

Fuentes de energía en Colombia

Interesante estudio presentado como trabajo final por el señor Félix Mejía Arango, en el curso de "Geografía Económica de Colombia", que dicta el profesor Gabriel Trujillo U. en la Facultad.

Aunque las fuentes de energía mundialmente aprovechadas son hoy día muy variadas, se puede asegurar que solamente 3 sirven de base a la industria y a los transportes, o mejor, a la vida moderna. Son ellas: Electricidad, Carbón y Petróleo. En la energía nuclear, inmensamente más poderosa que las anteriores, no se puede confiar aún pues su control no se ha logrado.

Afortunadamente para nosotros, las condiciones geológicas y geográficas de nuestro suelo han hecho posible la existencia de las tres fuentes anteriormente anotadas. Posee pues Colombia bases firmes para el desenvolvimiento de sus necesidades industriales y sociales.

Energía Eléctrica. Al estudiar la generación de energía eléctrica tenemos que considerarla en sus dos fases industriales más importantes: Generación térmica y generación hidráulica.

Siendo Colombia un país montañoso y de precipitación pluvial relativamente alta, es lógico que cuente con excelentes posibilidades de energía hidráulica. El total aprovechable ha sido objeto de varios estudios y diversos datos se han calculado. El doctor Julián Cock da la cifra de 50.000.000 de H. P. Estudios de técnicos ingleses dan el dato de 100.000.000 de H. P. y hay quienes se colocan en el término medio. Yo me atengo al dato de la comisión inglesa, pues es de creer que por estar comisionados especialmente para ello, hicieron un estudio más concienzudo y detenido. Para 1938 se estimaron las necesidades del país en unos 240.000 k.w., que para 1944, considerando el aumento de población y no el desarrollo industrial, se elevarían a unos 300.000 k. w. Para esta fecha la capacidad de las plantas en estudio, en construcción y aprobadas se elevaba a la cifra de 207.000 kw. o sea un 69% de las necesidades inmediatas.

El Gobierno Nacional ha desarrollado un plan de electrificación que podemos resumir así: Oriente, aprovechamiento de los ríos Zulia, Lebrija, Cusiana, Saldaña Páez y Neiva. Sur. Los ríos Juanambú, Mayo, Palacé. Occidente. Los ríos Anchicaya, Calima, Añaime, Risaralda, Otún, San Juan (A), Buey y Río Grande. Todo esto con un costo de construcción estimado en 36'000.000.00 cifra que estimo demasiado optimista.

Los grandes capitales iniciales que exigen los montajes hidráulicos han limitado mucho su desarrollo entre nosotros. Sin embargo el factor vías de comunicación juega un papel muy importante en este problema, pues el transporte de combustibles desde los centros de producción impone precios muy difíciles. Así vemos, que con pocas excepciones se ha optado por la instalación de plantas hidroeléctricas pequeñas, de costo relativamente más bajo, y que satisfacen las necesidades de cada municipio o empresa. Solamente en los últi-

mos años se han iniciado los desarrollos grandes, para poder abastecer así sectores más extensos.

El número de las plantas de acuerdo con su potencia se distribuía así:

De	1—10	kw.	23%
"	10—20	"	18,4%
"	20—30	"	10,4%
"	30—40	"	9,1%
"	40—50	"	5,6%
"	50—70	"	5,4%
"	70—100	"	9,3%
"	100—150	"	5,2%
"	150—250	"	3,1%
"	250—500	"	3,5%
"	500—1.000	"	2,6%
"	1.000—2.000	"	2,8%
"	2.000—10.000	"	0,9%
"	10.000—40.000	"	0,7%

La simple observación del cuadro anterior corrobora lo antes expuesto. En ciudades y centros alejados de las regiones montañosas, tales como en el bajo Magdalena, en la Costa Atlántica y otros lugares, se ha impuesto la generación de energía térmica. El montaje de la planta térmica de Bogotá es en mi concepto un poco erróneo, pues como se verá más adelante, la operación es más costosa y por otra parte la región oriental de Colombia es la de más posibilidades de energía hidráulica.

El total de las plantas en servicio en 1945 era de 489 clasificadas así:

Hidráulicas	359	.....	81%
Térmicas	94	.....	19%

La capacidad total de estas plantas se elevaba a 161.400 kw., distribuidos así:

Para plantas hidráulicas	122.000	.....	69%
Para plantas térmicas	39.400	.....	31%

De este total, 42% corresponde a instalaciones oficiales y el resto a instalaciones particulares.

Las plantas térmicas están abastecidas por carbón y por aceites para motores Diesel. La planta de Barranca Bermeja quema gas natural, con vapor como intermediario. En 1945 funcionaban 96 plantas térmicas distribuidas así:

De petróleo	86	.....	88.3%
De vapor	10	.....	11.7%

Por kw. de capacidad se distribuían así:

Capacidad plantas de vapor	34.300 kw.	.....	87%
Capacidad plantas de combustión interna	5.100 kw.	.....	13%

(Estas cifras no son muy seguras, pues no pude conseguir datos acerca de la planta de Barranquilla).

Las plantas estudiadas o en construcción, contando los ensanches de Guadalupe y Barranquilla se distribuían así:

Hidráulicas	74%
Térmicas	26%

Por kw. de capacidad así:

Hidráulicas	216.324	97%
Térmicas	8.921	3%

Sería interesante entrar a estudiar, si es del caso, el montaje de plantas térmicas de gran capacidad en lugar de plantas hidroeléctricas. Los factores que considero más importantes en este problema son los siguientes:

- a) Los yacimientos de carbón están situados cerca de los centros de población e industria, como sucede en Bogotá, Cali y Medellín.
- b) La explotación de estos carbones se hace hoy por métodos rudimentarios, y habría necesidad de instalar montajes modernos y técnicos.
- c) El uso del petróleo en estas plantas no parece muy acertado por lo alejado de los yacimientos y por el precio equivalente a carbón más elevado.
- d) Los montajes térmicos son de costo inicial más bajo que los hidráulicos, pero de costo de explotación más alto y seguramente de vida más corta.
- e) De una explotación técnica de los carbones podría derivarse un buen beneficio, por la obtención de productos químicos, y podría hacerse exportación en algunos de los casos.

En todo caso el problema es muy complejo y no se puede dar una opinión acertada a primera vista.

Consumo y tarifas. Los datos de consumo son muy inciertos, pues seguramente por falta de medidores la mayoría de las plantas pequeñas no pudieron dar ningún dato. En 1943 solamente 121 de las 489 plantas informaron sobre ventas de energía dando un total de 342.529.102 kwh, de los cuales un 43 por ciento correspondió a Antioquia. De los datos obtenidos de las tres empresas que dominan la producción en grande escala se pudo observar un enorme aumento de 1933 a 1944. En 1933, 72.123.000 kw., que para 1944 se había elevado a 338.233.000 kwh. En 1945 la generación en Medellín alcanzó a la cifra de 182.082. 526 kwh cuyo consumo se distribuyó así:

Residencial y rural	37,1%	Alumbrado exterior	3,4%
Industrial	29,5%	Alumbrado público	2,3%
Pérdidas	15,9%	Otros Municipios	2,3%
Comercial	5,9%	Tranvía Municipal	2,0%
Limitadores	0,01%	Municipio de Medellín	1,5%

La aplicación de tarifas de consumo en el país varía con la localidad y con el uso que de la energía se haga, teniendo en general un carácter proteccionista a la gran industria. En Medellín, con cargo fijo de \$ 1,00 por kw. de demanda las tarifas de consumo son las siguientes: Para pequeñas industrias, o sea donde los motores no excedan de 3 kw., \$ 0.015 kwh.

En industria grande el consumo se paga así:

D Y N A

consumo por demanda en kwh.	primeros 200.000 kwh.	siguientes 300.000 kwh.	Excedentes
1 — 300	0,020	0,019	0,018
350			
400		valores intermedios	
450			
500 o más	0,18	0,17	0,016

o sea, que a mayor demanda y a mayor consumo corresponde menor tarifa.

En el servicio residencial, el cargo fijo se cobra por el avalúo de la propiedad, a razón de \$ 0.30 por cada \$ 1.000 y el consumo se cobra a razón de \$ 0,007 por kwh. Para los otros servicios existen tarifas diferentes, que no es del caso poner en este estudio.

La tarifa en Bogotá es variable con la hora y el servicio industrial varía de \$ 0,025 de las 24 a las 18 horas, hasta \$ 0,12 durante el resto del día. Los servicios de calefacción y alumbrado residencial se cobran por separado, con contadores instalados para cada uno.

La tarifa en Cartagena, caso típico de planta térmica se aplica más o menos así para los distintos servicios:

General (Doméstico, comercial y otros): \$ 0,15 por kwh., por los primeros 30 kwh. consumidos durante el mes. Para 330 kwh. o más durante el mes la tarifa es de \$ 0,05 por kwh. Entre los dos valores anteriormente anotados existen valores intermedios. El cargo fijo varía con la capacidad del contador.

Fuerza Motriz. El servicio sólo es suministrado de 12 a.m. a 6 a.m., con una tarifa de \$ 0,02 kwh. durante el mes. El cargo fijo es de \$ 3.00 por el primer H.P. y \$ 0,75 por los H.P. o fracción siguientes, mensualmente.

La generación de kwh., le costó en 1945 a la Empresa de Energía Eléctrica de Medellín \$ 0,002, contando únicamente las plantas hidráulicas y el sostenimiento de la planta térmica que no trabajó durante el año. En 1942, el kwh. generado en la planta de vapor le costó \$ 0,035; el precio de venta en 1945 fue de \$ 0,0055, es decir, que derivó una utilidad de 0,0035 por kwh al mes. El precio de venta para la industria en el mismo año fue de \$ 0,0201 por kwh.

CARBON

Entremos ahora a estudiar los carbones en Colombia como fuente de energía.

Orígenes. Los carbones estudiados en Colombia son del Cenozoico, exceptuando los del Valle del Cauca que parecen ser del Mioceno-Plioceno. pertenecen casi todos a dos pisos característicos: el del Opón en el valle del Magdalena, y el de Guaduas en la cordillera oriental. En la mayoría de los casos son del tipo bituminoso o subbituminoso, aunque por su edad debían ser lignitos. Lo que pasa es que los intensos movimientos tectónicos de los Andes los han transformado, hasta el punto de encontrarse depósitos locales de destilación, como las antracitas del Zancudo.

Son todos muy pobres en fósiles y solamente en algunos se encuentran restos de hongos que indican las condiciones de formación.

Características. El carbón es generalmente de un negro brillante, de fractura conchoide en bloques irregulares. El porcentaje de cizco que se presenta en la explotación es generalmente de 30 a 50%, pero creo que esto no sea característico de los carbones, sino una consecuencia de los métodos de explo-

tación. Solamente los carbones del Valle del Cauca son verdaderamente frágiles y deleznables. En todos los yacimientos el contenido de cenizas es bajo, pero el de azufre es más bien alto, pasando de 2½% en algunos casos. En cuanto a la potencia calorífica se conocen muchas variedades de carbones. En general es alta para la edad, pero no alcanza los valores de los carbones característicos del "carboniano".

Grosse da para los de la cordillera Central valores desde 5.100 hasta 6.300 calorías, con materia volátil de 38 a 40%. En la cordillera Oriental los valores oscilan entre 4.200 y 6.000 calorías, con materias volátiles del 32 al 39%. Los datos de la cordillera Occidental son muy inciertos, pero se conocen carbones de 5.700 hasta 7.000 calorías, con materia volátil hasta 42% (región al N. W. de Río Sucio). En los laboratorios de la Facultad de Minas se han analizado carbones de la zona Cali-Buenaventura, de 8.000 calorías.

La coquización es muy variable. En un mismo yacimiento, carbones de un manto coquian y los de los mantos vecinos no. Y aún, como sucede en Antioquia, la facilidad de coquización, es variable a lo largo y a lo ancho de un mismo manto.

Yacimientos. En general los mantos son de un espesor medio. Varía entre metros 0,6 y metros 2, y los hay hasta de 3½ metros pero son una rareza.

Con excepción de la cordillera de Baudó se encuentran en todas las otras cordilleras. Los más ricos yacimientos en la cordillera oriental, que se extienden desde Fusagasugá hasta Cúcuta y el río César. Las regiones carboníferas de importancia son las siguientes: La región de Antioquia que a más de los yacimientos S.W. comprende los de Urabá, que están sin estudiar pero que se cree sean de poca importancia comercial. La región de Caldas, con yacimientos en Río Sucio y Quinchía. La región del Valle del Cauca, cuyos yacimientos se extienden desde Cali hasta el dintel de Suárez, y más al sur aún los yacimientos carboníferos de la Plata. Los yacimientos de la cordillera oriental ya fueron mencionados. Se conocen también los de la Sierra Nevada de Santa Marta y Fonseca en el departamento del Magdalena. Los hay también en el departamento del Huila pero de escasa importancia.

El estudio detallado de estos yacimientos es muy largo y laborioso, y me abstengo de hacerlo ya que en diversos textos y boletines del Gobierno Nacional se encuentran casi todos.

Reservas y explotación. La estimación de las reservas de carbón en Colombia es muy difícil puesto que los yacimientos no están totalmente estudiados. Esto se ve de las cifras que a continuación se dan:

Pereira Gamba, coincidiendo con un congreso de geología y minas de el Canadá, da el valor de 27.000.000.000 toneladas. Grosse y otros calcularon solamente las reservas de la cordillera Occidental y Central en este número. Por lo tanto, y de acuerdo con los estudios de la sección de geología del Ministerio de Minas no es exagerado calcular el total en unas 60 o 70 mil millones de toneladas. Pero como se dijo anteriormente, no hay ninguna base para tal afirmación.

Con relación a los datos parciales también hay muchas diferencias, pues como sucede con los yacimientos de Antioquia, que están relativamente bien estudiados, unos calculan en 2.500.000.000 de toneladas mientras que otros lo hacen en 4.500.000.000 de toneladas. Los del Valle del Cauca se estiman en 1.500.000.000 de toneladas, y los de la cordillera Oriental son verdaderamente invaluables por falta de estudios.

Las cifras anteriores nos colocan a la cabeza de los poseedores de carbón

en latinoamérica, pero aunque parezca mentira, nuestra producción es ínfima comparada con la de otros países y con nuestras necesidades.

La producción es difícil de avaluar, por falta de control. Sin embargo, el volumen movido por los ferrocarriles del país podría servirnos de base. En 1935 este transporte llegó a 378.036, aumentando hasta 403.345 en 1941. Con esta base se calcula que la producción en la actualidad llega a unas 700 u 800.000 toneladas.

La exportación ha sido restringida casi en su totalidad por tres factores a saber: a) deficiencias en los sistemas de transporte, b) deficiencias en los sistemas de explotación. c) calidad del producto. El Gobierno nacional que comienza a interesarse en este renglón de nuestra economía, ha iniciado el estudio de los yacimientos de Cerrejón en el departamento de Magdalena, que parece rendir carbones de buena calidad y que están favorablemente situados.

En segundo lugar con referencia a la exportación, el Gobierno coloca las carboneras de Antioquia, cuyos carbones tienen características semejantes a las del tipo Cardiff. Los yacimientos se encuentran y se explotan en la actualidad al pie del ramal que empalma con el F. C. del Pacífico. Se estima que no es difícil colocar este carbón en Buenaventura a \$ 14.00 tonelada., precio razonable si se tiene en cuenta que el Brasil compró carbón a los Estados Unidos en 1941 a \$ 28.00 tonelada. C. I. F. Río de Janeiro. El Lloyd Brasilerio compra carbones que paga a \$ 34.00 C. I. F. Río de Janeiro. En la Argentina casi con seguridad se puede colocar a \$ 28.00 C. I. F. Bs. Aires.

Los carbones del Valle del Cauca, que evidentemente presentan más facilidades para la exportación, tienen la desventaja de ser muy frágiles, inconveniente que se podría subsanar con un procedimiento de aglutinamiento. Este procedimiento recarga el precio a \$ 12,00 C. I. F. Buenaventura, sin contar el precio del equipo. Es decir, que quedarían en las mismas condiciones de los de Antioquia, y con muchas más complicaciones. En los carbones de la cordillera oriental no hay que pensar, pues la serie de transportes y transbordos sucesivos elevan el precio a \$ 34,00 C. I. F. Barranquilla. Los otros carbones exportables, como los de Urabá y los del curso medio del Magdalena, no están estudiados. Otras dificultades que se presentan entre muchas son: la carencia de un embarcadero propio para carbones, y la mala localización de Buenaventura como puerto de embarque.

Precios en el interior. Los precios en el interior varían con la localidad y con la destinación pues es lógico que a los ferrocarriles les resulte más barato que al consumidor ordinario. En 1938 los ferrocarriles pagaron el carbón así:

F. C. de Antioquia \$ 3,66 tonelada. F. C. de Cundinamarca \$ 8,00 — 8,20 tonelada. F. C. del Pacífico \$ 6,46 tonelada. Como se ve el F. C. de Antioquia pagó más barato que los otros, cosa que es lógica pues explota carboneras propias. El precio de 3,66 lo consiguió así:

Extracción, transporte y cargue \$ 1,27. Varios \$ 2,39. Para carbón empacado en sacos.

Si pudiera evitarse el transporte en sacos y por lo tanto todos sus inconvenientes, estos varios podrían reducirse a \$ 1,90 y el carbón podría colocarse en Medellín a \$ 5.00 aproximadamente, y no a 6,10 como cuesta en realidad.

Si a los precios de los ferrocarriles sumamos los transportes, embarque y otros, conseguiremos el valor en las distintas ciudades:

Medellín \$ 6,10, Bogotá \$ 10,00 (no se usan empaques), Cali \$ 8,00.

Nota:—Estos precios son para época que fue normal económico. En la actualidad es imposible conseguirlos, y como muestra está el carbón de An-

gelópolis que lo vende la Cooperativa Hullera a \$ 9,60, colocado en la estación Las Minas.

PETROLEO

Las posibilidades de Colombia en petróleos son bastante buenas. Se puede encontrar petróleo en todos los valles y depresiones interandinos y periféricos, sin contar las posibilidades que ofrecen las cabeceras de las cordilleras en los llanos orientales. Lo que no se sabe es si estos yacimientos son económicamente importantes.

Una cifra estimativa de las reservas de petróleo en Colombia, sería totalmente inútil, puesto que las exploraciones llevadas hasta hoy son muy incompletas. Se puede asegurar sí que ocupa el segundo lugar en Latino América.

Desgraciadamente, el inconveniente del capital, que puede decirse se presenta siempre a cualesquiera iniciativa industrial de alguna magnitud en Colombia, ha limitado mucho los beneficios que el país puede derivar de su petróleo. A pesar de que esta industria se ha desarrollado hasta el punto de colocarnos en el octavo lugar en la producción mundial, lo ha hecho mediante el capital extranjero, que lleva todo el producido al exterior, perdiéndose así un capital que podía quedar entre nosotros. Y para colmo de males al terminar en 1951 la concesión a la Tropical Oil Company, el país no estará preparado para recibir una industria tan grande, y una renovación de la concesión se hace evidente. Solamente en los últimos años el capital particular ha tomado la iniciativa, con resultados en un principio deprimentes, pero actualmente muy halagadores.

Exploraciones. En vista de que el agotamiento de las fuentes de petróleo, se hace evidente, especialmente en Norte América, las exploraciones en Latino América han tenido un gran incremento en los últimos años. Entre nosotros la Ley 37 de 1931, ha protegido enormemente este renglón, aunque es muy exigente en algunos puntos, puesto que ordena que durante los 3 años que dura el período, el concesionario está obligado a instalar y a tener en funcionamiento un equipo de perforaciones, con los consiguientes inconvenientes económicos.

Las propuestas de explotación y exploración llegadas al Ministerio de Minas desde 1931 hasta esta fecha, fueron 455, de las cuales solamente 181 se aceptaron. Estas cubren un área de 8.588.380 hectáreas, que sumada a las concesiones Barco y Mares, nos da un total de 18.741.601 hectáreas activas. De estas propuestas solamente 30 han pasado a ser contratos de los cuales hay 5 todavía en tramitación.

Exploraciones se han adelantado en Antioquia, Arauca, Atlántico, Boyacá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Goajira, Magdalena, Norte de Santander, Nariño, Valle, Vaupés, Vichada. Las exploraciones han sido todas geológicas y gravimétricas. Sólo en Antioquia, Magdalena y la Goajira se han efectuado exploraciones sismográficas.

Perforaciones. Hay que hacer la distinción entre perforaciones de exploración y perforaciones de explotación. Por lo tanto, como es de esperar, la productividad de las primeras debe ser mucho más baja que la de las segundas. En diciembre de 1944 el total de pozos perforados ascendía a 1.527 distribuidos así: productivos 1.340; secos 187. Es decir que un 87,75%, son productivos. En cambio, de los pozos de exploración únicamente 62,5% resultaron productivos. El porcentaje de pozos secos ha disminuido con los adelantos en la técnica de las explora-

ciones preliminares. La Tropical Oil Company logró en 1943 un 94,5% de pozos productivos.

La profundidad acumulada de todos los pozos alcanzó la cifra de 4.050.589 pies, o sea una profundidad media de 2.600 pies por pozo aproximadamente.

Producción. La producción de petróleos en Colombia ha seguido una línea sinuosa ascendente, desde 1921 hasta la actualidad. La cifra más baja corresponde a este año con 66.750 barriles de 42 galones, y la más alta a 1940 con 23.863.248. El total acumulado hasta 1945 fue de 371.567.129. El porcentaje más alto sobre el producido mundial lo alcanzó en los años de 1927 y 1940, con 1,19%, colocándose en octavo y noveno lugar respectivamente.

La producción hasta 1939 dependió únicamente de la Tropical Oil Company. En este año entró a producir la Colombian Petroleum Company. En 1941 la Compañía Colombiana de Petróleos el Cónedor. En 1943 las compañías Valle del Magdalena y Estrella Colombiana y en 1944 la Compañía del "Sindicato de Inversiones".

Del colapso sufrido por la producción en 1942 con 10.619.628 barriles, debido al conflicto mundial, ha logrado reponerse y en 1945 alcanzó la cifra de 22.903.731.

Refinación. La refinación se lleva a cabo por medio de las dos únicas plantas existentes en el país: La de Barranca Bermeja con capacidad de 12 a 13.000 barriles diarios, y la de Petrólea con capacidad de 700 barriles diarios. El total anual ha subido también a partir de 1921, año en que alcanzó la cifra de 5.770 barriles, hasta 4.228.625 en 1945. El total acumulado sube a 49.571.242 barriles.

Los productos de refinación se han distribuido así para el total hasta 1944 para las dos refinerías.

Gasolina ordinaria	11.168.320
Gasolina etílica	441.371
Nafta	25.859
L. P. L. E. S.	27.908
Tractorina	268.245
Petróleo refinado	2.059.640
Gas Oil (A. C. P. M.)	1.622.544
Crudo reducido	2.310.464
Petróleo absorbente	77.093
Aceite para transformadores	919
Fuel Oil (A. C. P. C.)	25.730.945
Residuo	186.008
Afaltos	606.502
Mermas	412.425

Precios para combustible. Estos precios máximos para 1944 y principios de 1945 fueron precios de venta, sin contar impuestos, utilidades de revendedor y otros gravámenes. Como un ejemplo la gasolina para motor, que Troco coloca en la estación de servicio a \$ 0.24570, le sale al consumidor a \$ 0.42. Para ventas al por mayor los precios son algo más bajos.

	1944	1945
Gasolina etílica de 90 octanos	0,30537	no se cotizó
Gasolina etílica de 87 octanos	0,26600	0,26676 (1)
Nafta para motores de gas	0,22750	0,22815
Gasolina Motor	0,24470	0,24570
Gas Oil (A. C. P. M.)	0,15750	0,15795
Tractorina	0,16590	0,16673
Fuel Oil (A. C. P. C.)	0,03095	0,03095 (2)

Exportación. La exportación se ha hecho mediante los oleoductos existentes a saber: El de Andian National Co., que va de Barranca Bermeja a Mamonal en la bahía de Cartagena; y el de South American Gulf Oil Co. que va de Petrólea a Coveñas, en el Golfo de Morrosquillo.

Se observa en la exportación una línea sinuosa que comienza con 4.637.976 en 1926 y se eleva a 22.423.840 barriles en 1940. En este año comenzó a descender hasta 7.366.459 en 1942, para subir de nuevo a 19.487.139 en 1945.

El total acumulado hasta 1945 alcanza a 323.634.829, o sea un 87% del producido total y con un valor de \$ U. S. 369.620.343.

Gas Natural. El problema del gas natural es uno de los más delicados en las explotaciones de petróleo y entre nosotros el Gobierno no ha llevado la supervigilancia necesaria en estos casos. La pérdida de la presión interna de los depósitos puede hacer la producción demasiado difícil y costosa. Por otra parte el tratamiento de gas natural trae beneficio a la explotación, al obtener de él gasolina natural y servir de combustible. Las plantas de la Tropical Oil Company obtuvieron en promedio 1,59 galones de gasolina natural por cada 1.000 p' cúbicos tratados. El total del gas obtenido se distribuyó así de 1927 a 1944 en pies cúbicos:

Gas tratado en las plantas.....	289.662.519
Mermas producidas en el tratamiento.....	82.851.097
Gas usado como combustible.....	70.736.927
Gas devuelto a las estructuras	100.147.647

El total en galones de gasolina natural obtenida en este tratamiento alcanzó a 459.722.

En las explotaciones de la Colombian Petroleum Co. de 5.320.848 pies cúbicos obtenidos se consumieron 756.328 y se liberaron a la atmósfera 4.564.520, o sea que no se devolvió al terreno ni un sólo pie cúbico.

CONSIDERACIONES GENERALES

El estudio del aprovechamiento de las fuentes de energía en Colombia se hace bastante complejo por la infinidad de factores que influyen en él. Por otra parte el uso que se le va a dar a la energía señala muchas veces la fuente que se debe usar. *Fuerza Motriz.* Partimos de la base que la fuerza motriz utilizada hoy día en la industria se obtiene de motores eléctricos, y por lo tanto este debe ceñirse a la producción de energía eléctrica. Vimos que en Medellín el

(1) — En camiones tanques de menos de 6.000 galones.

(2) — A granel en barriles \$ 1,20.

valor de estudio generación del kwh en una planta térmica era de \$ 0,035, mientras que la energía eléctrica adquirida a la Empresa Oficial se pagó a razón de \$ 0,021. Luego la economía por el último concepto es evidente. Pero no en todas partes ocurre lo mismo, pues como se estudió ya, la energía eléctrica obtenida de fuentes ajenas resulta a precios muy altos e inclusive no se la suministra durante las horas del día como ocurre en Cartagena.

Plantas hidráulicas propias, como la de Cervecería Unión en Medellín rara vez se presenta la oportunidad de montarlas, y ésto sólo se consigue a costa de grandes inversiones.

En cuanto a la energía utilizada en los transportes, transcribiré unos apartes del estudio del doctor Carlos Gómez Martínez, que indican a cabalidad las ventajas y desventajas de uno u otro combustible:

COMBUSTIBLES USADOS EN LOS FERROCARRILES NACIONALES

Consumo anual de carbón

Empresas	Toneladas	Precios por toneladas
F. C. del Pacífico	57.688	6,46 en dep. en Chipichape.
F. C. de Girardot	20.877	10,16 en Girardot.
F. C. del N. sec 2 ^a	14.913	8,17 en Bogotá.
F. C. de Nordeste	12.600	8,20 en Bogotá
F. C. de Cundinamarca	19.200	8,07 en Bogotá
F. C. de Antioquia	17.860	3,66 cargado en trenes.
TOTAL.....	143.138	

Consumo de Fuel-Oil

Empresas	Bariles	Precio por barril
F. C. del Pacífico	37.800	3,24 en Buenaventura.
F. C. de Girardot	51.428	1,75 en el Puerto.
F. C. del N. sec 1 ^a	25.554	1,50 en Puerto Wilches
F. C. de Barranquilla	12.714	1,51 en el Puerto.
F. C. de Antioquia	73.582	1,30 en Puerto Berrio.
TOTAL.....	201.078	

En el ferrocarril de Antioquia en el año de 1938 las locomotoras hicieron los siguientes recorridos.

Primera División

	Kmts.	Costo
Recorrido con Fuel-oil	574.678	\$ 73.083.79
Recorrido con carbón	331.673	" 29.876.27

Segunda División

Recorrido con Fuel-oil	168.990	\$ 23.572.83
Recorrido con carbón	206.755	" 23.711,82
Total recorrido con fuel-oil	743.668	
Total recorrido con carbón	538.428	

El costo de combustible por locomotora kilómetro en el F. C. de Antioquia fue pues de:

	Primer División	Segunda División
Fuel-oil	\$ 0,13949	\$ 0,12543
Carbón	" 0,09005	" 0,11468

Las ventajas de usar fuel-oil sin tomar en cuenta los costos respectivos son las siguientes:

- 1 El manejo y almacenaje es más barato y más fácil.
- 2 La presión del vapor puede mantenerse a cualquier nivel con mayor facilidad. Con el uso del fuel-oil puede obtenerse una presión de 150 libras más o menos media hora partiendo de agua fría.
- 3 La eficacia y la capacidad de la caldera son mayores.
- 4 El espacio para almacenaje de fuel-oil en las locomotoras es la mitad del que se necesita para carbón.
- 5 El fuel-oil almacenado no pierde valor calorífico como el carbón.
- 6 En el uso del fuel-oil no hay problemas con ceniza, se eliminan los incendios que suelen ocurrir al paso de trenes que queman carbón, los coches de pasajeros son más limpios y estos sufren menos molestias.
- 7 En caso de emergencia puede sobrecargarse más una locomotora que use fuel-oil.

Estas ventajas explican que en los ferrocarriles se acepte un sobre costo razonable por el uso del petróleo. Pero si el carbón se abarata se ganará más consumo.

Nota.—No es base absoluta de comparación entre los combustibles el costo de la locomotora kilómetro y, por consiguiente, esta unidad debe usarse con cautela pues se supone que las locomotoras han viajado a toda carga, dando todo su poder de arrastre, lo que en la práctica no es posible. El costo de la tonelada kilómetro, por razón del combustible si lo dieran nuestras estadísticas podría ser más útil, pues es el factor efectivo del aprovechamiento económico de la tracción.

Debe tenerse en cuenta también la clase de transporte que se efectúe, es decir, de pasajeros o de carga, de trenes mixtos y de carros vacíos, gradientes de las líneas férreas etc. Por eso muchos ferrocarriles usan aceite combustible en determinadas secciones de la vía y para ciertos trenes de pasajeros y de carga y en otras secciones usan carbón mineral.

Una comparación técnica para que sea exacta, tiene que hacerse considerando todos los factores del caso.

Teniendo en cuenta únicamente el costo de los combustibles relacionado con el poder calorífico, sin tener en cuenta las circunstancias particulares del uso a que se destinan, entre el fuel-oil y el carbón mineral podría hacerse la siguiente comparación:

Aceite combustible y carbón Colombianos.

Valor en B. T. U. del fuel-oil fabricado por la Tropical Oil Company 19.100
B. T. U. por libra.

El fuel-oil pesa 7,75 libras por galón, o sea que el poder calorífico de un galón es 148.025 B. T. U. por galón.

Un barril de fuel-oil contiene 42 galones, es decir que se obtienen 6.217.050 B. T. U. por barril.

Valor en B. T. U. de una tonelada de carbón mineral usando un promedio de 10.000 por libra, 22.040.000 B. T. U. por tonelada métrica.

Basándose en los datos anteriores obtenemos la relación calorimétrica de una tonelada de carbón con un barril de fuel-oil que vale:

$$\frac{22.040.000}{6.217.050} = 3,54$$

Si consideramos el precio del fuel-oil como en el ferrocarril de Girardot a \$ 1,75 por barril el precio equivalente del carbón sería de \$ 6,20 la tonelada.

A \$ 1.30 el barril de fuel-oil como en el ferrocarril de Antioquia, el carbón debería valer \$ 4,60 la tonelada dentro de las especificaciones dichas.

Félix MEJIA ARANGO
Alumno de la Facultad

BIBLIOGRAFIA

Boletín de minas y petróleos. (19-42-1943-1945-1946). — C. Gómez Martínez. Anales de ingeniería Vol. 48. — Estudios geológicos. Tomo II. — P. Villa. Geografía de Colombia. — Memoria de O. O. P. P. 1944. — Empresa de Energía Eléctrica. Archivo e informes de gerencia. — L. Villa C. Estudio de plantas eléctricas. — H. Garcés. Notas. — Boletín de economía y estadística 1945.