

REUTILIZACION DE ACEITES SERVIDOS EN LA INDUSTRIA DISERURGICA

Nicolás Guevara, Franklin Marcano
Tony López
C.V.G. Siderúrgica el Orinoco (SIDOR).

RESUMEN

Aceites lubricantes servidos se mezclan con fuel-oil en una proporción 20/80 y se emplean como combustible en los hornos Siemen-Martin de SIDOR (Estado Bolívar, Venezuela).

Los resultados obtenidos son similares al empleo de fuel-oil puro.

Se consigue de esta forma un ahorro de energía y la eliminación de un producto cuyo descarte contamina el medio ambiente.

ABSTRACT

Used lubricant-oils and fuel-oil are mixed in a 20/80 proportion and used as fuel on the Sidor Siemens-Martin furnaces (Estado Bolívar, Venezuela).

The obtained results are similar to those when pure fuel-oils is used.

In this way not only it is obtained energy savings but also is eliminated air pollution.

INTRODUCCION

Concientes de la necesidad de conservar los recursos energéticos, además del medio ambiente, la C. V. G. Siderúrgica del Orinoco, C.A. (SIDOR), ha iniciado un programa de reutilización de aceites, una vez cumplida su función lubricante en los equipos en que se usan.

El reaprovechamiento de este producto, representa para la empresa grandes logros desde el punto de vista económico, así como la minimización del daño al medio ambiente ecológico, producido en este caso por la descarga de estos aceites a vertederos hidrográficos situados en las cercanías de la planta.

La reutilización, consiste en mezclar estos aceites con el fuel-oil, en proporciones tales que permitan el máximo consumo de este producto considerado como desecho en planta. Para esto, y durante el período correspondiente al mes de agosto de 1985-julio 1986, han sido evaluadas mezclas de hasta un 20% de aceite + 80% de fuel-oil, de una manera de determinar su comportamiento, como combustible en los hornos Siemens Martin de SIDOR.

Los resultados han sido bastante prometedores desde el punto de vista de las características físicas y químicas de las mezclas, así como de la variación obtenida en los parámetros metalúrgicos-operativos de las coladas de acero evaluadas.

Con esta alternativa, por primera vez experimentada en Venezuela aunque aplicada en otros países con resultados favorables (1), se viene a cumplir con el programa de reducción de costos establecido en planta.

En este orden de ideas, actualmente se está desarrollando una logística de recolección de aceites usados en planta, con el fin de almacenarlos para su posterior uso como combustible al ser mezclado con el fuel-oil. De igual manera, se están realizando las primeras tentativas a nivel de análisis, a fin de encontrarle a estos aceites un nuevo uso hasta su total degeneración, lo que representa para la empresa un sustancial ahorro en la economía de sus procesos.

DESARROLLO

Para la escogencia de un combustible a ser empleado en los procesos de aceración, deben ser analizados variados aspectos. Entre ellos tenemos:

- a. La gravedad específica en grs./cm³.
- b. El punto de inflamación o de ignición (°C).
- c. La viscosidad (variación de la fluidez del combustible con la temperatura).
- d. Agua y sedimentos (elementos del combustible).
- e. Agua (disuelta en el combustible).
- f. Porcentaje de azufre presente en el combustible.
- g. Potencia calorífica (capacidad calorífica del combustible en Kcal./kgs.).

Una vez cumplidas con las características requeridas para cada caso se puede garantizar la calidad del combustible estudiado.

Actualmente en la Acería Siemens-Martin de SIDOR se utiliza el fuel-oil tipo IF-60 procedente de CORPOVEN, el que posee según especificaciones un porcentaje máximo de azufre de 2.4% y una potencia calorífica cercana a las 9.700 kcal./kgs.

La experiencia, aquí analizada, consistió en mezclar aceites lubricantes servidos con el fuel-oil en una proporción igual a 20% aceites + 80% fuel-oil, para posteriormente ser utilizada como combustible en los hornos Siemens-Martin de SIDOR.

A continuación se muestran las características tanto físicas como químicas de los aceites utilizados, y del fuel-oil antes de mezclar.

Características físicas y químicas del aceite lubricante, del fuel-oil y de las mezclas evaluadas.

La tabla I, es una tabla comparativa de las principales características reportadas según análisis de Laboratorio de los aceites, del fuel-oil y de la mezcla obtenida. El rango mostrado corresponde a los valores máximo y mínimo reportados antes, durante y después de la evaluación.

Nótese que la mezcla con respecto al fuel-oil posee:

- a. Más baja viscosidad (< 29 S. U. S.)
- b. Semejante gravedad específica (≈ 0.93 grs./cent³.)
- c. Semejante porcentaje de aguas (0.3 - 0.5%)
- d. Más alto punto de inflamación ($> 100^{\circ}\text{C}$)
- e. Más alta potencia calorífica (≈ 9.885 Kcal./kgrs. en promedio).
- f. Semejantes porcentajes de sólidos ($< 0.05\%$)
- g. Mayores grados API (> 19.1 API)
- h. Menores porcentajes de azufre ($1.96 < x < 2.1$)

El porcentaje de cenizas es de cierta consideración en este caso.

La mezcla posee características de combustible obteniéndose ventajas con respecto al fuel-oil; a saber: una menor viscosidad, un incremento en su potencia calorífica, y más bajos niveles de azufre.

Flujograma del aceite servido en planta:

En la figura 1, se muestra un diagrama de bloque que representa la trayectoria que siguen los aceites servidos en planta.

Nótese cómo la disposición final de estos aceites es a ser quemado conjuntamente con el fuel-oil a ser reusado (a muerte), o eliminado a través del drenaje interno o de relleos sanitarios situados en las cercanías de la planta.

Tipo, procedencia y porcentajes de aceites involucrados en la producción de las mezclas:

En la Figura 2, se muestra esquemáticamente tanto los sitios de procedencia así como los tipos y porcentajes de aceites involucrados en la fabricación de la mezcla aceite-fuel-oil anteriormente mencionado.

Nótese como los mayores porcentajes de aceites son del tipo hidráulico o dieléctrico (estaciones eléctricas-transformadores), y automotor en menor escala.

Parámetros metalúrgico-operativo obtenidos por colada de acero en la Acería Siemens-Martin.

Patrones de carga utilizados durante la evaluación

En la figura 3 se muestran los patrones de carga promedio utilizados durante la evaluación. Nótese las pequeñísimas variaciones existentes en los períodos evaluados.

Algunos parámetros metalúrgicos durante la evaluación.

En la tabla II, se muestran algunos parámetros metalúrgico-operativos de las coladas evaluadas. Nótese la variación obtenida tanto en los tiempos de colada por período evaluado, así como también en los porcentajes de azufre de fusión y de sangría (Ver Figura nº 4).

En la figura 5 a su vez, es mostrado el consumo de combustible promedio, así como también el consumo máximo y mínimo encontrado durante la evaluación. Los valores más bajos fueron obtenidos para el período en que fueron evaluadas las mezclas.

DISCUSION DE RESULTADOS.

Características de las mezclas evaluadas:

Analizando las pruebas y propiedades del combustible y de los aceites utilizados, mostradas en la Tabla I, se puede concluir que la mezcla involucrada (20% aceite y 80% de fuel-oil), presenta características análogas al del fuel-oil normalmente utilizado en los hornos de la Acería Siemens-Martin. Aún así, se obtienen algunas ventajas adicionales, como lo sería un mayor poder calorífico, un mayor punto de inflamación, una menor viscosidad y un menor porcentaje de azufre.

No obstante, durante la evaluación se presentó un problema relacionado al manipuleo en general de las mezclas (específicamente en el bombeo de este combustible a través de tuberías, hasta los quemadores de los hornos).

Parámetros metalúrgico-operativos de las coladas evaluadas.

Tal y como se muestra en la Tabla II, la principal diferencia entre los tiempos operativos de colada a colada durante los períodos evaluados, se debe en gran parte a demoras ocurridas durante el procesamiento de la colada. No obstante, es importante señalar que la gran variedad de aceros producidos en planta afecta la obtención de iguales tiempos de colada a colada específicamente.

Otro parámetro el cual afecta notablemente el tiempo de la colada es el nivel de azufre. Este nivel de azufre va a depender directamente del nivel de azufre en el combustible, todo el azufre es oxidado a SO_2 y SO_3 (3). El simple contacto entre estos gases y la chatarra de acero, propicia la formación del FeS originando con esto un incremento adicional del nivel de azufre en el acero líquido lo que trae como consecuencia incrementos en el consumo de Cal y de Caliza, así como de los tiempos de afino de la colada y las limitaciones en la diversidad de tipos de acero por fabricar.

Como es elocuente en la figura 4, con el uso de las mezclas se obtienen similares niveles de azufre al obtenido durante un período en el cual se utilizó 100% fuel-oil. No obstante, durante las evaluaciones realizadas, se ha notado una más baja velocidad de desulfuración de la colada, para cuando se han utilizado las mezclas. Esta causa puede ser atribuible a la presencia de cenizas (en los aceites) las cuales, en su mayoría, son de carácter sulfurosas. Esta propiedad de los aceites será estudiada en futuras evaluaciones.

Con respecto al consumo específico de combustible en Kgs./tal; la diferencia notada en la Tabla II y en la figura 5 (se obtuvieron menores consumos \approx a 10% cuando se evaluaron las mezclas con 20% de aceite) se debió en gran parte a la baja producción de acero líquido promedio por colada, obtenida en los períodos en donde se usó el fuel-oil exclusivamente.

Es por esto que la razón obtenida al dividir consumo en kilogramos entre producción de acero en toneladas, se incrementa al disminuir la producción de acero considerada.

De igual manera, no se debe rechazar la idea de que de alguna u otra forma, la mayor potencia calorífica obtenida en la mezcla con fuel-oil debida a los aceites (P.C. > 403 Kcal./kgs.) haya influenciado favorablemente el consumo de combustible obtenido.

Lo anteriormente mencionado, puede ser corroborado desde el siguiente punto de vista:

Mezcla = 20% aceite + 80% fuel-oil.

Consumo (kgs./tal.) obtenido = 29

Producción de acero líquido = 290 tons./colada.

Luego: 29 kgs./tal. x 290 tons. = 8.410 kgs. de
combustible consumido por
colada en promedio.

Las kilocalorías aportadas por cada elemento por separado sería:

$$\text{Aceite} = 20\% \times 8.410 \frac{\text{kgs. de mezcla}}{\text{Colada}} \times 10.130 \frac{\text{kcal.}}{\text{Kgs.}}$$

$$= 17.038.660 \frac{\text{kcal.}}{\text{kgs.}}$$

$$\text{Fuel-oil} = 80\% \times 8.410 \frac{\text{kgs. de mezcla}}{\text{Colada}} \times 9.727 \frac{\text{Kcal.}}{\text{kgs.}}$$

$$= 65.443.256 \frac{\text{kcal.}}{\text{kgs.}}$$

$$\text{TOTAL} = 82.481.916 \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kgs.}}$$

* Máximos valores. Tabla I.

Esto implica que:

$$17.038.660 \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kgs.}}$$

representan aprox. 1.752 kgs. de fuel-oil

y 1.682 kgs. de aceite

Diferencia = 70 kgs. de F.O. sustituido por colada.

Esta diferencia, representa que, teóricamente, la sustitución del fuel-oil por aceite (en un 20%), desde el punto de vista de potencia calorífica, garantiza de antemano un ahorro en el consumo de este combustible igual a 70 kgs. por colada.

Impacto que sobre el ambiente tienen las mezclas evaluadas

Durante la evaluación no se presentó ningún problema de contaminación ambiental al ser quemadas estas mezclas en los hornos Siemens-Martin de SIDOR. No obstante, el aceite usado mezclado con el fuel-oil, no debe causar problemas de contaminación mayores a los que se tendrían con el uso del fuel-oil solo, debido a que los bajos contenidos de agua, sedimentos y azufre de los aceites (Ver Tabla I), no afectan mayormente las características de las mezclas. Se debe tener sumo cuidado al instante de recolectar los aceites a ser utilizados en mezclas con fuel-oil, debido a la existencia en planta de aceites, cuya combustión genera gases altamente nocivos para la salud, recomendándose un control estricto en este caso.

El proceso de utilización de los aceites usados, debe verse bajo el esquema de los volúmenes recuperables en planta, debido a que se tienen evidencias (1,4) en donde se han evaluado mezclas de hasta un 27,5% con aceite automotor, sin variación significativa alguna en la característica del combustible a producir.

Las características de estos aceites pueden mejorarse (i) mediante procesos de filtración, calentamiento y en algunos casos con la aplicación de demulsificantes para remover el agua, compuestos volátiles y la mayoría de los sólidos en suspensión; siendo esto un motivo actual de estudio y de futura evaluación.

En general, los niveles de dilución de 80% de fuel-oil y de 20% de aceites no afectan los parámetros tanto metalúrgico como operativo y ambientales de la Acería Siemen-Martin de SIDOR.

BALANCE ECONOMICO

1. Costo del fuel-oil = 260,80 Bs./Ton.
2. Tons. de aceite generadas
(Cifra anual estim.) = 2.500 Tons./año ==>
Ahorro = 652.000 Bs./Año.
3. Ahorro de combustible
/Ton. acero produc. = 0.003 kgs./tal.
Ahorro = 469.440 Bs./Año.
4. Ahorro Total = 1.121.440 Bs./Año

CONCLUSIONES

En la C. V. G., Siderúrgica del Orinoco, C. A. (SIDOR), el reaprovechamiento de los aceites lubricantes servidos, ha dado resultados favorables, se ha demostrado las ventajas de su aplicación. Esta aplicación, como combustible mezclado con el fuel-oil, es una de las formas más sencillas de aprovecharlo por segunda vez, con el cual se le estaría dando una utilidad que no había tenido hasta el presente.

La mezcla evaluada (20% aceites + 80% fuel-oil), presenta características análogas al del fuel-oil (100%) normalmente utilizado en la Acería Siemens-Martin de SIDOR (Ver Tabla II). No obstante, con esta mezcla se obtienen ventajas, desde el punto de vista de análisis de propiedades, correspondientes a una mayor potencia calorífica, una menor viscosidad, un mayor punto de inflamación y un más bajo porcentaje de azufre en su composición.

Esto representa para la Empresa:

- a. Un ahorro potencial de energía.
- b. Un medio de conservar el ambiente.
- c. Cumplir con los programas de reducción de costos.
- d. Adoptar una técnica sencilla, la que no afecta los parámetros metalúrgico-operativos y económicos de las coladas de acero producidas en los hornos Siemen-Martin.
- e. Un ahorro anual del orden de 1.121.440 Bs.

REFERENCIAS

1. CORPOVEN; Diálogo industrial "Reutilización del aceite como combustible" (Primera Parte). Revista Trimestral editada por CORPOVEN. Octubre/Noviembre/Diciembre. Nº 22 (1984).
2. CRESPO, Adelmo M.; Iran Bittencourt "Utilizacáo de óleo BPF como combustivel na calcinacáo". Metalurgia ABM, volumen 40 Nº 318 - MAIO (1984).
3. GUEVARA, N.; "Ventajas Tecnoeconómicas del uso de un fuel-oil con un contenido de azufre inferior al usado actualmente en la Acería Siemen-Martin". Informe final C-84-2494 - Julio (1984).
4. CORPOVEN; Diálogo Industrial "Reutilización del aceite como combustible" (Última parte). Revista Trimestral editada por CORPOVEN. Enero/Febrero/Marzo. Nº 23 (1985).

FIG. Nº 3. PATRONES DE CARGA UTILIZADOS DURANTE LA EVALUACION.

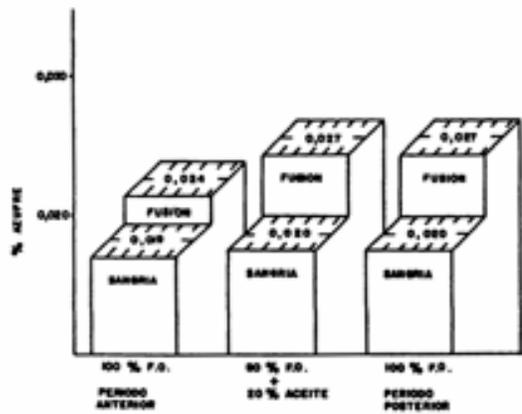
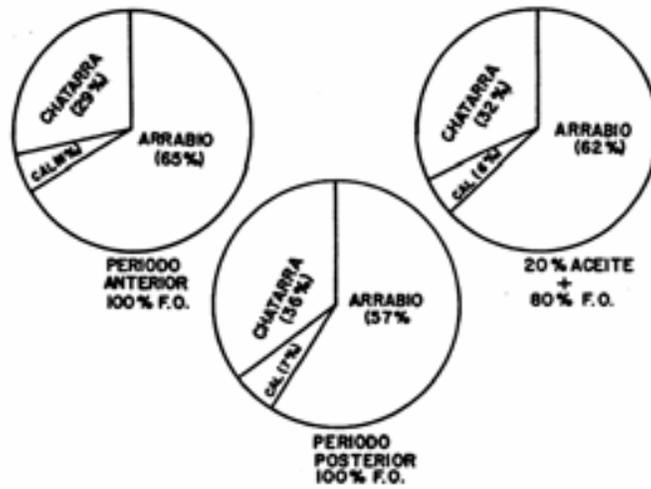


FIGURA Nº 4 VARIACION DEL % AZUFRE POR COLADA EVALUADA

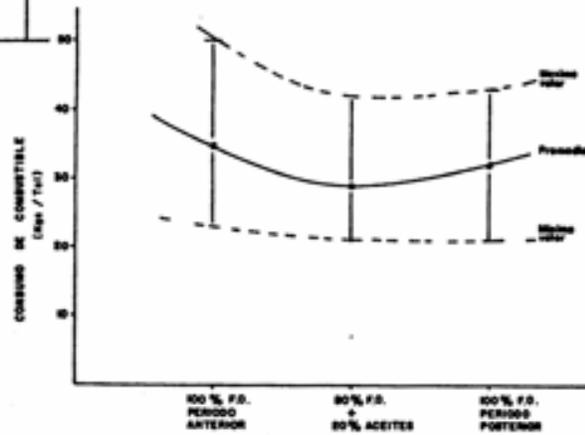


FIGURA Nº 5. VARIACION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DURANTE LOS PERIODOS EVALUADOS.

TABLA N° I. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS ACEITES, FUEL-OIL Y MEZCLAS PREPARADAS

PRUEBA O PROPIEDAD	ACEITES	FUEL-OIL	MEZCLAS
VISCOSIDAD FUNDOL	65 - 167	28 - 31	22 - 29
GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm ³)	0,86-1,04	0,823 - 0,8373	0,8646 - 0,8866
% AGUA	0,05 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5
PUNTO DE INFLAMACION (°C)	148 - 241	70 - 80	100 - 130
PODER CALORIFICO (Kcal/Kgr)	9992-10.080	9600-9727	9677 - 9883
% CENIZAS	0,002-0,70	—	0,0 - 0,06
% SOLIDOS	0,001 - 0,033	0,05 - 0,05	0,05 - 0,05
GRADOS API	223 - 31	16 - 19,6	19,1 - 19,7
% AZUFRE	0,37 - 0,88	2,2 - 2,4	1,96 - 2,1

TABLA N° II. VARIACION DE ALGUNOS DE LOS PARAMETROS METALURGICOS OPERATIVOS DE LAS COLADAS EVALUADAS.

MEZCLAS DE COMPONENTES	TIEMPO DE COLADA A COLADA (Hrs: Min)	VARIACION DEL PORCENTAJE DE AZUFRE.		CONSUMO PROMEDIO DE COMBUSTIBLE (Kgr/ Ton)
		% fusion	% vaporiz	
100% FUEL OIL	10H27'	0,024	0,019	33
20% ACEITE + 80% FUEL-OIL	9H22'	0,027	0,020	29
100% FUEL OIL	9H41'	0,027	0,020	28



Grabado de 1592 que muestra los trabajos en las minas de plata en el cerro de Potosí, descubierto a mediados del siglo XVI.