



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PETRÓLEO DE LA REGIÓN
AMAZÓNICA ECUATORIANA MEDIANTE SU ORIGEN Y
COMPOSICIÓN QUÍMICA

CABRERA GIA JULIO SANTIAGO
INGENIERO QUÍMICO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PETRÓLEO DE LA REGIÓN
AMAZÓNICA ECUATORIANA MEDIANTE SU ORIGEN Y
COMPOSICIÓN QUÍMICA

CABRERA GIA JULIO SANTIAGO
INGENIERO QUÍMICO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

EXAMEN COMPLEXIVO

IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PETRÓLEO DE LA REGIÓN AMAZÓNICA
ECUATORIANA MEDIANTE SU ORIGEN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA

CABRERA GIA JULIO SANTIAGO
INGENIERO QUÍMICO

YANEZ ROMERO MARIA ELENA

MACHALA, 14 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
14 de febrero de 2022

IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PETRÓLEO DE LA REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA MEDIANTE SU ORIGEN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA

por Julio Santiago Cabrera Gia

Fecha de entrega: 03-feb-2022 11:58a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1754227543

Nombre del archivo: TITULACI_N_-_CABRERA_JULIO.pdf (1.28M)

Total de palabras: 7807

Total de caracteres: 39613

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CABRERA GIA JULIO SANTIAGO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Identificación del tipo de petróleo de la región amazónica ecuatoriana mediante su origen y composición química, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

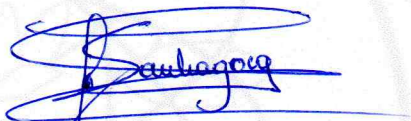
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 14 de febrero de 2022



CABRERA GIA JULIO SANTIAGO
0706615770

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y vida para culminar con éxito el presente trabajo investigativo.

A mi padre Julio Cabrera, que me enseñó a no rendirme y cumplir mis sueños, quien mantuvo la fe en mí en cada proceso de mi vida y que me forjó a ser la calidad de persona que soy en la actualidad. Aunque no lo pueda abrazar y celebrar físicamente, lo hago con el alma y su amor seguirá conmigo todos los días de mi vida.

A mi madre Carmen Gía, por el amor, motivación, apoyo incondicional, y por los sabios consejos que me ha brindado siempre.

A mi hermano, por estar siempre presente durante todo este proceso de mi vida y que ha sido el apoyo esencial para lograr mis objetivos.

A mi tía, por el amor y confianza que depositó en mí.

A mi familia por sus oraciones, consejos y el apoyo incondicional.

Julio Santiago Cabrera Gia

AGRADECIMIENTO

A Dios principalmente por darme salud, sabiduría y la fuerza de poder hoy en día culminar una meta más en mi vida.

A mi padre quién incansablemente trabajó día tras día y por largas horas en la noche para darme una mejor calidad de vida y sobre todo cumplir el sueño de verme realizado como ingeniero Químico; a él le agradezco porque luchó y dio todo por mi hasta el último día de su vida.

A mi madre le agradezco por el apoyo moral y económico que me brindó aun estando a kilómetros de distancia y que a pesar de los años difíciles que pasamos el lazo de amor, preocupación y confianza jamás se rompió.

A mi tutora la Ing. María Elena Yáñez Romero por su perseverancia, los consejos y por guiarme en este transcurso para terminar con satisfacción mi trabajo de titulación.

A los docentes que forman parte de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud por brindarme sus conocimientos en mi aprendizaje académico de calidad.

A mis amigos Jessica, Ney y Alejandra, por la lealtad, amistad, compañía, consejos y los buenos y malos momentos que compartimos juntos y que han formado parte de mi vida universitaria.

Julio Santiago Cabrera Gia

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo identificar el tipo de petróleo en cuatro provincias de la región amazónica ecuatoriana mediante su origen y composición química, para lo cual se realizó un análisis de datos procedentes de EP Petroecuador y Petroamazonas EP como también de estudios llevados a cabo sobre la caracterización físico-química del petróleo en la amazonia. Se determinó que el origen del crudo en la amazonia se debe a la presencia de una cuenca subandina llamada Cuenca Oriental. En la provincia de Sucumbíos se identificó la existencia de crudo mediano de 24 a 28 ° API y agrio con el porcentaje de azufre >1 . La provincia del Napo cuenta con petróleo extra pesado-agrio con 7,6 ° API y 2,229 % de azufre. El petróleo de la provincia de Pastaza demostró ser crudo pesado y agrio con 17,7 ° API, con un contenido muy elevado de asfáltenos y metales como: Hierro (Fe) y Cobre (Cu). Además, en la provincia de Morona Santiago existen bloques de extracción sin asignación.

Se determinó que la producción durante el transcurso del 2005 al 2007 tuvo un rendimiento inferior respecto al 2004, por motivos técnicos y sociales; sin embargo, a partir del 2009 en adelante la producción ha venido en aumento, hasta el 2020. Finalmente, es posible evidenciar que la composición química del petróleo de la región amazónica varía según el sector o yacimiento donde ha sido extraído debido que cada provincia presenta un tipo de petróleo diferente.

Palabras claves: Petróleo, producción, explotación, caracterización, composición

ABSTRACT

The objective of this work is to identify the type of oil in four provinces of the Ecuadorian Amazon region through its origin and chemical composition, for which an analysis of data from EP Petroecuador and Petroamazonas EP was carried out, as well as studies carried out on the physical-chemical characterization of oil in the Amazon. It was determined that the origin of crude oil in the Amazon is due to the presence of a sub-Andean basin called the Eastern Basin. In the province of Sucumbíos, the existence of medium crude from 24 to 28° API and sour with a sulfur percentage >1 was identified. The province of Napo has extra heavy-sour oil with 7.6° API and 2.229% sulfur. The oil from the province of Pastaza proved to be heavy and sour crude with 17.7° API, with a very high content of asphaltenes and metals such as: Iron (Fe) and Copper (Cu). In addition, in the province of Morona Santiago there are extraction blocks without allocation.

It was determined that production during the course of 2005 to 2007 underperformed compared to 2004, for technical and social reasons; however, from 2009 onwards, production has been increasing, until 2020. Finally, it is possible to show that the chemical composition of oil from the Amazon region varies according to the sector or deposit where it has been extracted, due to the fact that each province has a different type of oil.

Keywords: Oil, production, exploitation, characterization, composition

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Objetivo general:	2
Objetivos específicos:	2
1. DESARROLLO	3
1.1. Petróleo	3
1.2. Composición	3
1.3. Clasificación	3
1.3.1. Tipo de Hidrocarburos	4
1.3.2. Contenido de Azufre	4
1.3.3. Gravedad Api	5
1.3.4. Factor Kuop	6
1.4. Propiedades del crudo	6
1.4.1. Viscosidad	6
1.4.2. Densidad	7
1.4.3. Punto de inflamación	7
1.4.4. Contenido de Agua	7
1.4.5. Contenido de Sedimentos	7
1.5. Petróleo en el Ecuador	7
1.5.1. Breve Reseña	7
1.5.2. Exploración y Explotación	9
1.5.2.1. Estudios sobre caracterización físico-química del crudo	11
1.5.3. Transporte y Almacenamiento	14
1.5.4. Refinación	16
1.5.5. Comercialización	18
1.6. Producción de Crudo en los últimos años	21
2. METODOLOGÍA	22

2.1. Origen.....	22
2.2. Tipo de petróleo y composición química.....	23
2.3. Producción de Petróleo	25
3. CONCLUSIONES.....	26
4. BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Explotación en la península de Santa Elena	8
Gráfico 2. Pozo Ancón 1	8
Gráfico 3. Proceso de destilación Refinería Esmeraldas.....	17
Gráfico 4. Proceso de destilación Refinería La Libertad	17
Gráfico 5. Proceso de destilación Refinería Amazonas	18
Gráfico 6. Red de distribución de derivados.....	19
Gráfico 7. Comercialización interna de derivados.....	20
Gráfico 8. Exportación de Crudo Oriente y Crudo Napo.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición básica del petróleo	3
Tabla 2. Contenido de azufre.....	4
Tabla 3. Gravedad Api	5
Tabla 4. Factor Kuop.....	6
Tabla 5. Áreas de producción.....	10
Tabla 6. Análisis del Crudo Oriente en la REE	11
Tabla 7. Análisis del crudo pesado.....	12
Tabla 8. Análisis del crudo carga	12
Tabla 9. Análisis del Crudo Napo	13
Tabla 10. Análisis del Crudo Extrapesado.....	14
Tabla 11. Estaciones y Líneas de Distribución.....	15
Tabla 12. Refinerías del Ecuador	16
Tabla 13. Comercialización interna de derivados.....	19
Tabla 14. Producción Nacional de Crudo en los últimos 20 años.....	21

INTRODUCCIÓN

El petróleo en las últimas décadas se ha posicionado como una de las materias primas y recurso económico más importante a nivel global. El Ecuador ha venido produciendo millones de barriles de crudo por año, según la Agencia de Regulación y Control Carburífero durante el periodo de enero a diciembre del 2019 se generaron alrededor 186.246.164,62 barriles de petróleo. En la actualidad es considerado un país exportador de petróleo y además forma parte de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP)¹

La explotación y exportación del petróleo y sus derivados en el Ecuador se ha convertido en un importante generador de ingresos y divisas, tanto así que forma parte alrededor del capital general de estado.² El Ecuador perforó su primer pozo en 1911 en la región costa y luego en 1967 en la región amazónica, siendo esta ultima la que tiene mayores campos de extracción operados tanto por empresas estatales como privadas en las provincias de Sucumbíos, Napo, Morona Santiago y Pastaza.³

Los crudos en su mayoría se conocen por ser viscosos, de tonalidad oscura y olores sulfurados, sin embargo, al ser extraído de diferentes pozos es esencial la realización periódica de una caracterización fisico-química para establecer la presencia de diversos compuestos como: parafínicos, nafténicos, aromáticos y azufrados etc. Determinar las propiedades de los crudos luego de su extracción es importante dado que permite llevar a cabo la modificación de diversos parámetros sobre todo en la optimización de procesos de refinado y comercialización del mismo.⁴

El petróleo de la región amazónica en los últimos años se lo ha caracterizado según en función de la densidad API a través de la norma ASTM D-287 y contenido de azufre total con la norma ASTM D-4294, sin embargo, existen estudios en los cuales evalúan mediante destilación y otros métodos el crudo extraído de algunos sectores del oriente ecuatoriano analizando la composición de hidrocarburos, compuestos azufrados, metales y algunas impurezas. Bajo este enfoque, este caso práctico tiene como objetivo identificar el tipo de petróleo de la región amazónica ecuatoriana mediante origen y composición química.⁵

OBJETIVOS

Objetivo general:

Identificar el tipo de petróleo de la región amazónica ecuatoriana mediante su origen y composición química.

Objetivos específicos:

- Analizar la composición química del crudo extraído de las provincias de Sucumbíos, Pastaza, Morona Santiago y Napo
- Analizar los registros estadísticos de la producción del crudo en los últimos 20 años.

1. DESARROLLO

1.1. Petróleo

En la última década la utilización de recursos renovables y no renovables ha incrementado considerablemente, cada día se requiere nuevas especies químicas con abundantes compuestos para producir nuevas tecnologías.⁶ La generación de fuentes de ingresos para el desarrollo económico cada vez demanda mayor consumo de combustibles y materias primas derivados del petróleo.⁷ El petróleo es un compuesto originado por la mezcla de varios elementos en estado sólido, líquido y gaseoso, físicamente es un líquido viscoso y de apariencia oscura, químicamente compuesto por cadenas de carbono-hidrógeno y otros elementos.⁵

1.2. Composición

El petróleo en su mayoría está constituido por dos grandes grupos, los compuestos de carbono-hidrógeno o hidrocarburos y los heteroátomos. Es una mezcla de elementos en diferentes estados como gas natural, nitrógeno (N), azufre (S) y metales como el cobre (Cu), níquel (Ni), vanadio (V), entre otros.⁸

Tabla 1. Composición básica del petróleo

Elemento	% P
C	83-87
H	10-16
O	<1.0
N	<0.7
S	<6
METALES	<0.03

Fuente: (Zamora, 2019)⁹

El petróleo es considerado una sustancia variada, a tal punto que resulta difícil identificar todos los elementos de carbono individuales, saturados, aromáticos, asfáltenos y resina por tal motivo el proceso de caracterización requiere principalmente de ensayos de destilación para obtener datos confiables.¹⁰

1.3. Clasificación

El crudo de petróleo al presentar una composición compleja de hidrocarburos y no hidrocarburos se lo puede clasificar por diferentes propiedades tanto físicas como químicas.¹¹

1.3.1. Tipo de Hidrocarburos

1.3.1.1. Base parafínica

Se caracterizan por presentar pequeñas cantidades de azufre y coloración clara, porcentaje elevado en la obtención de naftas y parafinas. Químicamente tiene una sola cadena de carbonos y se aplican en la producción de solventes orgánicos.⁹

1.3.1.2. Base nafténica y aromáticos

Generalmente contienen cantidades menores al 40% de compuestos parafínicos y pequeños porcentajes de azufre. Estructuralmente se encuentran en forma de anillos de 6 átomos y aplican en la obtención de aceites.⁹

1.3.1.3. Base asfáltica

A diferencia de los anteriores compuestos los asfaltenos contienen elevados porcentajes de azufre y metales, físicamente son oscuros y viscosos. Generalmente tienen mayores impurezas que los demás tipos de petróleo por tal motivo generan pequeñas porciones de nafta y bajo rendimiento de derivados de petróleo.⁹

1.3.1.4. Base mixta

Se caracterizan por ser un conjunto de varios compuestos tanto nafténicos y asfálticos como también parafínicos.⁹

1.3.2. Contenido de Azufre

El petróleo contiene azufre en diferentes estados ya sea en forma de compuestos como los sulfuros o de manera elemental suspendido en la superficie. Generalmente la cantidad de azufre en el crudo varía de 0,04 % al 5 % en masa. El azufre es de vital importancia en la industria petrolera dado que es esencial en el proceso de comercialización y valorización del precio, por otro lado, el exceso de azufre afecta directamente a la producción de los derivados y en el transporte debido a que es altamente corrosivo tanto para las tuberías como para equipos de catalización.¹²

Tabla 2. Contenido de azufre

Crudo	API	% S
Liviano-Dulce	35-60	0,05
Liviano-Agrio	35-60	>0,5
Mediano-Medio Agrio	26-35	0,11
Mediano-Agrio	26-35	>1.1

Pesado-Agrio	10-26	0,11
Pesado-Agrio	10-26	>1.1

Fuente: (Timuño, 2019)¹³

Como se observa en la tabla cuando el porcentaje de azufre es mayor al 1% se lo denomina agrio, y petróleo dulce cuando las cantidades son menores a las establecidas, el valor varía según este parámetro.

1.3.3. Gravedad Api

La densidad Api es uno de los parámetros más esenciales en la determinación del valor del crudo y los compuestos que se obtienen. El objetivo de este parámetro es establecer una diferencia entre las densidades de las muestras de petróleo con la densidad del agua y de tal forma establecer cual es más liviano.¹⁴

$$\text{grados API} = \frac{141,5}{(\text{densidad relativa } 60/60)^{\circ\text{F}}} - 131,5 \quad \text{EC. 1}$$

Tabla 3. Gravedad Api

Tipos de crudo	Gravedad API
Extra pesados	<9,9
Pesados	10-21,9
Medianos	22-29,9
Livianos	30-39,9
Condensados	>40

Fuente: (Timuño, 2019)¹³

Los grados API están establecidos por el American Petroleum Institute y permiten saber el estado del crudo con respecto a esa normativa internacional. Los valores de la densidad Api permiten identificar hasta qué punto pueden obtenerse cierto tipo de derivados, principalmente cuando son menores a 15 °API únicamente pueden producirse asfaltos y residuos.

1.3.4. Factor Kuop

Es una metodología desarrollada por la empresa Universal Oil Products (UOP), el factor Kuop permite establecer la composición química del petróleo partiendo de la relación hidrógeno-carbono y el punto de ebullición.¹²

$$Kuop = \frac{(Temperatura\ de\ ebullición/1,8)^{1/3}}{S} \quad EC. 2$$

T= temperatura volumétrica media

S= densidad relativa estándar

Tabla 4. Factor Kuop

K=13	Hidrocarburos Parafínicos
K=12	Hidrocarburos de Base Mixta
K=11	Hidrocarburos Nafténica
K=10	Hidrocarburos Aromáticos

Fuente: (Calle L. ,2013)¹⁵

1.4. Propiedades del crudo

1.4.1. Viscosidad

La viscosidad es una propiedad muy importante para las empresas que transportan el crudo, este generalmente se lo distribuye por oleoductos, no obstante, es necesario determinar la alta viscosidad del petróleo para evitar problemas de logística a corto y largo plazo.¹⁶

$$v = \frac{n}{\rho} \quad EC. 3$$

Donde:

n= viscosidad

p= densidad del líquido

Centistokes (mm²/s)

1.4.2. Densidad

La densidad es una propiedad fundamental del crudo y sus derivados que permite establecer las condiciones en las cuales puede ser transportado y almacenado, por otro lado es un parámetro de carácter financiero respecto al precio en el mercado como también en la determinación de reservas y yacimientos.¹⁷

1.4.3. Punto de inflamación

Es una propiedad de los crudos la cual establece el conjunto de productos volátiles sometidos a cierta temperatura, es importante realizar este ensayo dado que se evita accidentes por exceso de energía térmica en el tratamiento del petróleo. El proceso consiste en el calentamiento de una muestra y determinar la temperatura promedio a la que el crudo genera vapores y estos pueden inflamarse con una simple chispa. En la mayoría de los casos se utiliza la norma ASTM D-92 para realizar este análisis.⁵

1.4.4. Contenido de Agua

El agua es una de los compuestos que vienen mezclados con el crudo, generalmente se encuentra disuelto y en forma de emulsión gracias a la presencia de grupos asfálticos. Para realizar el análisis del contenido de agua se utiliza la norma ASTM D-4006 que consiste en comparar el volumen del agua junto con el volumen global del crudo. El agua es un problema de corrosión principalmente para los equipos catalizadores.¹⁸

1.4.5. Contenido de Sedimentos

Se denomina sedimentos a todo tipo de sólidos y compuestos insolubles presentes en el crudo generados por el contacto con tuberías o en el proceso de extracción, por lo regular son arenas, lodos y minerales. Estos sedimentos resultan un obstáculo en el normal funcionamiento de los equipos dado que pueden causar taponamientos y estancamientos de los productos. Para la determinación de sedimentos y agua se utiliza la norma ASTM D-4006.⁹

1.5. Petróleo en el Ecuador

1.5.1. Breve Reseña

El petróleo en el Ecuador fue descubierto por los nativos ecuatorianos por lo tanto se considera que está desde tiempos antiguos e incluso antes de la colonización española. A mitad del siglo XIX año 1858 se conoce a ciencia cierta la presencia de crudo en el país específicamente en Santa Elena. Los yacimientos de petróleo en el Ecuador están definidos por la geografía técnica y mineralizada, sobre todo en la región amazónica.¹⁹

Gráfico 1. Explotación en la península de Santa Elena



Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

Desde 1878 da inicio una variedad de acontecimientos en el ámbito petrolero del Ecuador, se llevó a cabo la entrega de concesiones y permisos de exploración por parte del Congreso Nacional hacia compañías nacionales y extranjeras para la realización de sus operaciones en varios sectores de la costa ecuatoriana.

El panorama petrolero en la región costa inició un cambio radical en la explotación cuando en 1911 se empezó a utilizar equipos más avanzados de perforación hasta el punto de descubrir el primer pozo petrolífero del Ecuador, llamado Ancón 1²⁰.

Gráfico 2. Pozo Ancón 1



Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

En la amazonía ecuatoriana se inició con concesiones en 1921, durante cincuenta años se estudió y explotó una zona de 25000 kilómetros cuadrados por Leonard Exploration Company hasta su cancelación luego de 16 años. Luego en 1967, se generó la cantidad aproximada de 2600 barriles de crudo en Lago Agrio, esto fue un nuevo vistazo al ámbito petrolero del Ecuador.¹⁹

Finalmente, en 1972 la industria petrolera del Ecuador se posesionó como la base del desarrollo económico del país, el rendimiento de la empresa Texaco-Gulf aumentó de manera exponencial de tal forma que cada cierto tiempo lograba extraer mayor cantidad de crudo, a partir de entonces los esfuerzos se concentraron en apoyar la exploración de más hectáreas en la región amazónica y por último el país terminó siendo parte de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP).¹⁹

En la actualidad existen dos tipos de crudo exportados desde la región amazónica, el crudo Oriente con 26° API y crudo semipesado de 19° API llamado Napo.²¹

1.5.2. Exploración y Explotación

La exploración es una de las etapas fundamentales para encontrar yacimientos de petróleo, el objetivo es identificar características de ciertos tipos de rocas en la corteza terrestre mediante estudios geológicos y con ayuda de instrumentación avanzada. Luego continúa el análisis de muestras en la cual se busca analizar características propias de un yacimiento. Después se realizan ensayos sísmicos en el subsuelo los cuales generan ondas que son guardadas en equipos de alta eficiencia llamados geófonos. En la actualidad existen métodos más avanzados con imágenes en 3D del subsuelo.¹⁹

Por otro lado, la explotación consiste en extraer el crudo y otros componentes del subsuelo. Esto es posible realizarlo perforando un pozo del yacimiento encontrado en la fase de exploración. El crudo ascenderá a la superficie únicamente si la presión natural es la adecuada, sin embargo, llegará un punto donde la presión tenderá a disminuir periódicamente por lo cual será necesario utilizar otras técnicas de flujo artificial como, por ejemplo: bombas de inyección.¹⁹

La necesidad de manejar de mejor forma las fases de la industria petrolera llevó en 1972 a la creación de la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana, CEPE. La institución cumplió la mayoría de sus objetivos y fue posible generar trabajo, aumento de inversiones e incremento del precio por barril. Además, optimizó la fase de exploración y explotación en el descubrimiento de nuevos campos petrolíferos.²²

Después de más de una década realizando sus funciones CEPE se convirtió en Petroecuador en 1989, con el pasar del tiempo Petroecuador pasó a denominarse EP Petroecuador en abril del 2010. Durante el 2010 hasta 2 años después EP Petroecuador se encargó de la exploración y explotación de campos petrolíferos principalmente en Sucumbíos, Napo, Orellana y Pastaza.²²

Sin embargo, por decreto Ejecutivo en enero del 2013 todas las actividades de exploración de nuevos yacimientos, áreas de producción, perforación de pozos, explotación de gas natural y otras diligencias pasaron a manos de EP Petroamazonas.²³

Se denomina áreas de producción a los diferentes campos localizados en varias zonas de la región amazónica. EP Petroecuador a través de su subunidad de exploración y producción llevó a cabo hasta 2012 sus actividades en aproximadamente 700000 hectáreas en comparación con empresas no estatales que tienen más de 3 millones de hectáreas de trabajo.¹⁹

**Tabla 5. Áreas de producción
Campos de Explotación**

Lago Agrio	Libertador	Shushufindi	Auca	Sacha
Lago Agrio	Atacapi	Shushufindi	Auca	Sacha
Guanta	Parahuacu	Aguarico	Auca Sur	Pucuna
	Víctor Hugo Rúaless	Limoncocha	Anaconda	Paraíso
	Sansahuari		Cononaco	
	Frontera		Auca Este	
	Cuyabeno		Conga	
	Secoya		Culebra	
	Tapi		Conga Sur	
	Tetete		Puma	
	Shushuqui		Armadillo	
	Shuara		Yuca	
	Pichincha		Yulebra	
	Singué		Rumiyacu	
	Chanangue			
	Peña Blanca			
	Ocano			

Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

Las actividades de explotación con respecto al periodo de EP Petroecuador fueron positivas, se generaron alrededor de 40 millones de barriles de crudo.

1.5.2.1. Estudios sobre caracterización físico-química del crudo.

A lo largo de los años se han venido realizando diversos estudios sobre las propiedades del crudo extraído en la región amazónica, el objetivo de estos ensayos es determinar la composición del petróleo mediante el análisis de las características físico-químicas para establecer el tipo y a que clase pertenece. Para la evaluación de las muestras de crudo la mayoría de trabajos se basaron en las normas ASTM.

En el estudio realizado sobre la caracterización físico química del Crudo Oriente de la provincia de Sucumbíos por la Ing. Mónica Bastidas de la Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional se obtuvieron los siguientes resultados:¹²

Tabla 6. Análisis del Crudo Oriente en la REE

Norma ASTM	Propiedad	Resultado	Unidad
D-1298	API 15,6 °C	24,7	°API
D-4007	Contenido de Agua y Sedimentos	0,18	% volumen
D-3279	Contenido de asfaltenos	7,47	% peso
D-4294	Contenido de azufre	1,44	% peso
D-5762	Contenido de nitrógeno	2167,68	ppm
D- 323	Presión de vapor	18,96	Kpa
D-664	Numero ácido	0,1735	Mg KOH/g
D-445	Viscosidad cinemática	30 °C-62,55 40 °C-33,04 60 °C-34,26	mm ² /s

Fuente: (Bastidas, 2018)¹²

Como se puede observar en la tabla 6 del crudo oriente de acuerdo a los valores representados es un petróleo mediano según los grados API, con un elevado porcentaje de azufre lo cual indica que es agrio, esto puede afectar a los procesos de catalización. El crudo tiene un número ácido elevado de 0,1735 con respecto al establecido por la norma de 0,15 mg KOH/g.

Por otro lado, el trabajo realizado por el Ing. Gabriel Landeta sobre la caracterización y evaluación de crudos pesados en la Universidad Central del Ecuador se obtuvieron los siguientes resultados de una muestra tomada en los campos de extracción de Repsol Ecuador S.A en la provincia de Pastaza:⁵

Tabla 7. Análisis del crudo pesado

Normas	Propiedad	Resultado	Unidad
D-287	API 15,6 °C	17,7	°API
D-4007	Contenido de Agua y Sedimentos	0,05	% volumen
D-3279	Contenido de asfaltenos	12,06	% peso
D-4294	Contenido de azufre	1,3564	% masa
HACH-875	Contenido de nitrógeno	2423,42	ppm
D- 323	Presión de vapor	19,31	Kpa
AD-5863	Metales		
	Fe	0,465	
	Cu	<0,05	
	Ni	4,32	ppm
	V	9,008	
	Na	0,041	
D-445	Viscosidad cinemática	25 °C-75,64 40 °C-38,28 50 °C-24,60 100 °C-6,81	cSt

Fuente: (Landeta, 2014)⁵

En la tabla 7 el crudo pesado de Repsol S.A se vuelve a comprobar su propiedad de acuerdo a los grados API de carácter pesado, con un valor de 1,3564 de % azufre en masa se puede identificar que es un crudo agrio. Por otro lado, tiene un contenido muy elevado de asfaltenos con respecto al crudo oriente del anterior estudio. Además, tiene pequeñas concentraciones de metales como Hierro (Fe), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Vanadio (V) y Sodio (Na). A temperatura ambiente resulta ser más viscoso que el crudo oriente.

El análisis llevado a cabo por la Ing. Alexandra Torres sobre la caracterización y evaluación del crudo carga de la Refinería Estatal de Esmeraldas en la Universidad Central del Ecuador se obtuvieron los siguientes resultados de una muestra proporcionada por EP Petroecuador:¹⁵

Tabla 8. Análisis del crudo carga

Normas ASTM	Propiedad	Resultado	Unidad
D-287	API 15,6 °C	24,6	°API
D-4007	Contenido de Agua y Sedimentos	0,05	% volumen

D-3279	Contenido de asfaltenos	9,84	% peso
D-4294	Contenido de azufre	1,3564	% masa
HACH-875	Contenido de nitrógeno	2423,42	ppm
D-56	Punto de inflamación °C	10,4	°C
D- 323	Presión de vapor	22,75	Kpa
D-5863	Metales		
	Fe	0,465	
	Cu	<0,05	
	Ni	4,32	ppm
	V	9,008	
	Na	0,041	
D-445	Viscosidad cinemática	25 °C-75,64 40 °C-38,28 50 °C-24,60 100 °C-6,81	cSt

Fuente: (Torres, 2013)¹⁵

En la tabla 8 el crudo carga proporcionada por la empresa EP Petroecuador es de carácter mediano, con un valor de 1,3564 de % azufre en masa se puede identificar que es un crudo agrio. Por otro lado, tiene un contenido bajo de asfaltenos con respecto al crudo pesado del anterior estudio. Tiene menos contenido de agua y sedimentos lo cual puede ser una ventaja en la medición del volumen total de crudo.

En el estudio realizado sobre la caracterización físico química del Crudo Napo en la Refinería Estatal Esmeraldas (REE) por la Ing. Estela Zamora de la Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional se obtuvieron los siguientes resultados:⁹

Tabla 9. Análisis del Crudo Napo

Normas ASTM	Propiedad	Resultado	Unidad
D-287	API 15,6 °C	17,4	°API
D-4007	Contenido de Agua y Sedimentos	1	% volumen
D-3279	Contenido de asfaltenos	12,06	% peso
D-4294	Contenido de azufre	2,1841	% masa
D-3230	Contenido de sal	2423,42	ppm

D-56	Numero ácido	0,2433	mg KOH/g
D- 323	Presión de vapor	15,5131	Kpa
D-4530	Residuos Carbonosos	12,5133	% m/m
D-445	Viscosidad cinemática	40 °C-667,5794 50 °C-370,6330	mm ² /s

Fuente: (Zamora, 2019)⁹

En general el crudo napo se ha caracterizado por ser un petróleo pesado, en este caso en la tabla 9 el crudo de la Refinería Estatal de Esmeraldas tiene 17,4 grados API lo cual indica que es un petróleo pesado, tiene elevada carga de contenido de aguas y sedimentos. Con respecto al porcentaje de azufre de igual forma es el más elevado en relación a los otros estudios.

En el estudio realizado sobre la caracterización comparativa tbp y cromatográfica del crudo extrapesado extraído de las arenas de Pungarayacu en la provincia del Napo por el Ing. Pablo Calle se obtuvieron los siguientes resultados:⁹

Tabla 10. Análisis del Crudo Extrapesado

Normas ASTM	Propiedad	Resultado	Unidad
D-287	API 15,6 °C	7,6	°API
D-4007	Contenido de Agua y Sedimentos	4,4	% volumen
D-4294	Contenido de azufre	2,229	% masa
D-482	Contenido de cenizas	0,254	%peso
D- 240	Poder calórico	15,5131	Kcal/kg
D-4530	Residuos Carbonosos	8,382	% m/m

Fuente: (Calle, 2014)²⁴

Según los datos de la tabla 10, el crudo es extrapesado con 7,6 de gravedad API, tiene un alto contenido de agua, es indispensable un proceso de desemulsificación para reducir ese 4,4%v, es un petróleo agrio de acuerdo al 2,229 %masa de azufre, tiene bajo contenido de cenizas menos del 1%.

1.5.3. Transporte y Almacenamiento

El transporte y almacenamiento son partes fundamentales en las fases de la industria petrolera. En la actualidad las actividades de transporte y almacenamiento o mindstream

las lleva a cabo EP Petroecuador, quien se encarga del traslado del crudo desde la región amazónica hasta el puerto ubicado en Balao, en la provincia de Esmeraldas para su póstumo proceso de venta y exportación, por otro lado, también los conduce a las respectivas refinerías del país para la obtención de los derivados y poder abastecer la demanda nacional. La etapa de almacenamiento es un punto intermedio entre el transporte y el refinado, el crudo es llevado a puestos de estación, donde se realiza un tratamiento de acondicionado del petróleo.¹⁹

El método de transporte del crudo de la Amazonia se lo realiza por medio de tuberías denominadas oleoductos mientras los combustibles se lo traslada por poliductos y finalmente el proceso de cabotaje que se lo lleva a cabo por mar en las distintas terminales de Balao y Santa Elena. En la actualidad existen varias redes de conducción y flujos secundarios:

- El Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE)
- Oleoducto San Miguel-Lago Agrio (OSLA)
- El Oleoducto de Crudos Pesados (OCP)
- Ramales de Villano y Edén Yuturi

Tabla 11. Estaciones y Líneas de Distribución

Ubicación	Cantidad de tanques	Capacidad operativa en miles de barriles
Estaciones	10	770
Cabecera del SOTE (Lago Agrio)	6	2000
Puerto de Balao (Esmeralda)	10	3220
Total	28	5990

Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

Con respecto a la etapa de almacenamiento de petróleo, EP Petroecuador cuenta con una capacidad de 770000 barriles de crudo, dispersados en 10 lugares de acopio. Mientras SOTE cuenta con un sistema para guardar 2 millones sumándole las adquiridas más tarde, en total EP Petroecuador cuenta con la capacidad de reunir aproximadamente 6 millones de barriles.

1.5.4. Refinación

El petróleo es una de las materias primas esenciales en la generación de ingresos para el Ecuador, sin embargo, también permite la producción de derivados mediante el proceso de refinación.²⁵ La refinación forma parte de lo que se conoce como downstream, este proceso consiste en un conjunto de tratamientos a la cual el petróleo es sometido. El crudo al momento de extraerlo viene mezclado con varios compuestos como metales, grupos azufrados, nitrógenos e impurezas por lo que es necesario operaciones a gran escala en industrias denominadas refinerías. En resumen, la transformación física y química empieza con la disminución del contenido de sal, para proceder a un horno a temperaturas mayores a 300°C, luego pasa a la torre de fraccionamiento donde se separa las fases líquidas y de vapor, generalmente las torres de destilación cuentan con separadores dispuestos entre sí o platos, estos permiten retener los destilados que al final serán los respectivos derivados del petróleo.¹⁹

En la actualidad el Ecuador cuenta con varias refinerías operando y produciendo diversos derivados de petróleo para solventar la demanda de todos los sectores del país.

Tabla 12. Refinerías del Ecuador

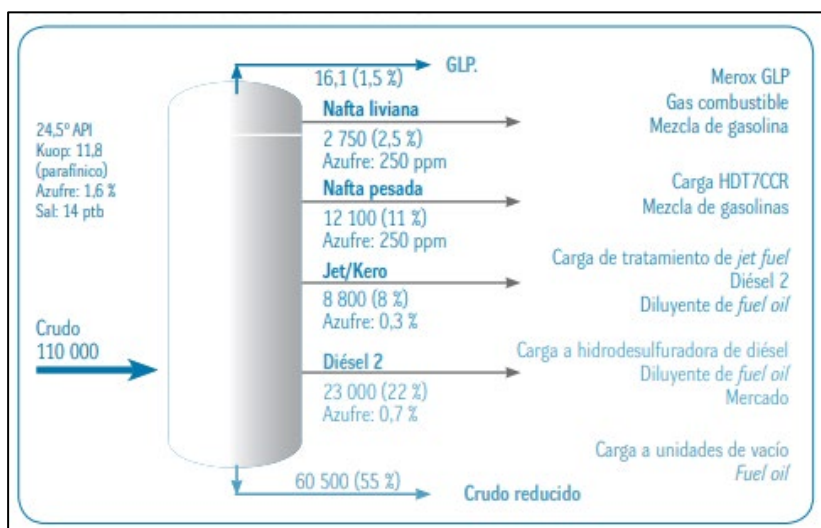
Unidades de proceso	Capacidad operativa instalada en bpd	Capacidad operativa a marzo de 2013 en bpd
Refinería Esmeraldas	110	50806
Refinería La Libertad	45000	45355
Complejos Industrial Shushufindi	20000	20890

Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

1.5.4.1. Refinería Esmeraldas

La Refinería Esmeraldas localizada en la provincia de Esmeraldas cuenta con la facultad para producir 100000 barriles diarios. Es considerada la más importante del Ecuador, sin embargo, la producción de derivados no ha sido del todo óptima dado que su diseño fue pensado para procesar crudo liviano y en estos momentos transforma un crudo mediano o semipesado de 23 ° API.¹⁹

Gráfico 3. Proceso de destilación Refinería Esmeraldas



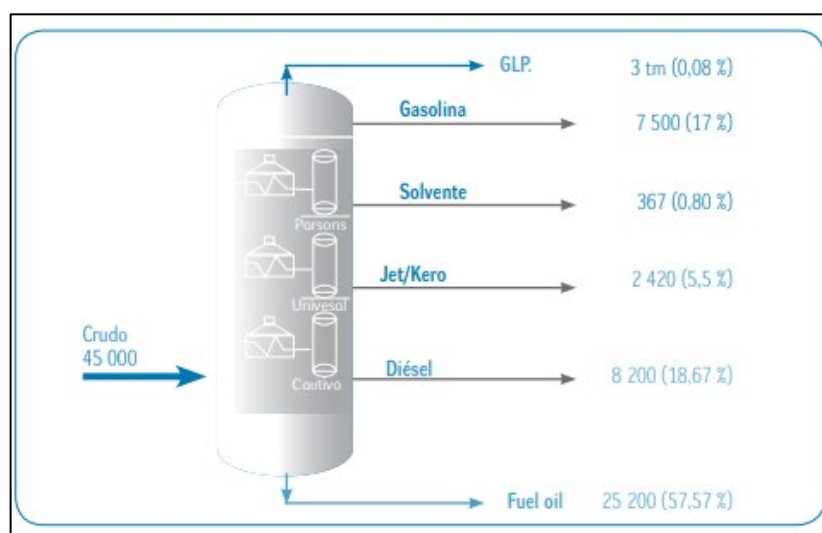
Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

Como se observa en la figura, la Refinería Esmeralda fracciona el crudo en varios derivados, entre los cuales están: GLP, Nafta Liviana y pesada, Jet/Kero, Diesel 2 entre otros.

1.5.4.2. Refinería La Libertad

Ubicada en la provincia de Santa Elena, la refinería La Libertad tiene la capacidad de producir aproximadamente más de 43000 barriles de derivados por día, el diseño de la refinería fue realizado para trabajar con un crudo ligero de 28 ° API.¹⁹

Gráfico 4. Proceso de destilación Refinería La Libertad



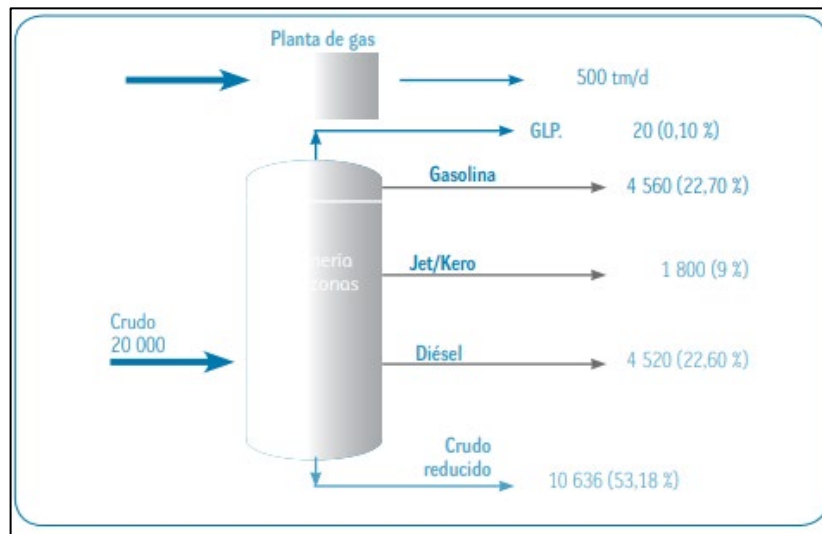
Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

En la refinería la Libertad se obtienen derivados como: GPL, Gasolina de 87 octanos, Jet fuel A-1, Diesel 1 y 2, entre otros.

1.5.4.3. Complejo Industrial Shushufindi

Para la región amazónica en Sucumbíos existe el Complejo Shushufindi, está constituido por dos plantas: Planta de gas y Refinería Amazonas.

Gráfico 5. Proceso de destilación Refinería Amazonas



Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

Para la operación de destilación el complejo cuenta con 2 torres de destilación con una capacidad de diez mil barriles diarios, los derivados obtenidos de la refinería amazonas son: GPL, gasolina, Jet fuel, diésel 1, diésel 2 y residuos. La refinería amazonas se caracteriza por realizar la separación de forma directa por lo cual en este caso se trabaja con los puntos de ebullición de cada derivado.

1.5.5. Comercialización

La empresa pública Petroecuador además del transporte, almacenamiento y refinación también tiene bajo su cargo comerciales todos los derivados producidos en las 3 refinerías, el objetivo es abarcar la necesidad de los sectores automovilísticos, industrial, ganadero, agronómico, aeronáutico, entre otros.¹⁹

Gráfico 6. Red de distribución de derivados



Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

La red de comercialización de derivados está distribuida por todo el país, cuenta con depósitos de GPL en Sucumbíos, Esmeraldas, Galápagos y estaciones de servicio principalmente en la región sierra.

EP Petroecuador durante el año 2019 rindió de manera óptima al solventar la demanda de todos los sectores estratégicos, como se observa en los datos de la tabla 11. Los mayores derivados que se distribuyeron fueron: extra, Ecopaís, diésel 2, diésel premium y GPL.

Tabla 13. Comercialización interna de derivados

Producto	Barriles
Gasolinas	
Súper	2.775.906
Extra	12.999.945
Ecopaís	14.380.313
Diésel	
Diésel 1	17.608
Diésel 2	9.916.746
Diésel Premium	23.028.067
Fuel Oil	
Fuel Oil #4	7.577.246
GLP	
GLP	13.966.021
Otros	
Jet A-1	2.789.680
Asfalto	1.282.312
Solventes	148.712
AVGAS	38.936
Otros	2.079.400

Total90.999.891

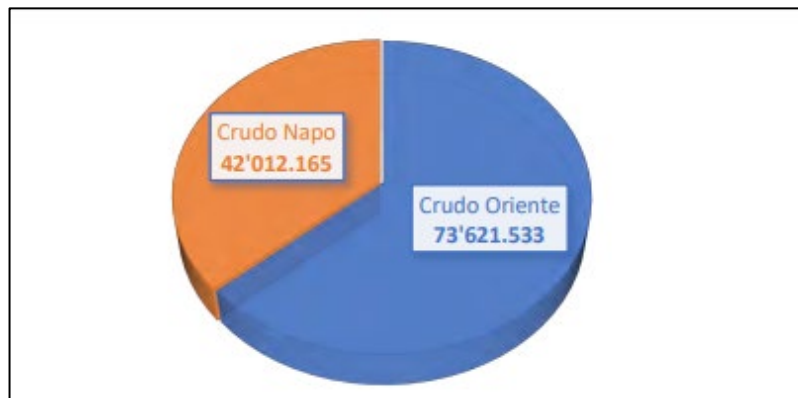
Fuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

Con respecto a importaciones de los derivados de petróleo EP Petroecuador llevó a cabo la distribución de un volumen total de 58,217 millones de barriles de derivados.

Gráfico 7. Comercialización interna de derivadosFuente: (Petroecuador, 2015)¹⁹

Conforme se observa en el gráfico anterior la importación de Diésel Premium fue la más importante con un 26% luego el GLP con un 21%.

Con respecto a exportaciones, el Ecuador trabaja con dos tipos de crudo: Crudo Oriente y Crudo Napo, el de mayor calidad es el Oriente dado que respecto a los grados API y contenido de azufre es el mejor petróleo para exportar y a la vez obtener mejores derivados.²⁶

Gráfico 8. Exportación de Crudo Oriente y Crudo NapoFuente: (Petroecuador, 2020)²⁷

Finalmente, en el año 2021 con un Decreto Ejecutivo se realizó la fusión de EP Petroecuador y EP Petroamazonas, quedando la primera empresa como la adquirente, con esta ley todas las fases de exploración, explotación, transporte, almacenamiento, refinación y comercialización quedó bajo el encargo de EP Petroecuador quien deberá nuevamente organizarse para incluir en su organización las primeras fases de la industria petrolera.²⁷

1.6. Producción de Crudo en los últimos años

Desde que empezó la nueva era petrolera con la extracción de miles de barriles primeramente en Lago Agrio y luego en varios sectores de la región amazónica, el Ecuador no ha dejado de producir y exportar todo el crudo de sus yacimientos. Antes del 2013 la empresa EP Petroecuador se encargaba de todas las fases de la industria petrolera logrando en algunos años atrás registrar porcentajes muy elevados de producción anual.²⁸

Tabla 14. Producción Nacional de Crudo en los últimos 20 años

Empresas Estatales - Producción Nacional de Crudo	
Millones de Barriles	
Año	Total
2000	85,00
2001	83,00
2002	80,00
2003	74,00
2004	72,00
2005	70,97
2006	68,62
2007	62,20
2008	97,50
2009	101,92
2010	104,61
2011	124,67
2012	127,71
2013	139,09
2014	151,94
2015	147,71
2016	151,12
2017	145,95
2018	140,09
2019	146,99
2020	134,07

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Tabla 14 durante el periodo del año 2000-2004 la producción anual se desarrolló de forma regular hasta llegar a los 72 millones de barriles, sin embargo, en el periodo del 2005-2007 se registró los números más bajos de la producción nacional por los siguientes factores:

- Estancamiento de la producción debido a protestas por pueblos de la región amazónica.
- Restricción en la extracción del crudo por falta de materiales inyectivos.
- Pozos cerrados por falta de acondicionamiento.
- Falta de abastecimiento de herramientas de perforación.
- Falta de mantenimiento a las líneas de flujo y pozos abandonados.²⁹

A partir del 2008 la producción de petróleo volvió a tomar su cauce y generó 97,5 millones de barriles de crudo, en ese mismo año aumentó la participación de empresas estatales en el sector hidrocarburífero como Petroamazonas EP, luego la producción se mantuvo en valores positivos, en este caso la exploración y explotación ya se encontraba en manos de EP Petroamazonas.²⁸

En el 2021 EP Petroamazonas pasó a formar parte de EP Petroecuador, una vez más retomando las fases de exploración y producción, actualmente el Ecuador produce un total de 482292 barriles de petróleo diarios, 374197 de EP Petroecuador y 108094 de empresas privadas.²⁶

2. METODOLOGÍA

Para realizar el caso práctico se llevó a cabo un análisis de datos en base a la siguiente pregunta ¿Cuál es el origen del petróleo en el oriente ecuatoriano en las provincias de Sucumbíos, Pastaza, Morona Santiago, Napo pertenecientes a la región amazónica, identificando la composición química, tipo de petróleo en cada una de estas provincias mediante registros estadísticos la producción existente durante los últimos 20 años?

2.1. Origen

La industria petrolera de la exploración y producción se lleva a cabo a nivel mundial, en la actualidad hay sectores donde existe mayor cantidad y diferentes tipos de reservas de crudo. Algunos crudos se los ha clasificado según su origen: Oriente Medio, Noroeste de África, Norte de África, Rusia, México y Latinoamérica. Cada lugar se caracteriza por contar con un petróleo muy variado de acuerdo a la zona geográfica de explotación y país productor.³⁰

En Latinoamérica existen tres zonas geográficas en las cuales existen reservas de crudo: Caribe, Ecuador y Argentina. En el Caribe se encuentra la explotación del crudo venezolano identificado por ser extra pesado y con altos porcentajes de azufre. El crudo colombiano se destaca por tener contenido bajo de azufre hasta un 0,25%. En Argentina se extrae crudos medios de azufre y en Ecuador se produce petróleo agrio y gravedad API que varía de 28 ° API hasta extrapesados menos a 10 ° API.³⁰

El petróleo en el oriente ecuatoriano tiene su origen en una de las cuencas más importantes de Latinoamérica denominada Cuenca Oriente. La Cuenca Oriente está localizada paralelamente al tren Andino llegando hasta países vecinos de la región como: Perú y Colombia. Se caracteriza por ser un conjunto de yacimientos que albergan millones de barriles de crudo.⁹

Los tipos de crudos que se encuentran en la cuenca oriente varían según las características del reservorio ya sea de Hollín y la clase de roca madre como: areniscas y calcáreas. La calidad del petróleo de la región amazónica disminuye en sentido Norte a Sur con respecto a los grados API y el contenido de azufre, por ejemplo, en la parte norte de la región amazónica, provincia de Sucumbíos, se encuentra el campo Bermejo que produce petróleo liviano con 31 ° API y un porcentaje bajo de azufre, mientras el campo Cononaco perteneciente a la provincia de Pastaza produce crudo pesado menos de 20 ° API.⁹

2.2. Tipo de petróleo y composición química

Ecuador, como un país productor de petróleo, se ha encargado de exportar millones de barriles de crudo en los últimos tiempos. En la actualidad se lleva a cabo el transporte de dos tipos de crudo: el crudo Oriente y el crudo Napo, los cuales se diferencian por su gravedad Api.³¹

El crudo Oriente es un petróleo mediano con alrededor de 24-26 ° API mientras que el crudo Napo es un petróleo de carácter pesado con 19 ° API.¹² La calidad del petróleo es un factor importante al momento de su comercialización, mientras más liviano el crudo mejor será el rendimiento en la obtención de derivados, por tal motivo en el año 2020 se exportaron más de 115 millones de barriles de los cuales el 64% pertenecen a crudo oriente y el restante a crudo napo creando un ingreso mayor a 4 millones de dólares;²⁷

A pesar de exportarse únicamente dos tipos de petróleo, en el Ecuador existen diferentes clases de crudo, los cuales son caracterizados de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas con el objetivo de realizar un tratamiento adecuado antes de ingresar a la etapa

de refinación. Con el tiempo se han realizado varios estudios de crudo tomando muestras de diferentes bloques de extracción ubicados en las provincias del oriente ecuatoriano, los resultados son los siguientes:

- Una muestra de crudo Oriente proporcionada por EP Petroecuador y analizada por la Ing. Mónica Bastidas con las respectivas normas ASTM en las instalaciones de la Refinería de Esmeraldas, se identificaron las siguientes características; crudo de carácter mediano con 24,7 °API, contenido de agua y sedimentos de 0,18 %v, petróleo agrio dado que su contenido de azufre es >1, viscosidades variables en un rango de 30 a 60 °C, contenido bajo de asfaltenos, lo cual es óptimo para evitar problemas de obstrucción en las tuberías ; ver tabla 6.¹²
- Un ensayo realizado por el Ing. Gabriel Landeta del crudo extraído por la compañía Repsol S.A en la provincia de Pastaza se determinó que es un petróleo de carácter pesado con 17,7 °API, con un porcentaje de agua y sedimentos de 0,05%v menor al encontrado en el crudo Oriente, por otro lado, el contenido de azufre de igual forma es >1 lo que indica un crudo agrio, al ser una sustancia pesada la viscosidad a temperatura ambiente es muy elevada de 75,64 cSt a diferencia del crudo oriente que es de 62,55 cSt a 30 °C. También existe la presencia de pequeñas trazas de metales como Hierro (Fe), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Vanadio(V) y Sodio (Na); ver tabla 7.⁵
- Un trabajo realizado por la Ing. Alexandra Torres del crudo carga procedente de la Amazonia hacia la Refinería Estatal de Esmeraldas se identificaron las siguientes características: gravedad API de 24,6, contenido de agua y sedimentos menor al 1% ventajoso para la medición del volumen del crudo , 9,84 % peso en contenido de asfaltenos, cantidad de azufre en 1,35 % masa (crudo agrio) , presencia de metales como el hierro (Fe) y cobre (Cu); ver tabla 8.¹⁵
- Un estudio realizado por la Ing. Estela Zamora para la caracterización fisico- química del crudo Napo que llega a la Refinería Estatal de Esmeraldas se obtuvieron los siguientes resultados: un petróleo pesado con 17,4 °API, contenido de agua y sedimentos de 1% volumen (valor elevado respecto a las anteriores muestras), contenido de asfaltenos de 12,06 % peso, contenido de azufre de 2,1841 % peso (crudo agrio), con altos porcentajes de residuos carbonosos y una viscosidad muy alta de 667,57 centipoise a 40 °C.⁹

- Una muestra de crudo extrapesado de la provincia del Napo fue analizada por el Ing. Pablo Calle y se obtuvieron las siguientes características: gravedad API de 7,6 con un alto contenido de agua y sedimentos, porcentaje de superior al 1% de azufre.²⁴

2.3. Producción de Petróleo

La producción de petróleo en la región amazónica por parte de EP Petroecuador y Petroamazonas EP durante el periodo del año 2000 a 2020 se ha mantenido en un rango de 85 a 150 millones de barriles de petróleo. La mayoría de las áreas de producción se encuentran en la provincia de Sucumbíos como son: Lago Agrio, Libertador, Cuyabeno y Shushufindi con petróleo liviano y mediano, mientras en las Provincias de Napo y Pastaza solo se encuentra el área del Auca, que alberga algunos campos de petróleo pesado y extrapesado.¹⁹

Como se observa en el Anexo 1, desde el 2005 hasta el 2007 se registra un descenso en la producción de petróleo a razón de 11 millones de barriles con respecto al 2004, las razones en su mayoría se deben a la falta de mantenimiento de estructuras, equipos y herramientas, como también al escaso presupuesto para el reacondicionamiento de pozos cerrados y abandonados, por otro lado también se debe a protestas generadas por los pueblos aborígenes de la zona a causa de la contaminación que produce la explotación en la región amazónica. A partir del 2008 la producción vuelve a crecer de forma paulatina con la incorporación de la empresa Petroamazonas, ahora como la encargada de la exploración y explotación, en el 2019 se llega a la cantidad de 146,99 millones de barriles de petróleo, finalmente por la pandemia y la afectación de los sectores estratégicos, la producción descendió a 134,07 millones de barriles.

3. CONCLUSIONES

- La composición química del crudo extraído en la provincia de Sucumbíos se caracteriza por ser de carácter mediano o semipesado con valores de 23-27 °API, sin embargo, son pocos los bloques de extracción que producen petróleo ligero como el campo Bermejo operado por Tecpecuador S.A, por otro lado, el contenido de azufre es >1 , lo que indica es un crudo agrio, con contenido de agua y sedimentos inferiores al 1% volumen, con un contenido bajo de asfaltenos.
- Las características químicas del crudo procedente de la provincia de Pastaza son del tipo pesado con 17,7 °API, con un porcentaje de 0,05% de agua y sedimentos, de igual forma que el crudo de la provincia de Sucumbíos, este es un petróleo agrio con 2,229 % masa de azufre, es un crudo altamente viscoso a temperatura ambiente con 75,64 cSt con respecto al crudo de Sucumbíos que presenta 62,55 cSt a 30 °C. También existe la presencia de pequeñas trazas de metales como Hierro (Fe), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Vanadio(V) y Sodio (Na).
- La composición química del crudo explotado en la provincia del Napo, específicamente del campo Pungarayacu, se caracteriza por ser petróleo extrapesado, con gravedad API de 7,6 con un alto contenido de agua y sedimentos, el porcentaje de azufre es superior al 1% en masa por lo cual es un petróleo agrio. Por otro lado, en la provincia de Morona Santiago existen bloques de extracción no asignados para la actividad petrolera debido a la presencia de comunidades indígenas que impiden la exploración y explotación.
- La producción de petróleo en las provincias de la región amazónica en los últimos años ha sido muy rentable por parte de EP Petroecuador, a pesar de los períodos de déficit en el año 2005, 2006 y 2007 por cuestiones técnicas y sociales, en el año 2019 se produjo más de 146 millones de barriles, logrando así superar al año anterior, sin embargo, en el 2020 por los problemas de la pandemia la producción se vio claramente afectada.

4. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Gustavo, P. Impacto Del Precio Internacional Del Petróleo En La Economía Ecuatoriana. *Bull. Seismol. Soc. Am.* **2016**, *106* (1), 6465–6489.
- (2) Escobar, D. C.; Avegno, M. A.; Vela, P. A. El Precio Del Barril de Petróleo Y Su Incidencia En Los Ingresos Del Presupuesto General Del Estado Ecuatoriano : Análisis Y Proyecciones The Price of a Barrel of Oil and Its Impact on the Income of the General Budget of the Ecuadorian State : Analysis an. **2020**, *5* (3), 843–861. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v5i3.265>.
- (3) Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH). Producción Mensual Nacional De Petróleo Fiscalizado. *Agencia Regul. y Control Hidrocarburífero* **2020**, No. 2, 2010–2020.
- (4) Han, Y.; Zhang, Y.; Xu, C.; Hsu, C. S. Molecular Characterization of Sulfur-Containing Compounds in Petroleum. *Fuel* **2018**, *221* (February), 144–158. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.02.110>.
- (5) Landeta, G. Caracterización Y Evaluación de Crudos Pesados Del Oriente Ecuatoriano. **2014**, No. 564, 1–73.
- (6) Szykuła, K. M.; Wicking, C.; Whitmarsh, S.; Creaser, C. S.; Reynolds, J. C. Characterization of Crude Oil and Its Saturate, Aromatic, and Resin Fractions by High-Field Asymmetric Waveform Ion Mobility Spectrometry-High-Resolution Mass Spectrometry. *Energy and Fuels* **2018**, *32* (11), 11310–11316. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.8b02718>.
- (7) Roberto, A. Vista de El Petróleo _ Efecto Social Y Económico En El Ecuador.pdf. **2016**, 4. <https://doi.org/https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol1iss3.2016pp29-32>.
- (8) Cruz, E. E. B.; Rivas, N. V. G.; García, U. P.; Martínez, A. M. M.; Banda, J. A. M. Characterization of Crude Oils and the Precipitated Asphaltenes Fraction Using UV Spectroscopy, Dynamic Light Scattering and Microscopy. *Recent Insights Pet. Sci. Eng.* **2018**. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70108>.
- (9) Zamora, I. Clasificación Fisico Química Del Crudo Napo En La Refinería Estatal

- Esmeraldas (REE). *Esc. Politec. Nac.* **2019**, 1–9.
- (10) Ramos-Pallares, F.; Santos, D.; Yarranton, H. W. Application of the Modified Regular Solution Model to Crude Oils Characterized from a Distillation Assay. *Energy and Fuels* **2020**, *34* (12), 15270–15284.
<https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.0c01803>.
- (11) Saleh, T. A. Characterization, Determination and Elimination Technologies for Sulfur from Petroleum: Toward Cleaner Fuel and a Safe Environment. *Trends Environ. Anal. Chem.* **2020**, *25*. <https://doi.org/10.1016/j.teac.2020.e00080>.
- (12) Bastidas, M. Caracterización Fisico-Química Del Crudo Oriente En La Refinería Estatal de Esmeraldas. *Esc. politécnica Nac.* **2018**.
- (13) Timuño, D. *Evaluación Y Formulación de Demulsificante Para El Petróleo Ecuatoriano*; 2019.
- (14) A. Espitia; A., D.; A, C. Capacidad Calorífica Y Gravedad API de Biocombustibles. *Sci. Tech.* **2019**, *24* (02), 190–199.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22517/23447214.21041>.
- (15) Torres, A. *Caracterización Y Evaluación Del Crudo Carga de La Refinería Estatal de Esmeraldas*; 2013.
- (16) Garmroodi, M. R. D.; Ahmadpour, A. A Numerical Study on Two-Phase Core-Annular Flows of Waxy Crude Oil/water in Inclined Pipes. *Chem. Eng. Res. Des.* **2020**, *159*, 362–376. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.04.017>.
- (17) Burgess, W. A.; Bamgbade, B. A.; Gamwo, I. K. Experimental and Predictive PC-SAFT Modeling Results for Density and Isothermal Compressibility for Two Crude Oil Samples at Elevated Temperatures and Pressures. *Fuel* **2018**, *218* (September 2017), 385–395. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.12.101>.
- (18) Mohajer, K. White-Paper-Determining-Moisture-Content-Crude-Oil.Pdf. 2019.
- (19) EP Petroecuador. Petróleo En El Ecuador. *Hist. Vida* **2015**, No. 418, 14–17.
- (20) Escandón Panchana, P. C. Delimitación de Riesgos de La Industria Hidrocarburífera En El Sector San Raymundo Del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena. *Rev. Científica y Tecnológica UPSE* **2019**, *6* (1), 27–33.

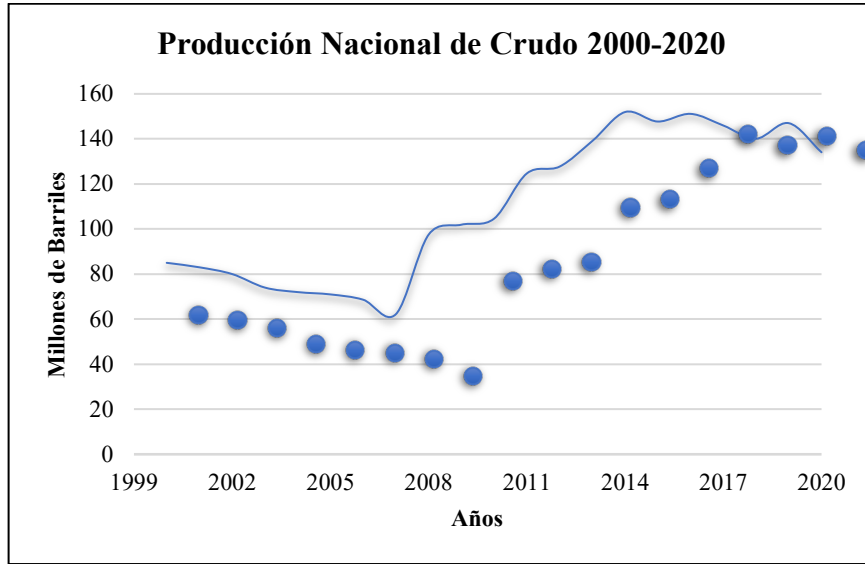
<https://doi.org/10.26423/rctu.v6i1.419>.

- (21) EP Petroecuador. Rendición de Cuentas 2020. *Rendición Cuentas 2020* **2020**.
- (22) EP Petroecuador. Rendición de Cuentas 2019. *Rendicion cuentas 2019* **2019**, No. 15, 27–30.
- (23) Ministerial, A.; Oficial, R.; Especial, E. Reglamento De Operaciones Hidrocarburíferas. **2018**, 58.
- (24) Calle, P. Caracterización Comparativa Tbp Y Cromatográfica Del Crudo Extrapesado Extraído de Las Arenas de Pungarayacu. *Univ. Cent. del Ecuador* **2014**, 97.
- (25) Gómez, R.; Pambi, M. La Refinación de Petróleo En Ecuador Y Su Impacto En El Crecimiento Económico: Un Estudio de Series de Tiempo, Periodo 2000 – 2017. *Univ. Nac. Loja* **2018**, 5 (1), 2–9.
- (26) Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. Cifras del sector hidrocarburífero <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/produccion-diaria-de-petroleo/>.
- (27) Torres, N. P. Fusión por absorción de Petroamazonas EP a Ep Petroecuador <https://www.legalecuador.com/es/fusion-por-absorcion-de-petroamazonas-ep-a-ep-petroecuador/>.
- (28) Herrera, J. Análisis de La Dependencia Real Hacia La Renta Petrolera En Ecuador Y Las Brechas Existentes En El Reporte de Su Información. *Bull. Seismol. Soc. Am.* **2016**, 106 (1), 6465–6489.
- (29) Petroecuador Empresa Estatal. Informe Estadístico 2007. *Pet. del Ecuador* **2008**, 2013–2015.
- (30) Urpí, J. *Tecnología Y Margen de Refino Del Petróleo*; 2011.
- (31) Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables. Las exportaciones de petróleo ecuatoriano se realizan con normalidad <https://www.recursosyenergia.gob.ec/las-exportaciones-de-petroleo-ecuatoriano-se-realizan-con-normalidad/>.
- (32) EP Petroecuador. Reporte Del Sector. **2016**.

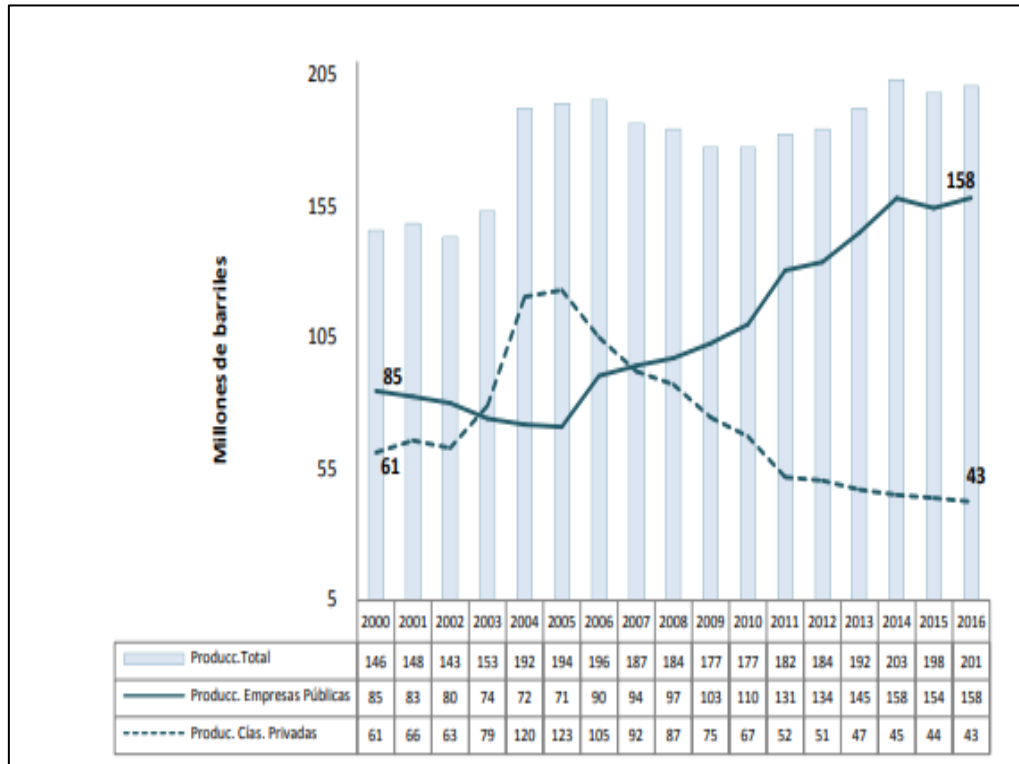
- (33) Estatal, P. E. *Informe Estadístico*; 2006.
- (34) Ecuador Petroecuador Petroleos. *Cifras Petroleras*. 2009.

ANEXOS

Anexo 1. Producción Nacional de Crudo 2000-2020



Anexo 2. Producción Nacional de Petróleo



Fuente: (Petroecuador, 2016)³⁰

Anexo 3. Producción Nacional de Crudo en campos

PRODUCCIÓN NACIONAL DE CRUDO EN CAMPOS															
Cifras en barriles															
CAMPOS Y COMPAÑÍAS	Año 2006												Enero-Diciembre		Var. %
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	2006	2005	
SUBTOTAL PETROPRODUCCIÓN	6,084,516	5,602,586	5,657,748	5,983,931	6,095,411	5,783,714	5,951,102	5,868,723	5,478,284	5,481,772	5,201,699	5,434,387	68,623,874	70,972,005	-3.3
Área Lago Agrio	291,490	254,662	291,869	266,612	273,399	262,793	278,385	277,598	242,691	234,121	211,995	229,293	3,076,820	3,531,300	-12.9
- Guantá	151,536	133,201	137,087	139,863	140,303	132,396	143,131	142,845	121,757	119,336	104,385	113,765	1,579,605	1,643,636	-3.9
- Lago Agrio	141,955	121,461	114,781	126,749	133,096	130,397	135,254	134,663	120,935	114,786	107,610	115,528	1,497,214	1,887,665	-20.7
Área Libertador	1,408,210	1,289,881	1,324,306	1,417,737	1,428,633	1,372,739	1,459,606	1,464,750	1,380,363	1,357,444	1,288,472	1,345,208	16,537,350	18,412,701	-10.2
- Atacapi	268,461	238,556	240,819	237,443	225,765	209,755	207,762	188,031	172,335	153,894	149,158	152,480	2,444,460	3,465,818	-29.5
- Frontera	26,896	13,075	13,615	24,640	21,008	18,182	16,120	18,004	17,786	17,350	18,496	14,154	219,331	338,105	-35.1
- Parahuacu	56,747	54,549	56,958	54,835	44,201	17,276	52,652	55,086	50,322	53,474	47,231	42,849	586,179	660,020	-11.2
- Pichincha	140,943	133,401	112,140	132,353	134,425	122,890	130,594	128,105	118,767	158,502	163,503	173,056	1,648,731	2,267,423	-27.3
- Secoya	243,358	236,415	221,515	245,352	247,759	260,236	278,949	285,539	266,648	229,416	181,182	215,255	2,891,626	2,916,652	-0.9
- Shuara	68,642	69,581	61,983	69,805	75,931	64,776	63,755	75,469	71,395	68,387	66,636	67,522	823,882	824,844	-0.1
- Shushuquí	100,472	89,487	96,269	85,439	82,117	76,134	83,379	87,565	81,382	65,069	61,514	56,699	965,517	1,295,043	-26.4
- Tapi	24,968	18,232	11,498	17,145	23,791	19,180	19,867	31,225	29,300	22,011	22,325	25,644	265,186	457,355	-42.0
- Teleté	59,259	50,253	48,898	65,190	56,906	51,803	53,613	64,359	65,499	55,964	55,681	59,048	686,474	771,902	-11.1
- Cuyabeno	208,665	183,122	198,798	216,513	244,620	264,885	262,106	275,562	257,340	261,964	249,319	251,606	2,872,523	2,590,919	10.9
- Sansahuan	89,021	53,623	58,874	57,476	58,956	56,886	56,504	57,823	60,745	68,645	78,710	69,884	757,147	712,546	6.3
- Víctor Hugo Ruizles	150,778	149,587	204,938	211,542	213,154	210,735	234,302	217,981	188,844	182,758	194,666	217,011	2,376,295	2,112,075	12.5
Área Sacha	1,454,827	1,345,195	1,438,299	1,428,765	1,455,907	1,391,036	1,443,391	1,422,087	1,346,431	1,371,161	1,333,347	1,374,458	16,804,785	15,568,717	7.9
- Pucuna	56,950	51,893	54,947	54,475	56,800	54,550	55,728	52,216	48,577	52,743	50,317	53,048	642,046	616,489	4.1
- Sacha	1,397,877	1,293,462	1,383,352	1,374,291	1,399,106	1,336,486	1,387,663	1,369,791	1,297,854	1,318,418	1,283,029	1,321,410	16,162,739	14,952,228	8.1
Área Shushufindi	1,562,921	1,473,112	1,500,788	1,579,885	1,608,034	1,494,520	1,511,805	1,501,596	1,416,587	1,444,413	1,335,936	1,432,111	17,852,678	18,826,620	-5.2
- Aguariño	43,303	49,015	48,075	53,172	53,401	43,519	39,771	41,171	38,683	41,184	19,933	35,567	506,794	514,469	-1.5
- Shushufindi	1,519,618	1,424,097	1,452,683	1,517,713	1,554,633	1,451,001	1,472,034	1,460,426	1,377,904	1,403,229	1,316,003	1,396,543	17,345,884	18,312,150	-5.3
Área Auca	1,365,067	1,239,774	1,142,517	1,299,931	1,329,438	1,262,626	1,257,915	1,202,861	1,092,212	1,074,633	1,031,949	1,053,317	14,352,241	14,632,667	-1.9
- Auca y Auca Sur	682,422	612,860	566,333	658,455	679,211	629,752	641,580	599,572	517,689	494,543	492,029	509,424	7,083,870	6,190,492	14.4
- Anacondá	35,620	28,291	22,784	21,182	15,114	10,207	8,519	16,383	21,279	21,580	21,305	21,453	243,717	531,305	-54.1
- Cononaco	341,031	303,160	266,529	297,474	317,535	301,950	289,329	265,246	246,114	251,510	233,964	230,062	3,343,904	4,044,960	-17.3
- Conga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,076	-100.0
- Culebra	81,333	73,081	73,535	77,995	80,308	78,193	80,510	80,368	76,260	78,515	77,285	76,247	933,630	933,566	0.0
- Yuca	128,368	125,657	128,236	154,243	144,824	147,768	144,112	142,717	138,747	136,330	123,990	131,668	1,646,661	1,755,313	-6.2
- Yulebra	82,352	84,149	73,860	87,945	84,583	86,305	84,883	89,563	83,960	83,246	74,364	74,360	988,970	996,121	-0.7
- Rumiayacu	13,940	12,577	11,240	2,637	7,862	8,452	8,961	9,013	8,763	8,907	9,013	10,103	111,489	164,834	-32.4
Bloque 15 y Otros (a)	-	-	-	-	1,609,535	2,947,680	3,038,635	3,047,592	2,786,332	2,828,949	2,790,194	2,765,422	21,814,338	-	-
- Limoncacha	-	-	-	-	153,352	278,564	281,036	282,795	260,473	257,034	227,060	195,297	1,925,611	-	-
- Bloque 15: Concordia/Indiána/Itaya/Jivino/Laguna/Paka Sur	-	-	-	-	218,314	399,391	392,423	377,094	357,191	372,164	356,258	366,645	2,839,481	-	-
- Eden Yuturi	-	-	-	-	1,166,855	2,137,185	2,235,821	2,201,097	2,050,792	2,063,292	2,014,694	2,019,009	15,888,744	-	-
- Yanacuíncha	-	-	-	-	71,014	132,541	129,350	126,606	127,876	136,458	192,181	184,471	1,160,501	-	-
TOTAL PETROECUADOR	6,084,516	5,602,586	5,657,748	5,983,931	7,704,946	8,731,394	8,989,737	8,916,315	8,264,616	8,310,721	7,991,893	8,199,809	90,438,213	70,972,005	27.4
Promedio diario Petroproducción	196,275	200,092	182,508	199,464	196,626	192,790	191,971	189,314	182,609	176,831	173,390	175,303	188,011	194,444	-3.3
Promedio diario Bloque 15	-	-	-	-	100,596	98,256	98,020	98,309	92,878	91,256	93,006	89,207	94,845	-	-
Promedio diario Petroproducción + Bloque 15	196,275	200,092	182,508	199,464	297,222	291,046	289,992	287,623	275,487	268,088	266,396	264,510	282,856	194,444	45.5

Nota: (a) Apartir del 15 de Mayo estos campos pasan a ser operados por Petroproducción por caducidad entre el Estado y la Compañía Occidental

Fuente: PETROPRODUCCIÓN

Elaboración: Planificación Corporativa, PETROECUADOR

Fuente: (Petroecuador, 2006)³¹

Anexo 4. Producción Nacional de Crudo en campos 2007-2006

PRODUCCIÓN NACIONAL DE CRUDO EN CAMPOS															
Cifras en barriles															
CAMPOS Y COMPAÑÍAS	Año 2007												Enero - Diciembre		Var. % en %
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	2007	2006	
SUBTOTAL PETROPRODUCCIÓN	5.399.489	4.748.912	5.268.598	5.069.931	5.173.593	5.091.907	5.205.000	5.307.655	5.171.806	5.315.316	5.074.177	5.423.830	62.151.266	66.623.874	-9,4
Área Lago Agrio	232.537	195.259	241.392	236.460	250.599	247.842	252.090	234.126	235.751	232.680	203.291	219.749	2.775.076	3.076.829	-9,9
- Guanta	119.422	95.285	126.250	125.821	130.264	129.231	129.987	119.510	118.574	117.499	108.305	114.261	1.434.209	1.579.605	-9,2
- Lago Agrio	113.115	99.974	115.002	110.639	120.335	118.611	122.103	114.616	117.177	115.181	94.986	95.488	1.338.867	1.497.214	-10,6
Área Libertador	1.292.287	1.129.858	1.243.245	1.168.283	1.196.208	1.225.599	1.241.655	1.218.897	1.175.899	1.220.718	1.172.965	1.221.113	14.525.674	16.537.359	-12,2
- Abacapi	163.449	117.201	131.858	130.407	137.578	140.418	136.380	128.753	122.877	123.567	111.159	128.045	1.562.891	2.444.460	-36,1
- Frontera	7.125	15.018	14.939	10.113	9.076	16.270	17.453	14.068	13.615	20.961	23.451	29.324	190.434	219.331	-13,2
- Paraitiaco	99.865	39.489	99.916	87.701	65.787	62.253	68.501	68.988	53.709	68.599	64.656	62.857	674.112	696.179	-16,0
- Pichincha	160.407	139.375	149.119	139.279	133.562	132.379	132.253	132.434	124.205	132.306	132.433	1.650.281	1.640.731	0,1	
- Sotoca	216.162	179.997	187.791	176.294	183.390	183.539	194.643	201.621	201.787	200.668	196.708	203.777	2.238.389	2.891.628	-21,8
- Shuara	61.283	66.762	73.789	72.014	78.569	67.430	77.566	76.168	85.027	76.919	76.101	77.567	891.593	823.882	8,2
- Shushupudi	61.298	50.886	59.756	64.833	49.812	53.362	52.885	62.481	56.156	60.852	67.363	56.257	691.141	985.517	-29,4
- Tapi	23.303	20.997	22.194	20.970	19.993	23.754	24.161	23.695	21.720	21.140	20.192	20.142	270.262	265.186	1,9
- Teñete	50.513	43.986	46.130	44.684	46.508	44.761	39.626	46.707	43.632	44.347	43.048	48.231	545.641	696.474	-20,5
- Cuyabeno	249.287	231.826	257.401	246.790	233.581	269.537	263.640	248.524	230.470	236.186	228.110	234.732	2.930.000	2.872.523	2,0
- Sanshuani	67.762	56.461	64.680	62.668	63.791	67.765	71.081	67.362	62.819	67.050	62.600	65.016	781.034	757.147	3,2
- Victor Hugo Ruelas	202.742	163.862	173.678	162.322	171.419	164.140	162.277	157.226	157.019	174.502	167.207	163.591	2.020.006	2.376.295	-15,0
Área Sacha	1.372.891	1.231.443	1.384.051	1.314.927	1.338.921	1.278.926	1.306.395	1.449.189	1.471.675	1.454.205	1.427.109	1.500.130	16.527.173	16.804.785	-1,7
- Pucuna	48.761	47.036	52.074	49.425	52.210	52.560	50.471	55.751	55.903	56.515	53.706	54.816	630.220	642.046	-1,8
- Sacha	1.323.330	1.184.406	1.331.977	1.265.503	1.286.611	1.226.366	1.255.834	1.393.438	1.415.772	1.397.690	1.373.402	1.445.313	15.896.944	16.162.739	-1,6
Área Shushufindi	1.421.422	1.282.531	1.368.367	1.249.436	1.369.197	1.335.505	1.379.845	1.375.634	1.282.419	1.338.522	1.325.641	1.419.023	16.205.632	17.852.678	-9,7
- Aguasno	40.954	33.395	35.829	34.891	34.764	33.742	35.871	45.229	44.155	37.579	37.548	37.961	452.004	506.794	-10,8
- Shushufindi	1.380.468	1.229.136	1.332.538	1.214.545	1.334.434	1.301.763	1.344.874	1.330.406	1.238.264	1.291.944	1.288.096	1.381.071	15.753.628	17.345.884	-9,2
Área Auca	983.743	929.421	1.036.644	989.624	1.019.579	1.004.935	1.034.136	1.039.606	1.066.263	1.078.791	941.172	1.072.816	12.118.751	14.352.241	-16,8
- Auca y Auca Sur	490.296	466.482	514.279	486.372	500.364	512.854	525.051	514.944	512.782	560.802	470.637	550.800	6.108.133	7.083.870	-13,8
- Anacoide	21.633	18.824	21.282	20.899	20.872	21.182	20.728	16.004	16.004	22.936	21.822	23.287	248.498	243.717	2,4
- Cononaco	194.917	192.540	207.211	204.664	211.962	210.947	214.559	217.579	225.163	230.875	200.865	235.489	2.548.780	3.343.904	-23,8
- Coraja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Culebra	70.510	63.262	70.529	70.203	74.457	70.859	70.403	71.033	66.412	74.382	71.645	72.404	645.798	933.630	-9,4
- YUCA	121.667	107.244	127.984	120.296	119.758	126.253	116.648	120.983	106.121	110.966	109.546	112.080	1.380.044	1.646.661	-16,2
- Yulebra	74.486	71.733	78.814	76.512	79.696	72.271	71.840	73.701	68.950	67.843	66.601	67.151	899.599	989.970	-13,1
- Rumiyacu	8.833	9.238	10.546	11.219	11.279	11.433	11.743	10.830	10.587	9.757	11.595	128.966	111.469	15,7	
Bloque 15 y Otros (a)	2.892.246	2.374.039	2.578.859	2.459.485	2.631.116	2.584.875	2.675.085	2.733.834	2.692.226	2.820.519	2.819.720	3.031.427	32.183.232	21.814.338	47,5
- Limoncito	189.036	165.076	186.420	188.257	213.779	190.463	193.290	274.228	288.627	297.402	332.794	362.730	2.882.304	1.835.611	49,7
- Bloque 15: Concordia/Indi/Enallaya/Uvino/Laguna/Paka Sur	443.642	386.097	439.511	417.052	443.104	437.262	457.788	427.777	406.416	429.985	405.237	420.091	5.113.953	2.939.481	80,1
- Edén Yutani	1.984.408	1.869.855	1.798.159	1.897.272	1.818.438	1.789.846	1.876.173	1.911.892	1.793.832	1.845.282	1.833.193	1.985.193	21.596.340	15.888.744	36,4
- Yanacuncha	165.156	153.311	164.769	155.904	155.797	147.105	145.835	119.437	203.248	248.151	248.497	263.423	2.190.635	1.160.501	88,8
TOTAL PETROECUADOR	8.102.727	7.122.952	7.848.458	7.528.416	7.804.709	7.656.582	7.880.086	8.041.489	7.864.032	8.135.835	7.893.898	8.455.257	94.334.438	90.438.213	4,3
Promedio diario Petroproducción	179.963	169.804	188.955	168.996	168.899	169.730	167.923	171.215	172.394	171.462	169.139	174.962	176.277	188.011	-9,4
Promedio diario Bloque 15	90.395	84.787	83.221	81.949	84.875	85.489	86.293	88.188	89.741	90.984	93.991	97.788	88.173	84.845	47,5
Promedio diario Petroproducción + Bloque 15	261.378	254.391	253.176	250.947	251.765	255.219	254.196	259.403	262.134	262.446	263.130	272.750	258.451	282.856	4,3

Nota: (a) Aparte del 16 de Mayo/06 estos campos pasan a ser operados por Petroproducción por cadastral entre el Estado y la Compañía Occidental, por lo tanto en el año 2006 solamente constan los volúmenes desde el 16 de mayo.

Fuente: PETROPRODUCCIÓN

Elaboración: Planificación Corporativa, PETROECUADOR

Fuente: (Petroecuador, 2007)²⁷

Anexo 5. Producción de Crudo Fiscalizado Estatal

Detalle	2008	2009	VAR %
PETROPRODUCCION	61.103.139	66.218.096	8.4
PETROAMAZONAS	34.307.344	35.710.271	4.1
TOTAL	95.410.483	101.928.367	6.8

Fuente: (Petroecuador, 2009)³²

Anexo 6. Producción Mensual Nacional de Petróleo Fiscalizado 2010-2020

1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
EP PETROECUADOR REG. AMAZONICA (1)	6.341.155,92	5.855.996,25	6.849.542,14	6.549.491,22	6.620.752,70	6.614.356,74	7.101.469,94	7.138.307,22	6.939.370,38	7.944.180,75	6.990.899,44	7.311.470,79	61.356.953,49
PETROAMAZONAS EP *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	418.813,15	807.962,87	944.791	1.940.456,98	1.840.456,79	4.763.277,86
OPERACIONES RIO NAPO	1.523.240,49	1.444.993,72	1.612.229,35	1.564.174,26	1.592.906,17	1.545.806,87	1.550.477,72	1.599.398,57	1.534.086,95	1.581.967	1.501.337,18	1.461.295,04	18.503.832,52
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	8.864.396,40	7.300.989,97	8.261.771,24	8.113.685,48	8.213.718,87	8.160.163,41	8.651.947,66	9.146.816,94	9.281.459,29	9.570.668,88	9.532.488,60	10.113.223,62	104.811.163,27
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
EP PETROECUADOR REG. AMAZONICA (1)	4.149.757	4.084.475	4.363.037	4.262.528	4.252.819	4.053.529	4.001.587	4.330.551	4.249.031	4.150.162	4.281.179	4.252.732	50.031.923
PETROAMAZONAS EP *	4.887.165	4.473.532	4.870.885	4.684.636	4.823.971	4.683.095	4.760.962	4.777.802	4.456.532	4.773.800	4.618.928	4.726.487	56.537.560,03
OPERACIONES RIO NAPO	1.460.377	1.338.829	1.527.839	1.546.794,67	1.520.325	1.520.619	1.461.969	1.516.324	1.488.615	1.547.001	1.527.712	1.630.323	18.074.676,35
EP PETROECUADOR - BLOQUE 1	2.009	1.834	2.167	4.710	1.612	2.222	2.198	2.430	4.234	2.371	0	2.396	26.210,30
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	10.501.347,38	9.898.972,58	10.763.917,92	10.174.197,76	10.598.023,94	10.200.815,01	10.361.067,41	10.661.907,51	9.996.548,99	10.472.368,78	10.427.917,80	10.611.328,99	124.670.408,01
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
EP PETROECUADOR (1)	4.527.193,11	4.085.524,36	4.529.143,87	4.534.717,85	4.534.717,85	4.259.405,46	4.538.800,73	4.060.868,35	4.287.111,90	4.450.250,25	4.148.000,95	4.486.975,93	52.957.684,08
PETROAMAZONAS EP *	4.626.458,92	4.313.580,21	4.487.396,50	4.476.922,72	4.476.922,72	4.399.177,88	4.618.505,24	4.554.797,77	4.396.474,94	4.509.747	4.400.768,08	4.457.230,99	53.630.829,81
OPERACIONES RIO NAPO	1.679.503,38	1.537.596,16	1.618.797,20	1.546.794,67	1.520.325	1.520.619	1.461.969	1.516.324	1.488.615	1.547.001	1.527.712	1.630.323	18.074.676,35
EP PETROECUADOR - BLOQUE 1	1.598,50	0,00	0,00	1.059,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18.691,64
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	10.834.781,91	9.936.680,73	10.644.337,57	10.378.165,72	10.648.437,33	10.300.456,75	11.042.905,72	11.115.799,01	10.685.841,35	10.895.425,88	10.434.435,87	10.833.093,94	127.718.468,50
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
PETROAMAZONAS EP (1) (2)	4.692.097,56	4.211.673,02	4.867.055,07	4.800.794,76	4.800.794,76	4.597.754,59	4.710.647,32	4.633.276,45	5.520.912,27	5.785.006,13	5.646.846,23	5.976.181,43	62.194.207,51
PETROAMAZONAS EP (3)	4.684.629,86	3.867.485,11	4.311.196,29	4.207.788,90	4.354.837,96	4.156.982,47	4.298.706,23	4.311.213,01	4.173.699,65	4.264.164	4.215.003,91	4.391.945,17	51.157.984,10
OPERACIONES RIO NAPO	1.985.560,14	1.993.384,79	2.091.363,73	2.031.940,44	2.037.770,45	2.037.770,45	2.239.348,48	2.285.053,45	2.199.312,05	2.246.626	2.191.909,12	2.225.250,19	25.714.967,36
PETROAMAZONAS EP - BLOQUE 1 (1)	4.535,21	0,00	2.374,67	0,00	8.908,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.367	2.168,83	24.075,20
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	11.166.822,87	10.061.542,92	11.062.542,78	11.040.504,12	11.758.861,49	11.204.177,63	11.729.884,98	12.231.707,21	11.693.883,97	12.298.216,69	12.018.123,75	12.895.545,62	139.890.634,21
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
PETROAMAZONAS EP (1) (2)	6.155.890,43	5.430.180,22	6.120.274,37	6.107.707,85	6.105.750,79	5.958.189,27	6.419.456,01	6.405.543,29	6.083.038,37	6.495.133,16	6.219.866,78	6.326.472,59	73.907.488,09
PETROAMAZONAS EP (3)	4.483.467,03	4.046.109,72	4.566.548,89	4.436.624,88	4.514.007,36	4.356.540,41	4.369.566,61	4.369.566,61	4.090.720,62	4.173.941	4.118.405,40	4.200.893,10	51.745.189,34
OPERACIONES RIO NAPO	2.173.715,18	1.965.384,79	2.256.664,93	2.135.348,88	2.187.540,88	2.187.540,88	2.243.654,02	2.243.654,02	2.171.543,20	2.271.252	2.202.445,71	2.322.326,78	28.272.961,25
PETROAMAZONAS EP - BLOQUE 1 (1)	2.171,45	0,00	2.169,19	0,00	2.163,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19.259,21
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	12.815.286,48	11.441.230,30	12.928.106,39	12.684.851,98	12.688.918,28	12.447.285,98	13.038.247,28	13.038.247,28	12.347.471,82	12.942.297,36	12.840.714,23	12.881.561,45	151.844.924,86
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
PETROAMAZONAS EP (1) (2)	6.257.971,70	5.939.857,26	6.372.359,70	6.275.344,11	6.372.108,92	5.958.368,99	6.353.597,12	6.360.976,20	6.078.210,46	6.121.431,89	5.732.893,68	5.813.420,08	74.168.540,41
PETROAMAZONAS EP (3)	3.865.696,13	3.699.961,44	4.194.834,23	4.156.974,61	4.202.556,22	4.035.011,36	4.187.901,31	4.111.062,98	4.478.062,91	4.613.571	4.358.086,26	4.567.484,80	50.431.202,78
OPERACIONES RIO NAPO	2.229.260,86	2.091.830,34	2.255.664,93	2.195.121,89	2.286.666,67	2.187.540,88	2.243.654,02	2.243.654,02	2.182.202,47	2.248.333	2.181.862,84	2.231.479,11	11.056.540,79
PETROAMAZONAS EP - BLOQUE 80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETROAMAZONAS EP - BLOQUE 1 (1)	1.899,53	0,00	1.920,06	1.919,75	0,00	1.898,96	0,00	0,00	1.349,23	1.300,57	1.342	1.338,67	16.358,72
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	12.352.928,48	11.691.648,94	12.937.899,88	12.627.440,61	12.641.331,81	12.097.418,96	12.785.162,35	12.684.262,89	12.718.496,64	12.983.335,20	12.272.643,58	12.612.363,78	151.121.778,81
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
PETROAMAZONAS EP (1) (2)	5.842.341,44	5.051.331,35	5.494.180,56	5.299.931,90	5.611.770,59	5.424.333,21	5.779.290,35	5.645.637,84	5.442.106,69	5.443.225,99	5.163.944,51	5.327.296,79	65.325.400,22
PETROAMAZONAS EP (3)	4.279.581,39	3.938.862,62	4.428.433,94	4.342.830,66	4.581.496,02	4.519.968,90	4.892.666,06	5.099.532,49	4.701.028,12	4.796.170	4.377.626,98	4.801.049,01	54.965.059,31
PETROAMAZONAS EP BLOQUE 80	2.133.773,91	1.939.610,27	2.113.995,14	2.020.327,80	2.081.093,30	1.989.868,03	2.031.850,35	2.042.348,47	1.965.777,70	2.074.431	1.999.962,51	2.119.035,04	24.512.073,62
PETROAMAZONAS EP - BLOQUE 1 (1)	1.338,70	1.343,47	1.347,99	1.351,48	1.340,34	1.294,14	0,00	0,00	2.594,24	1.445	1.351,64	1.444,63	15.021,88
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	12.493.505,68	11.441.836,94	12.497.797,97	11.994.793,77	12.664.963,52	12.178.722,91	12.596.465,91	12.423.106,40	11.964.764,55	12.203.433,17	11.628.121,92	11.846.422,78	145.581.137,69
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
PETROAMAZONAS EP (1) (2)	5.431.533,67	4.842.525,52	5.291.241,11	5.127.962,53	5.239.958,05	4.940.837,47	5.079.233,16	5.106.525,15	4.922.813,73	4.914.193,93	4.488.574,85	5.116.495,26	60.801.714,31
PETROAMAZONAS EP (3)	4.279.581,39	3.938.862,62	4.428.433,94	4.342.830,66	4.581.496,02	4.519.968,90	4.892.666,06	5.099.532,49	4.701.028,12	4.796.170	4.377.626,98	4.801.049,01	54.965.059,31
PETROAMAZONAS EP BLOQUE 80	2.079.567,67	1.848.611,09	2.041.298,20	2.001.599,95	2.034.302,33	1.969.697,70	2.052.031,93	2.063.620,87	1.990.663,52	2.061.115	2.036.225,49	2.115.505,09	24.282.238,95
PETROAMAZONAS EP - BLOQUE 1 (1)	1.480,85	1.442,78	1.444,85	1.457,80	1.055,82	1.081,26	1.078,30	1.089,84	1.065,23	1.099	1.063,72	1.279,80	14.126,81
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	11.797.133,38	10.691.182,91	11.762.418,99	11.473.560,94	11.866.952,22	11.428.365,33	12.026.907,47	12.270.748,15	11.685.570,68	11.772.537,26	11.465.485,94	12.034.328,96	148.083.138,32
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
PETROAMAZONAS EP (1) (2)	5.277.143,58	4.817.187,17	5.443.249,52	5.381.930,16	5.640.563,83	5.512.069,58	5.687.088,97	5.734.370,96	5.371.962,87	5.904.327,14	5.462.907,58	5.773.968,54	79.007.389,90
PETROAMAZONAS EP (3)	4.796.279,50	4.459.948,69	4.827.226,77	4.589.545,28	4.585.179,34	4.377.951,19	4.851.182,14	4.326.796,63	4.183.933,44	4.145.892	4.144.774,01	4.081.157,51	53.279.836,94
PETROAMAZONAS EP BLOQUE 80	2.089.854,13	1.896.730,70	2.111.006,76	2.078.644,09	2.225.869,73	2.109.737,87	2.182.838,45	2.182.838,45	0,00	0,00	0,00	0,00	14.604.656,83
PETROAMAZONAS EP - BLOQUE 1 (1)	1.355,90	1.441,03	1.380,74	1.490,02	1.380,27	1.385,08	1.385,08	1.385,08	1.197,57	1.283,01	1.284,47	1.283,01	15.962,90
SUBTOTAL GAS ESTATALES Y MIXTAS	12.164.633,11	11.175.279,59	12.382.866,79	12.001.610,45	12.432.976,17	12.001.163,82	12.722.306,60	12.062.334,44	12.537.093,68	11.052.104,60	12.666.966,06	12.656.306,06	146.937.246,57
1.1 Centros de Fiscalización y Entrega													
OPERADORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE			