiento de niveles de azufre en el diesel inicialmente tenía problemas, tal y como lo indica el punto fuera del límite superior de control, pero al parecer logro superarse ya que en la parte intermedia se observan niveles que oscilan alrededor del nivel de referencia; sin embargo en la parte final muestra que los niveles de azufre en el diesel que se suministraba al Área metropolitana de Medellín, se debería establecer una alerta, ya que el proceso empieza a generar problemas con valores por encima de los límites permisibles. Con respecto a los niveles de aromáticos para las muestras de gasolina extra, se puede decir que estadísticamente los datos se encuentran en control.

Figura 83. Control estadístico para análisis de aromáticos suministrado por Ecopetrol para gasolina extra

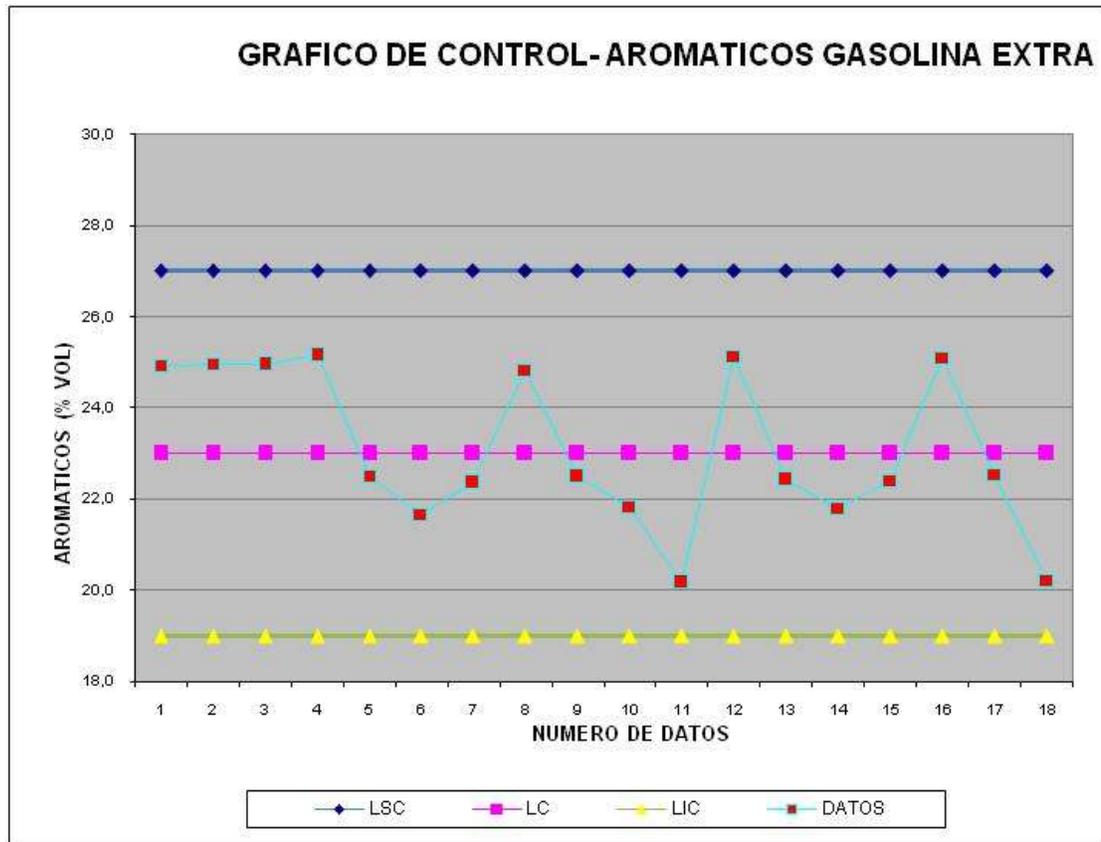
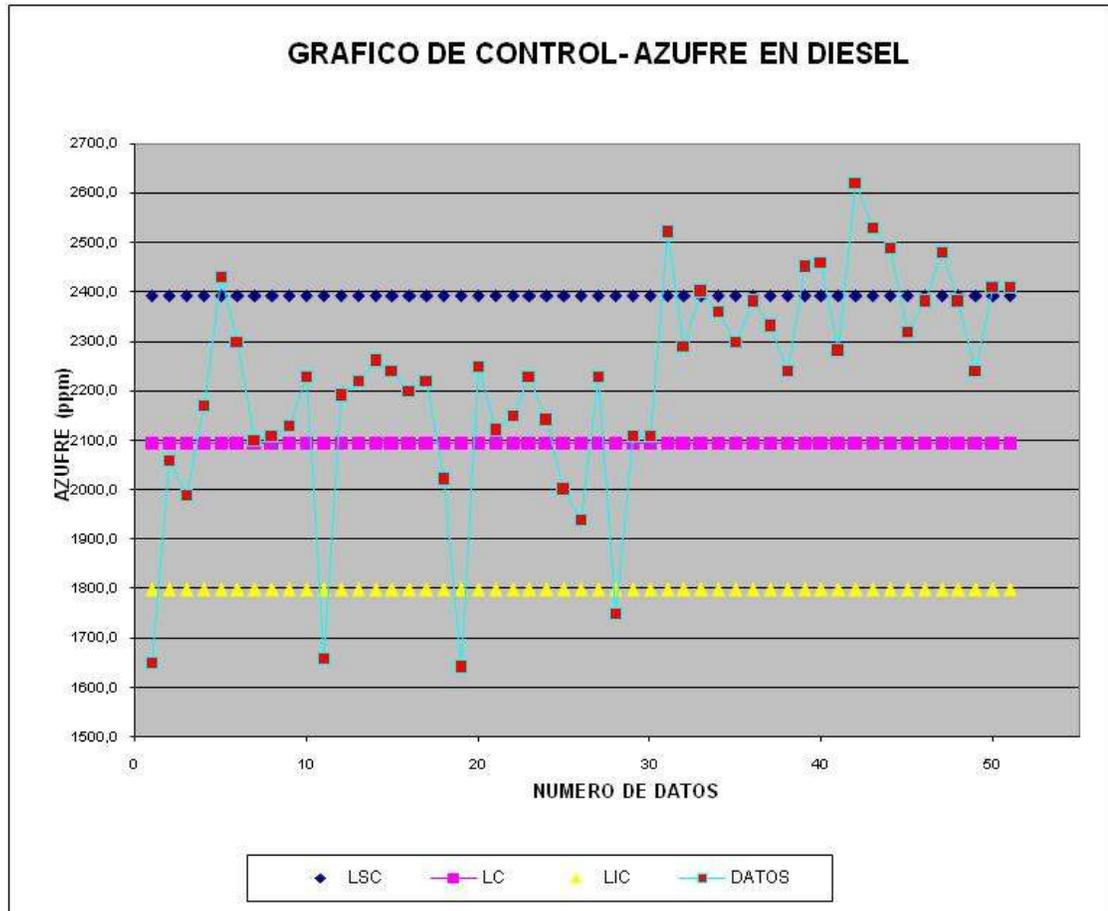


Figura 84. Control estadístico para análisis de azufre suministrado por Ecopetrol para Diesel



CONCLUSIONES

Muestreo de Combustibles Líquidos

- Se muestrearon 301 muestras de combustibles líquidos, distribuida en 150 muestras de diesel y 151 muestras de gasolina. Las muestras recolectadas de estaciones de servicio en el AMVA y en las compañías mayoristas Organización Terpel S.A, Exxon Mobil, Texaco y Ecopetrol. Se clasificaron en tres tipos de muestras: muestras sin marcador, muestras sin aditivos y muestras normales.
- El municipio donde se tomaron mayor número de muestras fue en Medellín con 171 muestras, seguido de los municipios de Itagüí y Bello con 28 y 27 muestras respectivamente. El municipio donde se tomó el menor número de muestras fue en la Estrella con 4 muestras. Los otros municipios presentan un numero de muestras que oscilan alrededor del mismo valor.
- El producto con mayor número de muestras tomadas es el diesel con 132 muestras, seguido de los productos de gasolina corriente y extra con 87 y 50 muestras respectivamente. El producto con menor número de muestras es la gasolina extra sin marcador con 1 muestra. Se obtuvo una tendencia con menor número de muestras en la gasolina extra en sus tres tipos de producto a tomar.
- El Proveedor con mayor número de muestras es Exxon Mobil con 100 muestras distribuidas en los distintos municipios del AMVA, seguido de Terpel con 68 muestras. Se observa que a pesar de que el Mayorista Zeuss es una compañía nueva se encuentra en la mayoría de municipios y en este estudio aportando el mismo número de muestras que la Compañía Texaco con 57 muestras. Es claro que Ecopetrol solamente se encuentra con muestras en el municipio de Medellín, con 19 muestras, ya que se considera uno de los más importantes entes en este estudio, por ser el proveedor principal y que debería considerarse objeto específico de estudio como sugirieron en varias empresas y estaciones de servicio.
- Se muestrearon 80 muestras de combustibles industriales recolectadas en diferentes empresas en el AMVA. El municipio donde se tomaron mayor número de muestras fue en Medellín con 36 muestras, seguido de los municipios de Itagüí y Bello con 17 y 10 muestras respectivamente. El municipio donde se tomó el menor número de muestras fue Copacabana con 2 muestras. Se observa que en los demás municipios el número de muestras tomadas oscilan alrededor de 3 y 4 muestras.}
- El producto con mayor número de muestras tomadas es el diesel con 45 muestras, mostrando que en la actualidad es el combustible más utilizado a nivel industrial. Siguen los productos Combustible industrial y Fuel oil con 14 y 12 muestras respectivamente. Existen otros tipos de productos industriales que se están manejando como son crudo, diesel intermedio, destilado medio industrial en ciertas empresas pero su aporte en este estudio es muy pequeño.

Gasolinas

- Los resultados en las muestras de gasolina señalan cumplen con el control de calidad exigido en cuanto al contenido de gomas, a excepción de la muestra con código M-234, la cual es una muestra de gasolina extra sin marcador perteneciente a Ecopetrol.
- Los resultados de contenido de azufre indican que todas las muestras cumplen con el estándar de calidad exigido y se encuentran entre el límite central y el límite superior. Es de resaltar que estas muestras están muy cercanas al límite superior especificado.
- Los resultados de contenido de benceno señalan que la mayoría de muestras cumplen con el estándar de calidad exigido en cuanto a benceno a excepción de 3 muestras con código M-16, M-235 y M-250, las cuales son muestras correspondientes a una gasolina corriente de la Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellín S.A., una gasolina extra sin aditivos de la empresa Organización Terpel S.A. y una gasolina extra sin aditivos de la empresa Zeuss Petroleum S.A. Estas muestras aunque se salen de especificaciones de calidad, se encuentran muy cercanas al límite superior. En general se puede una tendencia en presentar mayor contenido de benceno las muestras de gasolina extra que las muestras de gasolina corriente.
- Los resultados de contenido de aromáticos, muestran que todas las muestras cumplen con el estándar de calidad exigido y se encuentran muy por debajo del límite superior exigido, aproximadamente un 50 % inferior.
- De 151 muestras de gasolina, hubo una muestra que no cumple las especificaciones de calidad, lo que indica que el 99.34 % de las muestras cumplen la especificación de calidad en cuanto al contenido de gomas. El 100% de las muestras de Gasolina Corriente sin aditivar, gasolina extra sin aditivar, gasolina corriente, gasolina extra y gasolina corriente sin marcador cumplen con el contenido de Gomas, mientras que el 85.7 % de las 5 muestras de ECOPETROL cumplen con el contenido de gomas.
- El marcador adicionado por Ecopetrol no causa ningún efecto en los niveles de contenido gomas en las gasolinas.
- El 100% de las muestras de Gasolina corriente cumplen con el contenido de azufre y el promedio de contenido de azufre es de 775 ppm, menor al del año pasado que era de 874 ppm. El 100% de las muestras de Gasolina Corriente sin aditivar cumplen con el contenido de azufre y el promedio de azufre es de 895 ppm. Las muestras de Gasolina Extra también cumplen con el contenido de azufre y esta con un valor promedio de 876 ppm y para Gasolina extra sin aditivar de 886 ppm. Los valores más altos son para la gasolina extra sin aditivos de la Organización Terpel, seguido de la gasolina corriente de este mismo mayorista y Texaco; sin embargo no exceden el límite de 1000 ppm. El menor promedio es el de gasolina corriente con 803 ppm correspondiente a Texaco.
- El 100% de las muestras de gasolina cumplen con el contenido de aromáticos BTX registrados en diferentes muestras de gasolina. Se observan contenidos que no exceden el 16.02% Vol. de BTX. El Tolueno es el aromático el que se encuentra en mayores cantidades, sin embargo para algunas muestras de gasolina los contenidos de p-m-Xileno también se registran como significativos a diferencia de los demás aromáticos.
- La mayoría de las muestras de gasolina corriente cumplen la especificación de calidad para contenido de bencenos a excepción de una sola muestra que excede el valor de

la especificación de calidad (1% Vol). Los valores generalmente oscilan alrededor de 0.6%. Para el caso de la gasolina extra notamos igualmente que dos muestras no cumplen con la normatividad (2 % Vol), sin embargo los porcentajes de volumen se encuentran en su mayoría entre el límite superior y límite central.

- La concentración de las gomas en las gasolinas sigue teniendo el mismo comportamiento en los dos años de muestreos, depende de los aditivos que se le adicionen a las gasolinas.
- Se mejora en cuanto al contenido de azufre en el año 2009.
- Se presentan en el año 2009 muestras con concentraciones de benceno que superan la norma de calidad.
- La concentración de aromáticos se mantiene estable y es de aclarar que no se presentó en el año 2009 concentraciones por encima de la norma.
-

Diesel

- El 100% de las muestras de Diesel cumplen con el estándar de calidad de Azufre exigido por la norma, con valores que oscilan alrededor del límite central que es de 2250 ppm y no superan las 3000 ppm, con un valor promedio de 1970 ppm, concluyendo así que Ecopetrol está cumpliendo con el pacto por la calidad del aire.
- El 100% de las muestras no exceden el valor contemplado por la norma (35% Vol) en contenido de aromáticos, sin embargo algunas de ellas se encuentran por encima del nivel de referencia o límite central. Los resultados exhiben una mayor cantidad de contenido de p/m Xileno, seguido de O-Xileno y menor contenido en Benceno con un comportamiento estable.
- De acuerdo con lo establecido en el convenio interadministrativo número 10 de 2008 ,de apoyo al pacto para el mejoramiento de la calidad del aire ,a través de laboratorios externos se realizaron las mediciones de la calidad del Diesel que entrego ECOPETROL a los distribuidores mayoristas para Medellín durante los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo ,junio, julio y octubre de 2009 con porcentajes de azufre que no superan la norma vigente , que es de 2500 PPM de azufre.
- No se presentan concentraciones de azufre ni de aromáticos en el diesel por encima de la norma.

Combustibles Industriales

- Con respecto a las prueba de azufre y contenido de agua y sedimentos, el 100% de las muestras de combustibles industriales cumplen con la comparación de la especificación de calidad. En el residuo carbonoso una muestra no cumple con la comparación de la especificación de calidad. Un gran porcentaje de las muestras analizadas no cumplen con las especificaciones en la prueba de agua por destilación y contenido de cenizas.
- Según el muestreo realizado, se podría hablar específicamente de que en el AMVA, se están trabajando dos tipos de productos en combustibles industriales, los cuales

son diesel y otros que para efectos de este análisis, se denominó combustibles alternos (combustóleo, diesel intermedio, destilado medio industrial, aceite combustible industrial, etc.). En cada una de las propiedades evaluadas (contenido de agua por destilación, contenido de agua y sedimentos, contenido de azufre, contenido de cenizas y residuo carbonoso) se puede observar la misma tendencia. Las muestras de Diesel presenta valores bajos muy cercano o menores a cero con excepción una sola muestra con código C-30 perteneciente a la empresa Fundalco, la cual presenta valores muy dispersos con respecto a las demás muestras analizadas. En todos los casos se observa que el diesel, presenta mejores propiedades que los combustibles alternos y por tal razón se considera que el diesel es el mejor Combustible industrial.

Carbón

- Las empresas en donde se tomaron las muestras están ubicadas en los municipios de Caldas, Sabaneta, La Estrella, Itagüí, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa. Se observa que la mayoría de las empresas (13), se encuentran ubicadas en el Municipio de Itagüí, destacándose dos de las mayores consumidoras de carbón las cuales son Coltejer y Cervunión.

Estas empresas llevan muchos años trabajando con el carbón y por lo tanto tienen un manejo adecuado de este combustible, por los equipos de controles que poseen en cuanto a emisiones de material particulado al aire, almacenamiento y manejo de cenizas. El carbón que utilizan cumple con el contenido de azufre, ya que está dentro de los rangos permitidos en la Resolución 898 de 1995 (***“Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores”*** Sin embargo es conveniente hacer estudios más detallado para evaluar las emisiones a la atmósfera de dióxido de azufre (SO₂).

- Las empresas muestreadas pertenecen al sector de los textiles, alimentos, mezclas asfálticas, cuero, papel, cerámico, químico, metalmecánico y otros.
- El sector textilero es el que usa carbón en mayor cantidad para la generación de vapor en su proceso productivo y dentro de la clasificación por sector productivo es la que más representatividad tiene con un total de 20 empresas, asentadas en los municipios de Medellín e Itagüí.
- La humedad residual del carbón muestreado de todas las empresas, está entre 12.8% y 6.5% correspondiente a Pigmentos S.A. y a Colcueros respectivamente; ambos se proveen del carbón de Amagá. Esta diferencia puede radicar en el manejo que se le da al interior de las empresas. En cuanto a la elección del carbón teniendo en cuenta este parámetro es preferible el que posee menor porcentaje de humedad.
- El contenido de cenizas del carbón de todas las empresas muestreadas está entre 15.5% correspondiente a Papelsa, y 2.9% que corresponde a Frigopor; ambas consumen un carbón de Amagá; El porcentaje de ceniza puede variar de acuerdo a la mina donde se haya extraído. En cuanto a la elección del carbón teniendo en cuenta este parámetro es preferible el que posee menor porcentaje de cenizas.

- El contenido de material volátil del carbón de todas las empresas muestreadas está entre 42.7% correspondiente a Supertex y 35% que corresponde a la Ladrillera Santa María. Ambas consumen un carbón de Amagá. En cuanto a la elección del mejor carbón, teniendo en cuenta este parámetro, es preferible el que posee menor cantidad.
- El contenido de carbono fijo del carbón de todas las empresas muestreadas está entre 45.7% correspondiente a Cipa, que consume un carbón de Titiribí y 39.46% que corresponde a Papelsa que consume un carbón de Amagá, lo que indica que en cuanto al contenido de carbono fijo es más recomendable el carbón de Titiribí, por tener la mayor cantidad de este componente.
- El contenido de azufre del carbón de todas las empresas muestreadas está entre 0.91% correspondiente a Wash S.A. y 0.38%, que corresponde a Kromía Ltda. Ambas consumen un carbón de Amagá; la diferencia se da de acuerdo a la mina de donde se haya extraído. En cuanto a la elección del mejor carbón, teniendo en cuenta este parámetro, es preferible el que posee menor cantidad.
- El poder Calorífico del carbón de todas las empresas muestreadas está entre 6400 cal/gr correspondiente a Cipa y 5251 cal/gr correspondiente a Papelsa. Ambas consumen un carbón de Amagá. En cuanto a la elección del mejor carbón, teniendo en cuenta este parámetro, es preferible el que tenga el valor más alto en esta propiedad.
- El parámetro regulado por la normatividad colombiana en el carbón como combustible es el azufre. Los resultados de los análisis dicen que las muestras de todas las empresas monitoreadas cumplen con el límite máximo permitido en la Resolución 898 de 1995.
- En el año 2009 se analizaron combustibles industriales en estado líquido y combustibles sólidos (Carbón).
- En la tabla se observa que de los parámetros analizados en los combustibles industriales (agua por destilación, contenido de agua y sedimentos, contenido de cenizas y residuo carbonoso), se presentan valores que no cumplen en el parámetro agua por destilación, cenizas y residuo carbonoso.
- Todas las muestras analizadas de carbón cumplen con el contenido de azufre.

RECOMENDACIONES

- En varias empresas y estaciones de servicio, manifiestan que el proyecto es de gran interés, pero que se debería vigilar principalmente a Ecopetrol, el cual es el proveedor de los combustibles líquidos en Colombia.
- Aunque ECOPETROL actualmente cumple con el cronograma de mejoramiento de la calidad de los combustibles tanto para Gasolina como para Diesel, se recomienda realizar un muestreo continuo con el fin de vigilar y/o verificar si se está cumpliendo con las especificaciones de calidad exigidas.
- Es de gran utilidad elaborar un estándar de calidad más estricto para cada uno de los aromáticos: benceno, tolueno y xileno ya que son perjudiciales para la salud, especialmente cancerígenos.
- La prueba de contenido de gomas es una herramienta útil que puede ayudar a determinar la adición de aditivos en la gasolina y a futuro puede servir como método de inspección para vigilar a las empresas mayoristas en cuanto este hecho.
- Los resultados de la concentración de Benceno en los combustibles líquidos cumple la normatividad colombiana, pero los resultados de Benceno atmosféricos de los estudios realizados por el Área Metropolitana y la Universidad Nacional de Colombia (2006-2007) señalan la necesidad de hacer un seguimiento continuo en los valores tanto en la atmósfera como en los combustibles para todos los municipios del Valle de Aburrá ya que son valores que superan la norma colombiana y la guía de la Organización Mundial de la Salud. Se recomienda por lo tanto retomar los estudios de BTXs y realizar un análisis de tendencias.
- Para una mayor eficiencia en la utilización de combustibles, se sugiere establecer sistemas de capacitación al personal de los sitios de distribución y almacenamiento de combustibles en cuanto al manejo, uso y transporte de este, por ejemplo factores como el contenido de gomas, se ven incrementados por la falta de mantenimiento en los tanques.
- Con la implementación del alcohol carburante en la gasolina y la adición de biodiesel al diesel en el Valle de Aburrá y en concordancia con los resultados obtenidos en otros lugares donde ya se emplea este tipo de combustible, se hace necesario realizar un estudio sobre las propiedades físico-químicas de la estos combustibles. Estas propiedades se ven afectadas por la altura sobre el nivel del mar, el efecto más significativo está en la presión de vapor Reid del combustible con el alcohol en la gasolina y las propiedades de flujo en frío del biodiesel.
- Es de gran utilidad que el Área Metropolitana del Valle de Aburra realice un seguimiento permanente a la calidad de los combustibles. Con los resultados de esos seguimientos, se debería efectuar el cálculo de los factores reales de emisión para las

condiciones topográficas del Valle del Aburra y las condiciones técnicas del parque automotor utilizada en el Área Metropolitana. En la actualidad y para efectos de la modelación de la calidad del aire se han utilizado factores estándar de la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (EPA), de la Agencia Ambiental Europea (CORINAIR) y algunos latinoamericanos, los cuales fueron calculados sobre otras condiciones topográficas y tecnológicas. Estos factores están íntimamente relacionados con la edad de los vehículos, el mantenimiento, estado de las vías, calidad de los combustibles entre otros.

- De la combustión del carbón se derivan impactos ambientales como son las emisiones de material particulado por el contenido en cenizas y de gases como dióxidos de azufre y nitrógeno por los contenidos de azufre y compuestos nitrogenado, por lo tanto las empresas deben implementar sistemas de control de estos contaminantes.
- Se debe escoger el carbón del sector que posea las propiedades que menos impactos ambientales genere en su combustión como es una menor cantidad de cenizas, una menor cantidad de azufre, una mayor cantidad de carbono fijo, un mayor poder calorífico y una menor humedad. Para combustores de lecho fijo o móvil se recomiendan tamaños entre 5-50 mm; para lecho fluidizado, entre 1-5 mm; y para carbón pulverizado, diámetros menores a 100 mm. El tamaño de las partículas determina qué fenómeno controla la combustión. Para partículas grandes o temperaturas altas, el fenómeno que predomina es la difusión del oxígeno hacia el char. Debido a que los carbones de bajo rango son más reactivos que los de alto rango, estos últimos se muelen más finos para lograr 100% de conversión en el mismo tiempo de residencia en la caldera o en el horno. Para partículas más pequeñas o temperaturas bajas, la difusión en los poros y la reacción química son los fenómenos más importantes, particularmente cuando las temperaturas son bajas.
- La exposición del carbón a condiciones atmosféricas prevalecientes (Humedad y temperatura), puede causar un deterioro en su calidad y una reducción en su valor económico. Este proceso está influenciado por la tasa y grado de reducción de tamaño de partícula. Este y otros procesos pueden llegar a cambiar el contenido de humedad, para producir varios efectos por la oxidación del carbón y el desarrollo de la combustión espontánea.
- Cuando se trata de almacenar carbón durante mucho tiempo, el espesor de las pilas debe adaptarse de acuerdo con el tipo de carbón, así por ejemplo: los carbones bajos en volátiles se pueden apilar a alturas ilimitadas; los carbones con materia volátil entre 25 y 40 % pueden ampliarse a alturas entre 6 y 8 metros como máximo y los lignitos a alturas menores de 6 metros. Una compresión del carbón después del almacenaje, reduce el riesgo de autoinflamación.
- Para controlar los impactos generados en la combustión del Carbón se debe hacer una combustión limpia, la cual consiste en la remoción de los contaminantes mientras se quema. Esto va acompañado de un adecuado control de los parámetros de la

combustión (Combustible, oxidante y temperatura), para minimizar la formación de contaminantes.

- Algunos sistemas avanzados de combustión se diseñan para la reducción de las emisiones de NO_x, en un 50%-70%, las emisiones de SO₂, en un 50-95% y las cenizas en un 50-90%, cuando son comparados con una tecnología convencional. Algunos ejemplos de tecnologías avanzadas incluyen quemadores de bajo NO_x, combustión en vórtex, combustión en pulsos, inyección de limos, quema en múltiples etapas y quemadores en lecho fluidizado.
- El ente encargado de hacer el control sobre calidad de las gasolinas y aceites combustibles para motor ACPM (Hidrocarburos), es el Ministerio de Minas y Energía a través del organismo que ellos deleguen, de acuerdo al art. 49 del Decreto 1521 de 2008. La Autoridad Ambiental, actuando dentro de su competencia, cual es velar por lograr un ambiente sano, le correspondería informar sobre los resultados hallados en los monitoreos a estos organismos, que en este caso sería la oficina de Control de Hidrocarburos del municipio de Medellín que funciona en el sótano del Centro Administrativo Municipal Tel 3855769, quienes se encargarían de seguir el procedimiento establecido en el art. 50 del Dto 1521 y notificar al Ministerio.
- La base para tomar la decisión de informar al Ministerio serían los resultados de los análisis realizados a las muestras tomadas durante el monitoreo, en caso de que superaran los límites de calidad establecidos en la norma.
- Con respecto a los combustibles líquidos industriales (fuel oil, mezclas de aceites, entre otros) y combustibles sólidos (Carbón), la normatividad solo regula contenido de azufre, de acuerdo a la resolución 898 de 1995 y es competencia de la Autoridad Ambiental la vigilancia y control del cumplimiento de la norma.
- El Área Metropolitana del Valle de Aburrá dispondrá de los resultados de los análisis de las muestras de combustibles industriales para proceder a requerir a las empresas cuyos combustibles no cumplan con la norma de calidad estipulada en el Decreto 898 de 1995, en cuanto a contenido de azufre y de los resultados de las muestras de hidrocarburos (Gasolinas y aceites combustibles para motor), que no cumplan con las especificaciones de calidad (Gomas, azufre, benceno y aromáticos) para informar a la oficina municipal de Control de Hidrocarburos para que tome las medidas correspondientes.
- En el anexo C se presentan las cartas modelos para las empresas que se hallaron inconsistencias de incumplimiento a la normatividad de la Resolución 1180 de 2006.

BIBLIOGRAFIA

Baldan A, Perez Ballesta P, Cancelinha J, De Saeger E. Laboratory test for the validation of the Radiello diffusive sampler. In: Cocheo V, De Saeger E, Kotzias D, editors. Proceedings of International Conference Air Quality in Europe Challenges for the 2000s. Venice 19– 21 May 1999. p. 212.

Benitez V, Vera C, Grau J, Yori J, Pieck C, Parera J. 2007. Conversión de benceno de corrientes parafínicas en reactores de isomerización conteniendo catalizadores Pt/WO₃-ZrO₂. 3^{er} Congreso de la Industria Química y Petroquímica del MERCOSUR.

Blommel; P.G., Gosling, C.D., Wilcher, S.A.. 1999. United States Patent 5,962,755.
Breyse, M., Hamon, D., Lacroix, M., Vrinat, M., Proc. 1991. JECAT'91 (J. Hiraishi, Chairman; A. Nishijima et. al eds.), JITA and RITE, Tokyo.

Capó Martí, M., 2002. Principios de Ecotoxicología. Diagnóstico, Tratamiento y Gestión del Medio Ambiente. McGraw-Hill. pp 57-76.

Combustibles. Enciclopedia Encarta Microsoft Corporation, 1993-2005.

Decreto 423 de febrero de 2005, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Decreto N° 1530 de 2002. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Decreto N° 2622 de 2000. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Delmon B. 1993. Catalysis Letters, 22, 1.

Fruin S, Denis M, Winer A, Colome S, Lurmann F. 2001. Reductions in human benzene exposure in the California South Coast Air Basin. Atmospheric Environment, Volume 35, Number 6, pp. 1069-1077(9)

Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Shitoshi, K

Lauron-Pernot H., Luck F., y Popa J.M. 1991. *Appl. Catal.* 78, p. 213

LEDOUX, M.J., MICHAUX, O., AGOSTINI, G. 1986. The influence of sulfide structure on the hydrodesulfurization activity of carbon-supported catalysts. *J. Catal.*, 102: 275-288

Leerenay, E., Sakanishi, K., Mochida, I. y Suzuka, T. (1998). Hydrodesulfurization activity of CoMo and NiMo catalysts supported on some acidic binary oxides. *Applied Catalysis A. General* 175, 237-243.

Ley No. 1205 de julio 14 de 2008. Congreso de la República.

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. Calidad de combustibles sólidos y líquidos de vehículos automotores. Revista legislación económica Eco 21 Vol. 102 N. 1214, año 2003.

Normas ASTM D 4057 – 95 (Reapproved 2000). Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products
OMS, 2004. Guías para la Calidad del Aire. Traducción del Informe de la Reunión de un Grupo de Trabajo de Expertos de la OMS desarrollada en Ginebra, Suiza en diciembre de 1997. Lima.

Pecoraro T, A Chianelli R. R. 1981. 1981. Hydrodesulfurization Catalysis by Transition Metal Sulfides, J. Catal, 67, 430-445.

Pinzón M, Centeno A, Giraldo S. 1998. Nuevos catalizadores para la eliminación profunda de azufre de fracciones del petróleo. III Taller Iberoamericano de catalizadores para la protección ambiental en la región Iberoamericana. CYTED, Subprograma v catalizadores y adsorbentes. Red temática v.c catalizadores para la protección ambiental, P. 103.

Resolución 0447 de 2003 (abril 14). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Resolución 0447 de 2003 (abril 14). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Resolución 1565 de diciembre 27 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministro de Minas y Energía.

Resolución 1180 DE 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Resolución 125 del 7 de febrero de 1996. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Resolución 1565 de diciembre 27 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministro de Minas y Energía

Resolución 898 Agosto 23 De 1995. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Rodríguez, J.A., Dvorak, J., Jirsak, T., Li S. Y. y Hrbek J. (1999). Chemistry of thiophene, pyridine, and cyclohexylamine on Ni/MoS₂ and Ni/S/Mo(110) surfaces: role of nickel in hydrodesulfurization and hydrodenitrogenation processes. *Journal of Physical Chemistry* 103, 8310-8318.

Zapata, C. E. et AL. (2008). Air Quality Monitoring of BTXs in the Valley of Aburrá with Diffusive Tubes. A&WMA 101st Annual Conference & Exhibition. Portland. USA. Paper 493.

www.cronica.com.mx/celular/nota.php?id_notas=389015
<http://www.ecopetrol.com.co/>

ANEXO A.

BASE DE DATOS EMPRESAS MUESTREADAS – COMBUSTIBLES LIQUIDOS

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Dirección	Teléfono	Encargado	Tipo de Proveedor
Estación De Servicio Móbil Los Angeles	Bello	Cl. 22D 45-39	(57)(4)2733 967	Ernesto Patiño Gutiérrez	Exxon Móbil
Estación De Servicio Texaco No. 3 Autopista Sur	Itagüí	Cr 42 73A-29	(57)(4)2812 214	Rene Federico Bedoya	Texaco
Estación De Servicio Texaco Bello No. 9	Bello	Cr 44A 46-49	(57)(4)4521 011	Alvaro Santiago Cano	Texaco
Estación De Servicio Texaco Sabaneta	Sabaneta	Cl. 77 Sur 46B-120	(57)(4)2883 168	Joaquin Montoya	Texaco
Estación De Servicio Texaco Itagüí	Itagüí	Cr 52D 74-79	(57)(4)3763 585	Victor Henao	Texaco
Terpel Central De Abastos	Itagüí	Cl. 84A 46A-32	(57)(4)2856 256	Ana Arias	Terpel
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	Cr 42B 21C-10	(57)(4)4618 415	Otoniel Valencia	Exxon Móbil
Estación De Servicio Nano's Texaco	Copacabana	Km. 18 Autop. Norte	(57)(4)2744 241	Adriana Diaz	Texaco
Estación De Servicio Terpel Ancón Sur	Sabaneta	Cl. 84 Sur 29-51	(57)(4)2797 171	Patricia Trujillo Bernardo Sea	Terpel
Estación De Servicio La Paloma	Bello	Dg 52 10-269	(57)(4)2744 492	Clara Inés Ruiz	Terpel
Estación Y Parqueadero Mobil El Cerrito	Itagüí	Cl. 50 45-05	(57)(4)2811 231	Guillermo León Tamayo Monsalve	Mobil
Puerta Del Nordeste	Barbosa	Cr 21 13-11	Fax:406134 0	Juan Fernando Medina Vanegas	Terpel
Estación De Servicio La Santamaría	Itagüí	Cr 50A 38-49	(57)(4)2772 671	Hernando Guzman Benitez	Mobil
Estación De Servicio Mobil La Autopista	Bello	Cr 42B 21C-10	Fax:461021 1	Otoniel Valencia Alejandro Toro	Mobil
Estación De Servicio Terpel Club Del Río	Barbosa	Autopista Norte Km. 27	(57)(4)4070 275	Alejandra Arboleda	Terpel
Estación Los Lagos	Caldas	Km. 1 Via la Pintada	(57)(4)3388 803	Jair Mauricio Herrera Palacios	Exxon Móbil
Estación Móbil La Florida	La Estrella	Cr 60 76S-91	Fax:309249 1	Distracon E.D.S	Exxon Móbil
Servicentro Esso Caldas	Caldas	Cr 50 122S-37	(57)(4)2789 122	Nancy Velez Florez	Exxon Móbil
Servicio Esso Copacabana	Copacabana	Cl. 59 42-211	Fax:274150 2	Andres Felipe	Exxon Móbil
Terpel Itagüí	Itagüí	Cl. 45 50-28 Itagüí	(57)(4)2771 047	Daniel Vallejo	Terpel

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Dirección	Teléfono	Encargado	Tipo de Proveedor
Ecopetrol	Medellín	Cr 64C No. 88a-012	(57)(4)4700 698	Hernan Ramirez	Ecopetrol
Organización Terpel S.A.	Medellín	Cr 64C No. 89-112	(57)(4)4705 151	Wilson Correa	Terpel
Estación De Servicio Distracom Exposiciones 750	Medellín	Cl 36 51-18	2623025	Cesar Cortes	Texaco
Texaco Envigado 620	Envigado	Cl 33 S 43-33	2760222	Carolina Mejia	Texaco
Estación De Servicio Coralinas	Girardota	Km1 Entrada Girardota	4545279	Jorge Jimenez Gutiérrez	Zeuss
Mobil Regional	Medellín	Cr 48 # 20-115	(57) (4) 2626411	Pablo Sanin Campillo	Exxon Móbil
Auto Centro Codi-Caldas	Caldas	Cr 50 # 123S-55	2780202	Lina Arboleda	Exxon Mobil
Auto Centro La Palma	Medellín	Cl 28 80 A-32	2568943	Jorge Ortega	Exxon Mobil
Autogas De Colombia Breascol S.A	Medellín	Cr64 A 78-55	4451080	Carlos Cadavid	Terpel
Bomba Claret	Medellín	Dg 51 # 68-69	2304043	Santiago Quintero	Zeuss
Bomba Texaco Colombia	Medellín	Cl 50 57-34	2932692	Mario Martinez	Texaco
Bomba La V	Medellín	Cr 15 # 50-75	2697477	Luz Estella Arboleda	Zeuss
Distrimax-Ter Ltda. Eds Terpel Campo Valdés	Medellín	Cr 49 # 84-61	2336474	Dldier Arroyabe	Terpel
Dolphins Plus Ltda.	Medellín	Km 14 Vía Las Palmas Envigado	3860811	Braulio Sepulveda	Texaco
Envicentro Texaco	Envigado	Cl 49Sur # 48-28	3010445	Paula Giraldo	Texaco
Esso 18 Campo Valdés	Medellín	Cr 49 # 83-142	2123173	Jairo Acevedo	Exxon Mobil
Esso La 80	Medellín	Dg 80 # 76-95	2341106	Marta Gonzalez	Exxon Mobil
Esso Envigado	Envigado	Cr 43A # 30S-09	2761107	Claudia Ochoa	Exxon Mobil
Esso Laureles	Medellín	Cl 39 D 73-26	4132020	Ariel Acevedo	Exxon Mobil
Esso Los Mangos	Medellín	Cr 65 # 72-180	4429341	Silvia Montoya	Exxon Mobil
Esso Las Vegas	Envigado	Cr 48 # 25AA S-13	3318468	Diana Cardenas	Exxon Mobil
Estación Los Angeles Y Cia. Ltda	Bello	Cl 22D # 45-39	4615861	Efrain Bermudez	Mobil
Estación De Servicio Zeuss El Venado	Itagüí	Cr 43 # 50-69	2771093	Guillermo Escobar	Zeuss
Estación De Servicio Zeuss Carabobo	Medellín	Cl 59 # 52-27	5124820	Sandra Restrepo	Zeuss
Estación De Gasolina Barbosa Zeuss	Barbosa	Cr 17 # 8-60	4061343	William Jaramillo	Zeuss
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	Estación del Ferrocarril	4052700	Robinson Duque	Zeuss

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Dirección	Teléfono	Encargado	Tipo de Proveedor
Estación De Servicios Los Almendros	Medellín	Cl 33 # 75C-145	2501023	Dario Sanchez	Zeuss
Estación De Servicio Automarket Esso Mayorca	Sabaneta	Cl 57Sur # 48-25	3781267	Claudia Montoya	Exxon Móbil
Estación De Servicios Caribe Medellín S.A	Medellín	Cr64 C 72-226	4414810	Sandra Garcia	Terpel
Estación De Servicio Esso No.9 Los Álamos	Medellín	Cr 52 # 65-07	2637047	Jorge Alberto gallo	Exxon Móbil
Estación De Servicio Portal De Niquia	Bello	Av 38 # 51-183	4827436	Ricardo Zabala	Exxon Móbil
Estación De Servicios Serviamigos	Medellín	Cl 12Sur # 50E-56	2555876	Gonzalo Cruz	Exxon Mobil
Estación De Servicio Terpel La 45	Medellín	Cr 45 # 66-10	2331328	Angie Moncayo	Terpel
Estación De Servicios Terpel La 65	Medellín	Cr 65 # 78-190	4415847	Edwin Berrio	Terpel
Estación De Servicio Terpel Belen	Medellín	Dg 74B # 32-19	2385828	Julian Puerta Cadavid	Terpel
Estación De Servicio Terpel El Encierro	Medellín	Cr 43A # 24-30	2628889	Gerardo Saldarriaga Sanin	Terpel
Estación De Servicio Terpel Guayabal La 80	Medellín	Cl 5 S 51-85	2551018	Gilberto Botero	Terpel
Estación De Servicio Terpel Mayoral	Medellín	Cr 81 # 30A-37	3415500	Liliana Maria Hoyos	Terpel
Estación De Servicio Terpel El Poblado (El Tesoro)	Medellín	Cr 25 # 1S-69	3173648	Leidy Muñoz	Terpel
Estación De Servicio Terpel La Raya	Medellín	Cr 52 # 14S-04	2857055	Eulalia George	Terpel
Estación De Servicio Texaco La 33	Medellín	Cl 33 # 63B-315	2652717	Luz Helena Idarraga	Texaco
Servicentro Zeuss El Porvenir	Medellín	Cr 52 No. 29-49	3514302	Arelis Cecilia Echavarria	Zeuss
Servicentro Zeuss Las Brisas	Medellín	Cr 65 No. 101-67	4711010	Carlos Andres Moreno	Zeuss
Servicentro Zeuss Altavista	Medellín	Cr 89 No. 18D-20	3433847	Arelis Cecilia Echavarria	Zeuss
Servicentro Zeuss Caldas	Caldas	Cr 50 No. 122S-75	3032187	Nelly Rosa Gomez Márquez	Zeuss

ANEXO B.

BASE DE DATOS EMPRESAS MUESTREADAS – COMBUSTIBLES INDUSTRIALES

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Dirección	Teléfono	Encargado
Inversiones Talon Ltda.	Medellín	Cr 51 No. 9CS-61	2855577	Felipe Alberto Cadavid Giraldo
Asfaltadora Colombia Ltda.	Medellín	Cr 55 No. 90-01	5226015	Felipe Alberto Cadavid Giraldo
Proctel And Gamble Colombia Ltda.	Medellín	Cr 52 No. 7-72	2852400	Bibiana Cruz
Bonem S.A.	Medellín	Calle 6S No. 50C-104	3604040	Lina Marcela Duque
Fundición Atoro Ltda.	Medellín	Cr 52 No. 11S-84	2552735	Juan Aguilar
Ascender S.A.	Itagüí	Calle 84 No. 42-104	3617300	Guillermo Olarte
Ci Doña Paula	Itagüí	Calle 81 No. 52D-107	3710348	Maria Victoria Carmona
Inversiones Tribilin S.A.	Itagüí	Cr 42 No. 26-18	2773586	Alberto Ignacio Sierra
Expoquímica	Itagüí	Cr 47 No. 67B-34	3715555	Jorge William Correa Botero
Maxipetrol	Itagüí	Cr 42 No. 24-96	3761792	Jairo Gonzalez
Auto Industrial Camel S.A.	Itagüí	Calle 72 No. 44-50	3721355	Camilo Jose Barrera
Andercol S.A.	Medellín	Cr 64C NO 95-84	4700700	Miguel Ayala
Fundalco Ltda.	La Estrella	Cr 50 No. 77S-194	3730974	Maritza Valencia
Intercol S.A.	La Estrella	Cr 55 No. 83BS-114	2790562	Juan Carlos Quintero
Perfiles Técnicos Ltda.	Sabaneta	Cr 44 No. 50S-96	2882290	Gilberto Herrera
Petroraza	Sabaneta	Calle 80S No 47D-88	2882644	Natalia Trejos
Papelsa S.A.	Barbosa	Km 1 vía Barbosa	4057000	Elmer Gomez
Colombiana Kimberly Colpapel S.A.	Barbosa	Autopista norte Km 25	4547671	Jorge Palacio
Petroquímicos De Antioquia	Copacabana	Calle 56 No. 42-236	2741309	Jorge Gonzalez
Evolución Andina	Bello	Diagonal 52 No. 12-265	2743002	Andres Garces
Ascrudos	Bello	Diagonal 44 No. 36-43	4823105	Orlando Mejia
Nopco Colombiana S.A.	Bello	Calle 27B No. 49-39	4643311	Jose Lara
Productos Icolpan Pastitalica	Medellín	Cr 84 No. 33AA-01	2530869	Nelson Jerez
Colanta	Medellín	Calle 74 No. 64A-51	4420091	Edgar Gaviria
Leonisa S.A.	Medellín	Cr 51 No. 13-158	3506100	Alejandro Monsalve
Pomelos S.A.	Medellín	Cr 46 No. 27-74	2629304	Miguel Angel Contreras

Empresa o Estación de servicio o Compañía	Municipio	Dirección	Teléfono	Encargado
Ecotransa	Medellín	Calle 46 No. 72-156	4835012	Nelson Cañas
Ci J Gutiérrez Y Cia C.A. Fundición Gutiérrez	Medellín	Calle 37 No. 46-49	2322813	Andres Viera Gutiérrez
Celsa S.A.	Itagüí	Calle 50 No. 40-20	3755500	Harry Milwer Zicer
Oxigenados Y Derivados	Itagüí	Cr 42 No. 24-32	3730271	Bernardo Marulanda
Fundición Polinco	Caldas	Carrera 50 No. 108S-155	2781832	Argemiro Hernández
Trenzados Medellin	Caldas	Cr 49 No. 125S-129	2787033	Beatriz Elena Restrepo
Cantera Santa Rita	Medellín	Calle 28 87-33	2566426	Enrique Cortez
Texaco Palace	Medellín	Cra 50 40 -77	2621547	Carlos Rafael Botero
Coonorte	Medellín	Calle 39 48-34	3696760	Amado Aguelo Cuartas
Mobil Sur	Medellín	Cra 51 32-40	2320867	Diego Jaramillo
Transmeba	Medellín	Cra 56 Nro 62-160	2100060	Javier Gomez

ANEXO C.

CARTAS MODELO PARA LAS EMPRESAS

Medellín,

Doctor
HERNÁN MARTÍNEZ TORRES
Ministro de Minas y Energía
Calle 43 No. 57-31
Teléfono: 220 03 30
Bogotá, D.C.

Respetado Doctor Martínez,

Acorde con las funciones de Autoridad ambiental otorgadas por Ley, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, firmó con la Universidad Nacional sede Medellín el convenio marco N° 392 de 2009, acta de ejecución N° 1 “Caracterización de combustibles en sitios de distribución y de servicios para verificar su calidad”, para informar a los entes competentes los resultados de las empresas que no cumplan, con el fin de que se tomen medidas para prevenir emisiones contaminantes generadas en los vehículos que usen este tipo de combustibles.

A continuación presentamos las inconsistencias halladas:

- 1) La siguiente empresa listada en la tabla 32 del informe de resultados sobre análisis de gomas en gasolinas presenta inconsistencia en cuanto al cumplimiento de la Resolución 1180 de 2006.

Empresa - Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mínimo	Máximo	Cumple	No cumple
Ecopetrol	Medellín	M234	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	6		5		x

- 2) Las siguientes empresas listadas en la tabla 34 del informe de resultados sobre análisis de benceno en gasolinas presentan inconsistencias en cuanto al cumplimiento de la Resolución 1180 de 2006.

Empresa - Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mínimo	Máximo	Cumple	No cumple
Estación De Servicio Itagüí Del Sur De Medellin S.A	Itagüí	M16	Texaco	Gasolina Corriente	1,02		1.0		X
Organización Terpel S.A.	Medellín	M235	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	2,01		2		X
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M250	Zeuss	Gasolina Extra Sin Aditivos	2,01		2	Girardota	M250

Si lo considera necesario convenir una reunión para analizar la situación, estaremos atentos a sus comentarios.

Atentamente,

MAURICIO FACIO LINCE PRADA
Director
Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Medellín,

Doctor
GABRIEL FERNANDO GUTIERREZ GARCIA
Gerente
TERPEL
Carrera 64C No. 89-112
Medellín

Respetado Doctor Gutiérrez,

Acorde con las funciones de Autoridad ambiental otorgadas por Ley, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, firmó con la Universidad Nacional sede Medellín el convenio marco N° 392 de 2009, acta de ejecución N° 1 “Caracterización de combustibles en sitios de distribución y de servicios para verificar su calidad”, para informar a los entes competentes los resultados de las empresas que no cumplan, con el fin de que se tomen medidas para prevenir emisiones contaminantes generadas en los vehículos que usen este tipo de combustibles.

A continuación presentamos la inconsistencia hallada:

La empresa listada en la tabla 34 del informe de resultados sobre análisis de benceno en gasolinas presenta inconsistencias en cuanto al cumplimiento de la Resolución 1180 de 2006.

Empresa - Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mínimo	Máximo	Cumple	No cumple
Organización Terpel S.A.	Medellín	M235	Terpel	Gasolina Extra Sin Aditivos	2,01		2		X

Si lo considera necesario convenir una reunión para analizar la situación, estaremos atentos a sus comentarios.

Atentamente,

MAURICIO FACIO LINCE PRADA
Director
Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Medellín,

Coronel
RAUL OCTAVIO PINEDA
Coordinador de Gerencia de Control de Pérdidas
Carrera 64C No. 84A-02
Medellín

Respetado Coronel Pineda,

Acorde con las funciones de Autoridad ambiental otorgadas por Ley, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, firmó con la Universidad Nacional sede Medellín el convenio marco N° 392 de 2009, acta de ejecución N° 1 “Caracterización de combustibles en sitios de distribución y de servicios para verificar su calidad”, para informar a los entes competentes los resultados de las empresas que no cumplan, con el fin de que se tomen medidas para prevenir emisiones contaminantes generadas en los vehículos que usen este tipo de combustibles.

A continuación presentamos la inconsistencia hallada:

La empresa listada en la tabla 32 del informe de resultados sobre análisis de gomas en gasolinas presenta inconsistencia en cuanto al cumplimiento de la Resolución 1180 de 2006.

Empresa - Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mínimo	Máximo	Cumple	No cumple
Ecopetrol	Medellín	M234	Ecopetrol	Gasolina Extra Sin Marcador	6		5		x

Si lo considera necesario convenir una reunión para analizar la situación, estaremos atentos a sus comentarios.

Atentamente,

MAURICIO FACIO LINCE PRADA
Director
Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Medellín,

Doctor
HERNAN DARIO SALAZAR ISAZA
ZEUSS PETROLEUM S.A.
Estación Ferrocarril Entrada Girardota
Girardota

Respetado Doctor Salazar,

Acorde con las funciones de Autoridad ambiental otorgadas por Ley, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, firmó con la Universidad Nacional sede Medellín el convenio marco N° 392 de 2009, acta de ejecución N° 1 “Caracterización de combustibles en sitios de distribución y de servicios para verificar su calidad”, para informar a los entes competentes los resultados de las empresas que no cumplan, con el fin de que se tomen medidas para prevenir emisiones contaminantes generadas en los vehículos que usen este tipo de combustibles.

A continuación presentamos la inconsistencia hallada:

La empresa listada en la tabla 34 del informe de resultados sobre análisis de benceno en gasolinas presenta inconsistencias en cuanto al cumplimiento de la Resolución 1180 de 2006.

Empresa - Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mínimo	Máximo	Cumple	No cumple
Zeuss Petroleum S.A.	Girardota	M250	Zeuss	Gasolina Extra Sin Aditivos	2,01		2	Girardota	M250

Si lo considera necesario convenir una reunión para analizar la situación, estaremos atentos a sus comentarios.

Atentamente,

MAURICIO FACIO LINCE PRADA
Director
Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Medellín,

Doctor
DIEGO LUIS BOLIVAR
TEXACO S.A.
Carrera 64C No. 93-30
Teléfono: 267 20 01
Medellín

Respetado Doctor Bolivar,

Acorde con las funciones de Autoridad ambiental otorgadas por Ley, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, firmó con la Universidad Nacional sede Medellín el convenio marco N° 392 de 2009, acta de ejecución N° 1 “Caracterización de combustibles en sitios de distribución y de servicios para verificar su calidad”, para informar a los entes competentes los resultados de las empresas que no cumplan, con el fin de que se tomen medidas para prevenir emisiones contaminantes generadas en los vehículos que usen este tipo de combustibles.

A continuación presentamos la inconsistencia hallada:

La empresa listada en la tabla 34 del informe de resultados sobre análisis de benceno en gasolinas presenta inconsistencias en cuanto al cumplimiento de la Resolución 1180 de 2006.

Empresa - Estación de Servicio ó Compañía	Municipio	Código	Tipo Proveedor	Combustible	Resultado	Especificación		Observación	
						Mínimo	Máximo	Cumple	No cumple
Estación De Servicio Itagúí Del Sur De Medellín S.A	Itagúí	M16	Texaco	Gasolina Corriente	1,02		1.0		X

Si lo considera necesario convenir una reunión para analizar la situación, estaremos atentos a sus comentarios.

Atentamente,

MAURICIO FACIO LINCE PRADA
Director
Área Metropolitana del Valle de Aburrá