

## INFORME DE RESULTADOS No.2

### PRUEBA DE AHORRO DE COMBUSTIBLE

|              |                                                                            |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|
| EMPRESA      | CEMENTOS ARGOS                                                             |
| NIT          | 800.113.955-6.                                                             |
| DIRECCION    | Mina Santana Membrillal                                                    |
| CIUDAD       | Cartagena de Indias - Colombia                                             |
| Coordinación | <b>FREDY VALENCIA</b><br>Director de Operaciones<br>fvalencia@argos.com.co |
|              | <b>GILMAR SHAIK</b><br>Jefe de Mantenimiento<br>GShaik@argos.com.co        |

OBJETO: Medir los ahorros de combustible en bulldozers, cargadores, palas, camiones mineros y motoniveladoras instalados en la Mina Santana de la Empresa CEMENTOS ARGOS, generados por la instalación de las tecnologías KLEENOIL y SUPERTECH durante el año 2018.

#### METODOLOGIA

Se realizó el seguimiento al indicador de toneladas producidas por galón de combustible consumido en toda la operación de la maquinaria de la mina Santana, durante los años 2017, 2018 y 2019.

#### DESCRIPCION DE LA OPERACION

Las operaciones realizadas por los equipos instaladas en Mina Santana, corresponden a las labores de descapote, excavación, cargue y trasiego de la piedra para alimentar el proceso de triturado de la misma y posterior producción de cemento.

Para la comparación con los años anteriores, se precisan los siguientes factores:

1. Los operarios de los equipos son los mismos que han trabajado en la mina durante varios años, por lo que el estilo de conducción se conserva.
2. Los 14 equipos que hacen parte del seguimiento de 2018, son los mismos que han trabajado en los años 2016 y 2017.
3. El frente de explotación y las vías de transito interno en la mina, se modificaron desde Junio del 2018, comparadas con 2017.
4. Permanecen las rutinas de mantenimiento en cuanto a cambios de filtros de aire y combustibles en los años anteriores.



5. Desde el mes de Junio del 2018, ARGOS ha implementado una modificación al recorrido en las vías internas, el cual dio como resultado la reducción en el ciclo de los camiones CAT 773 desde 4,8 Kms a 3,0 Kms,

6. Los ciclos de cargue, trasiego y descargue mantuvieron los tiempos entre 12 y 15 minutos en los años 2017 y 2018.

7.El único cambio tecnológico en los equipos para el año 2018, con relación al 2017, fue la instalación del sistema de limpieza de aceites de motor KLEENOIL en enero de 2018 y la tecnología de SUPERTECH en junio de 2018.

8. Para los meses corridos del año 2019, ARGOS ha mantenido los frentes de trabajo y los ciclos de cargue adoptados desde junio de 2018. Así mismo, mantiene el uso de las tecnologías de KLEENOIL, SUPERTECH y los ajustes al recorrido interno de los camiones.

## DESCRIPCION DE LAS TECNOLOGIAS

KLEENOIL, consiste en un sistema de microfiltración de aceite a 1 micra de porosidad que se instala en el chasis en forma de bypass o diálisis a bordo y complementa el trabajo de los filtros estándares que traen los equipos, los cuales filtran en promedio a 30-40 micras, logrando los siguientes resultados:

- a. Retira el agua y las partículas mayores a un micra logrando niveles de limpieza en el aceite muy superiores.
- b. Reducción del desgaste de los motores y sistemas hidráulicos, ampliando su vida útil en más de 3 veces,
- c. Alarga el intervalo de cambio de aceite de los motores entre 3 y 5 veces y en los aceites hidráulicos más de 10 veces, soportados en ensayos de laboratorio acreditados.
- d. Ahorros superiores al 40% en el presupuesto de cambios de aceite al año.
- e. Beneficio ambiental superior al 70% menos de aceites usados.

ARGOS ha probado la tecnología de KLEENOIL por más de 3 años, logrando extender el intervalo de cambio de aceite de 750 a 1800 horas y los filtros principales de 250 a 750 horas, generando ahorros significativos para sus mantenimientos y beneficios ambientales superiores al 60% consistentes en galones de aceites y filtros usados que dejan de descargarse al ambiente.

Además, la mejor limpieza del aceite de motor, reduce el sílice y el número de partículas en el aceite de motor, logrando reducir la fricción y por ende los

consumos de combustible. Los resultados de KLEENOIL en camiones mineros 773 de ARGOS muestran la mejoría en el Código ISO4406 como se presenta en la siguiente tabla, llevándolo de 17/14 a 14/12:

| Código ISO 4406 | Partículas de 5 micras | Partículas de 15 micras |
|-----------------|------------------------|-------------------------|
| 17/14           | 640-1300               | 80-160                  |
| 14/12           | 80-160                 | 20-40                   |

De esta manera, se redujo el contenido de partículas de 5 micras en un 88,5 % y 75% en partículas de 15 micras.

De acuerdo con la publicación de Noria y Machinery Lubricación, que da a conocer un beneficio adicional al tener los aceites de motor más limpios, correspondiente a ahorros de combustible entre 5 y 8% con el uso de filtros by-pass, debido a que reducen sustancialmente el contenido de partículas y la fricción en el motor; se espera en los equipos de ARGOS un beneficio similar por el uso del sistema bypass de KLEENOIL.

Link: (<https://www.machinerylubrication.com/Read/401/oil-engine-fuel-consumption>)

## SUPERTECH

Desagrega los átomos del combustible para optimizar el proceso de combustión.( [www.supertech.com.co](http://www.supertech.com.co))

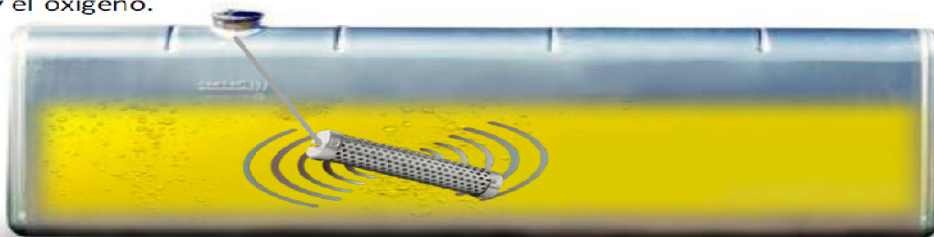


- Es un dispositivo muy innovador que optimiza la combustión; reduce las emisiones de gases y aumenta el rendimiento del motor.
- Es un optimizador de combustión, que debilita los enlaces intermoleculares aumentando la superficie de la reacción. Crea una vaporización parcial que optimiza el proceso de combustión y mejora la relación estequiométrica (relación oxígeno combustible).





- Se instala en el interior del depósito de combustible, sin ninguna conexión eléctrica, mecánica o hidráulica al motor y no libera ninguna sustancia que pueda, de ninguna manera, dañar el motor.
- Una vez en contacto con el combustible, gracias a las vibraciones del vehículo y la aspiración de la bomba de combustible, emite ondas que debilitan los enlaces intermoleculares (fuerzas de Van der Waals), mejorando la interacción entre el combustible y el oxígeno.



Los resultados de SUPERTECH en diversas empresas y entidades de investigación se resumen en la siguiente tabla:

| EMPRESA                               | Supertech   | Kleenfuel | Ambas* | Observación                                                               |
|---------------------------------------|-------------|-----------|--------|---------------------------------------------------------------------------|
| CONCRETOS ARGOS                       | 8.7%        | 8.3%      | 12.1%  | Prueba en Ruta. 2018<br>Camiones Mezcladores de Concreto                  |
| EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN-GRUPO EPM |             |           | 5.4%   | Prueba en Ruta. 2018<br>Camiones Compactadores de basura                  |
| RENTING DE COLOMBIA                   | 5,6%        |           |        | Prueba en Ruta. 2018<br>Camiones Pipas de Cemento                         |
| <b>CEMENTOS ARGOS</b>                 | <b>9,5%</b> |           |        | <b>Prueba en Ruta. 2018</b><br><b>Camiones Mineros. Mina Santana</b>      |
| TRANSMAMONAL SA                       | 9-12%       |           |        | Prueba en Ruta, 2017<br>Buses de Servicio especial                        |
| NUTRESA                               | 7%          |           | 15%    | Prueba en Dinamómetro. 2018<br>Centro de Tecnologías del Transporte. SENA |
| Camioneta Toyota                      | 5%          | 5%        | 13%    | Prueba Dinamómetro. 2018<br>Universidad de Antioquia.                     |
| IMBOCAR                               | 14%         | 14%       | 17%    | Prueba en Dinamómetro. 2017<br>Centro de Tecnologías del Transporte. SENA |

\*Ambas: Supertech+ Kleenfuel

Fuente: [www.kleenoilcol.com](http://www.kleenoilcol.com) / [www.supertech.com.co](http://www.supertech.com.co)

Se resalta que las pruebas de ruta realizada en camiones mineros CAT773 dentro de la misma mina, arrojó un resultado de 9.5 % de ahorro de combustible.

## PLANEACION MINERA

Tal como se indicó antes, ARGOS durante el segundo semestre de 2018 y primer semestre de 2019, pudo recortar el recorrido de los 6 camiones en 1,8 Km del total de 4,8 Km que tenían en el primer semestre de 2018 y en el años 2017.

En este segundo semestre, a pesar del recorte del recorrido, el tiempo de cada ciclo de cargue, trasiego y descargue se mantuvo entre 12 y 15 minutos, igual que en el año 2017, ello debido a los tiempos de espera para el cargue y descargue. Así mismo, los demás 8 equipos, tales como palas, cargadores y tractores, mantuvieron sus ciclos de operación sin modificaciones con respecto al año 2017.



Equipo Minero

## RESULTADOS

En la siguiente tabla se presenta la estadística agregada de las toneladas producidas y el consumo de combustible en todos los equipos de la mina. Se presentan los años 2015, 2016 y 2017 como datos previos a la implementación de las tecnologías. Así mismo, el años 2018 y los meses del 2019, después de implementar las tecnologías.

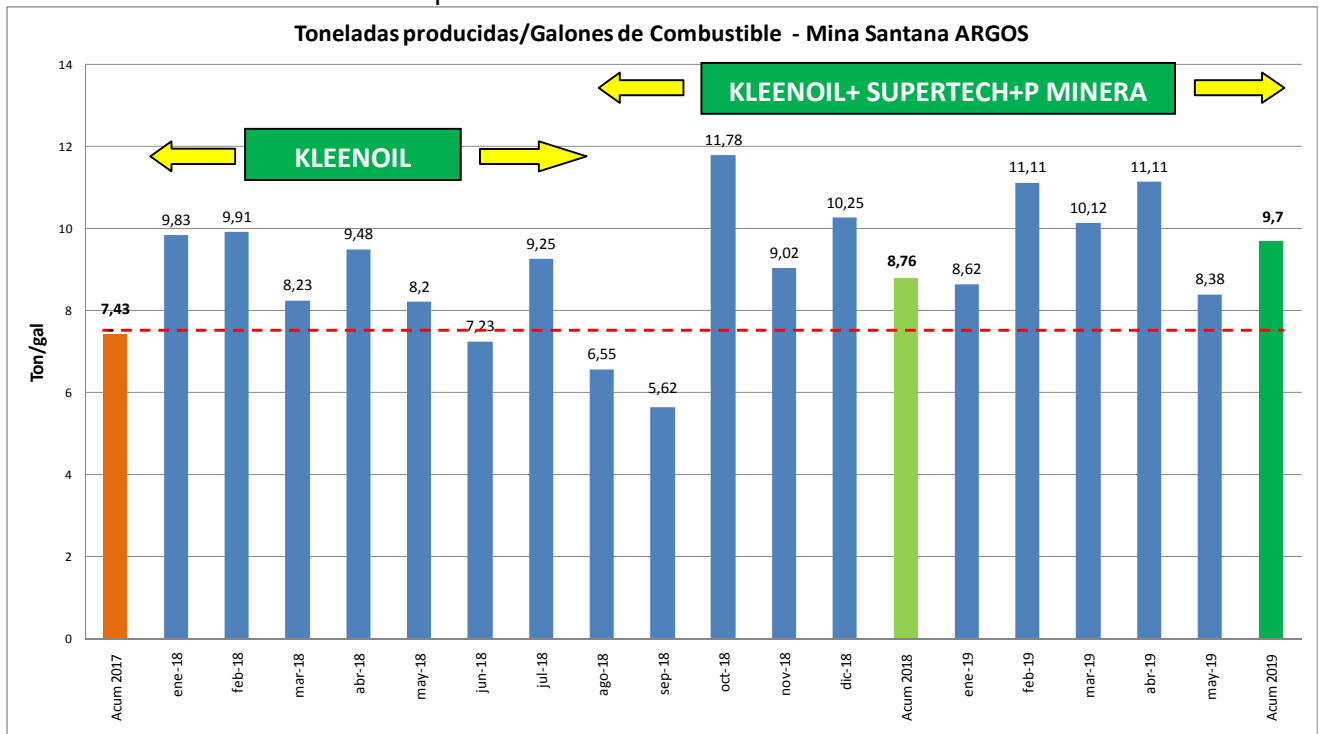


Tabla No.1 Producción vs Consumo de Combustible Mina Santana. ARGOS

| PERIODO          | GASTO<br>Combustible (\$) | Consumo (Gal)  | Produccion<br>(Ton) | Ton/Gal     |
|------------------|---------------------------|----------------|---------------------|-------------|
| ACUM 2015        | 2.477.677.986             | 396.058        | 2813298             | 7,10        |
| ACUM 2016        | 2.334.128.380             | 388.207        | 2.173.008           | 5,60        |
| <b>ACUM 2017</b> | <b>1.962.568.356</b>      | <b>324.808</b> | <b>2.411.773</b>    | <b>7,43</b> |
| Ene-2018         | 110.641.190               | 17.483         | 171.792             | 9,83        |
| Feb-2018         | 131.244.055               | 20.547         | 203.574             | 9,91        |
| Mar-2018         | 176.087.642               | 27.453         | 225.896             | 8,23        |
| Abril-2018       | 206.998.214               | 26.146         | 247.943             | 9,48        |
| May-2018         | 202.004.265               | 28.172         | 230.894             | 8,20        |
| Jun-2018         | 191.579.323               | 29.657         | 214.410             | 7,23        |
| Jul-2018         | 163.167.163               | 25.466         | 235.446             | 9,25        |
| Ago-2018         | 199.041.407               | 30.683         | 201.062             | 6,55        |
| Sep-2018         | 77.831.990                | 12.075         | 67.910              | 5,62        |
| Oct-2018         | 139.247.041               | 21.414         | 252.244             | 11,78       |
| Nov-2018         | 154.014.814               | 23.438         | 211.347             | 9,02        |
| Dic-2018         | 168.843.715               | 25.133         | 257.657             | 10,25       |
| <b>ACUM 2018</b> | <b>1.920.700.819</b>      | <b>287.667</b> | <b>2.520.175</b>    | <b>8,76</b> |
| Ene-2019         | 192.638.602               | 28.846         | 248.656             | 8,62        |
| Feb-2019         | 124.412.687               | 18.468         | 205.094             | 11,11       |
| Mar-2019         | 174.055.120               | 25.578         | 258.753             | 10,12       |
| Abril-2019       | 161.983.980               | 23.703         | 263.410             | 11,11       |
| Mayo-2019        | 211.286.856               | 30.917         | 258.979             | 8,38        |
| <b>ACUM 2019</b> | <b>864.377.245</b>        | <b>127.512</b> | <b>1.234.892</b>    | <b>9,7</b>  |

A continuación se presenta en forma grafica el comparativo del indicador de toneladas producidas por galón de combustible desde el año 2017 a mayo de 2019:

Grafico No.1 Toneladas producidas/Galón de Combustible Mina San Santana



En el Grafico No.1, se presenta el consolidado mensual del indicador de tonelada producida por galón de combustible en la Mina Santana. Se observa, un aumento de productividad acumulada de 7.43 en 2017 a 8.76 ton/gal en 2018, lo que representa un aumento de 1.34 ton/gal de combustible o 18%. Con relación al acumulado parcial de 2019 de 9.7 ton/gal, lo que frente a 2017, representa un aumento de 2.27 ton/gal de combustible o un 30%.

En los meses de agosto y septiembre de 2018, la operación tuvo discontinuidad por parada de mantenimiento programada, por lo que los resultados en esos dos meses son más bajos.

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de la producción y consumos de combustible teniendo en cuenta todos los meses del año, así como el análisis de productividad y ahorro de combustible:

Tabla No.2 Aumento de Productividad y Ahorro de Combustible - Mina Santana

| ITEM                                                  | Unidades | 2017          | 2018          | %   | Parcial 2019* | %   |
|-------------------------------------------------------|----------|---------------|---------------|-----|---------------|-----|
| Produccion Piedra Caliza                              | Ton      | 2.411.773     | 2.520.175     |     | 1.234.892     |     |
| Diferencia de Produccion                              | Ton      |               | 108.402       | 4%  | 229.987       | 23% |
| Consumo de Combustible                                | gal      | 324.808       | 287.667       |     | 127.512       |     |
| Diferencia en Consumo de Combustible                  | gal      |               | -37.141       | 11% | -7.825        | -6% |
| Gasto de Combustible                                  | \$       | 1.962.568.356 | 1.920.700.815 |     |               |     |
| Productividad                                         | Ton/gal  | 7,43          | 8,76          |     | 9,68          |     |
| Aumento de Productividad                              | Ton/gal  |               | 1,34          | 18% | 2,26          | 30% |
| Consumo de combustible para igual nivel de produccion | gal      | 324.808       | 275.293       |     | 249.034       |     |
| Ahorro de Combustible                                 | gal      |               | -49.515       | 15% | -75.774       | 23% |

\* Los calculos para 2019 se han pro-rrateado comparados con 5 meses de 2017

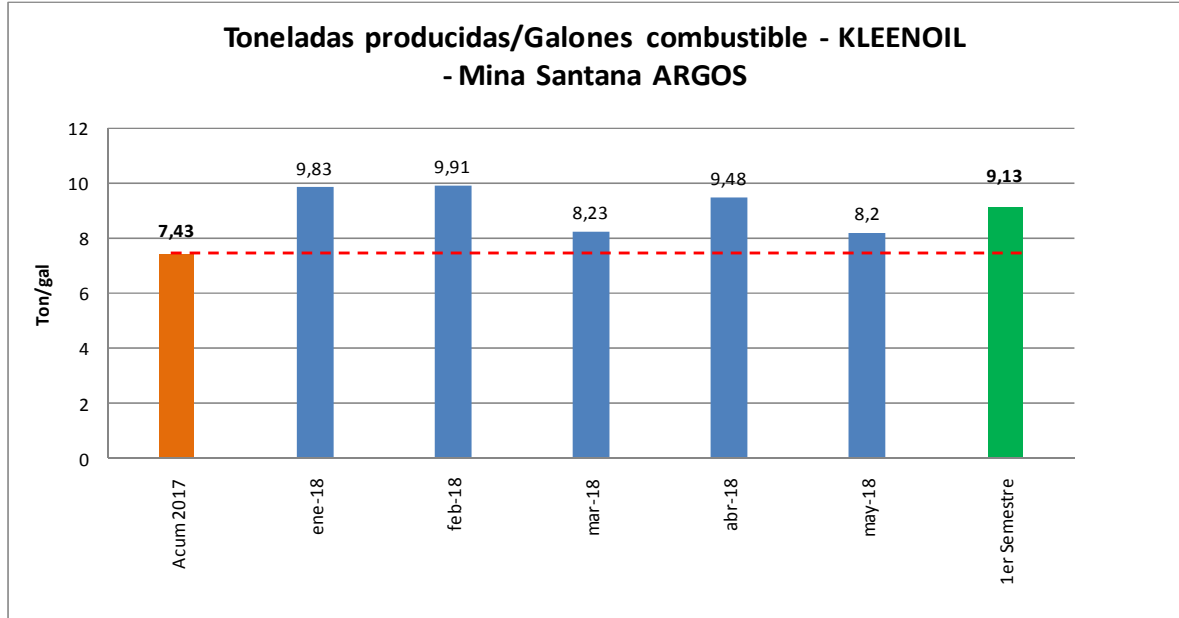
En todo el año 2018, se generó un aumento de productividad del 18% y un ahorro de combustible del 15% para un mismo nivel de producción. Si comparamos 5 meses del año 2017 con los del 2019, el amento de productividad seria del 30% y el ahorro de combustible del 23%.

En las Gráficos No.2 y 3 se presenta un análisis separado de acuerdo a las fechas de instalación de las tecnologías en cada semestre para discriminar mejor los resultados.

Dado que entre los meses de enero y mayo de 2018, en todos los equipos de la mina estuvieron instalados únicamente los filtros de KLEENOIL, logrando una mejor limpieza del aceite y reducción en la fricción interna de los motores, a continuación en el Grafico No.2, se presenta el indicador unitario de consumo de combustible para este primer semestre.

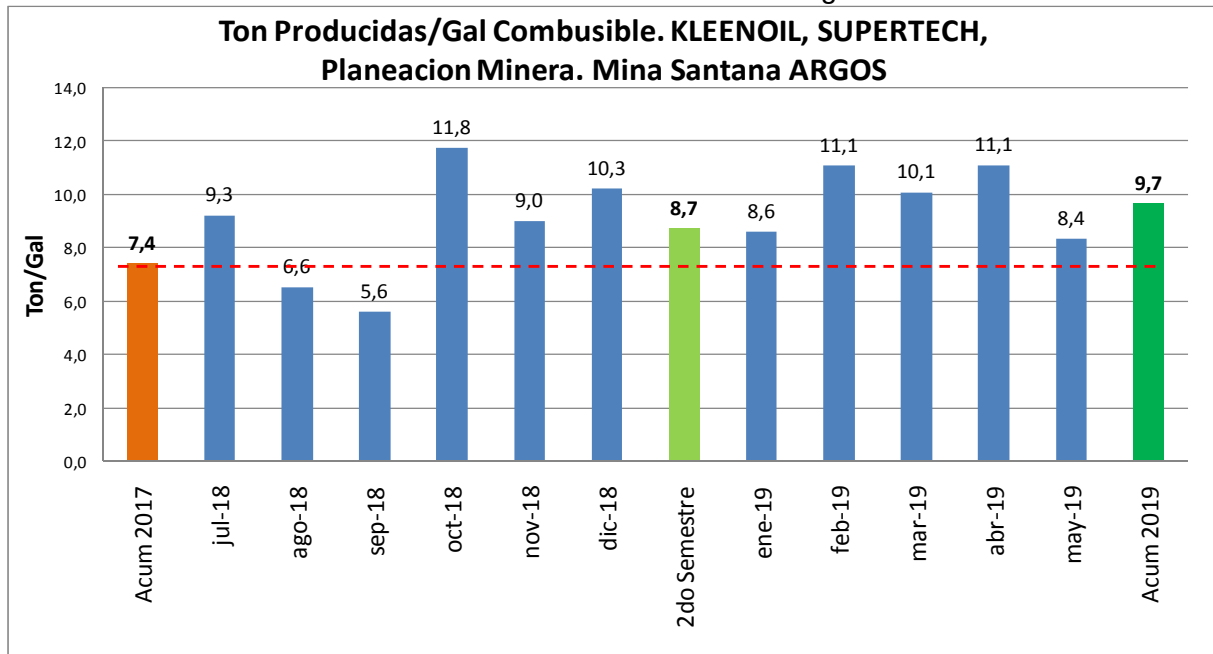


Grafico No.2 Resultado Rendimiento de Combustible -Primer Semestre 2018



Se observa un aumento promedio de 1.7 ton/gal con relación al acumulado de 2017, lo que representa un aumento de productividad del 23% con el uso de KLEENOIL y un 18% de ahorro de combustible para un mismo nivel de producción. En este caso, se precisa que se mantuvieron las mismas áreas de explotación y ciclos de operación entre los periodos comparados.

Grafico No.3 Resultado Rendimiento de Combustible -Segundo Semestre 2018-2019





En el segundo semestre de 2018 y los meses del 2019, además de KLEENOIL, ARGOS además de instalar SUPERTECH en todos los equipos, logró reducir 1,8 Kms de su recorrido habitual de 4.8 Km para sus camiones, aunque los ciclos permanecieron entre 12 y 15 minutos, dado que se aumentó el tiempo de espera o ralentí para cargar y descargar, mientras que los bulldozers, cargadores y palas mantuvieron sus ciclos operacionales.

En este sentido, tal como se presenta en el Grafico No.3, al considerar todos los meses del segundo semestre 2018 y 2019, el indicador es 8.7 y 9,7 ton/gal, y el aumento de productividad es 1.3 y 2.3 ton/gal, respectivamente, con relación al 2017, con ambas tecnologías y las mejoras en la planeación minera.

## ANALISIS ECONOMICO

Con base en los resultados obtenidos, se presenta a continuación la valoración de los beneficios económicos y de recuperación de la inversión, considerando además que la inversión en la tecnología KLEENOIL hecha por ARGOS, ha sido recuperada por aparte con los ahorros generados por la extensión del intervalo de cambio de los aceites.

Tabla No.3 Análisis Económico Inversión - Mina Santana

| ITEM                                     | Unidades | 2018          |
|------------------------------------------|----------|---------------|
| Combustible Ahorrado                     | gal      | 37.141        |
| Precio del Combustible                   | \$/gal   | \$6.677       |
| <b>Ahorro de Combustible</b>             | \$       | \$247.990.457 |
| Aumento de Produccion                    | ton      | 108.402       |
| Precio Unitario de Produccion            | \$/ton   | \$1.090       |
| Ingreso Total x Aumento de Productividad | \$       | \$118.158.180 |
| <b>Total Beneficio Economico Anual</b>   | \$       | \$366.148.637 |
| Total Inversion en SUPERTECH             | \$       | \$27.000.000  |
| <b>BENEFICIO NETO</b>                    | \$       | \$339.148.637 |



## CONCLUSION

Conforme a los resultados obtenidos en 2018, comparados con 2017, puede concluirse que el aumento de productividad del 18% y el ahorro de combustible de 15%; y los prorrateados para 2019 con relación a 2017 del 30% y 23%, respectivamente; logrados en la Mina Santana, se deben al uso de las tecnologías KLEENOIL, SUPERTECH y las mejores prácticas de planeación minera que viene implementando ARGOS.

Pudo comprobarse específicamente que la reducción de la fricción en los motores a causa de tener aceites de motor mucho más limpios en sus equipos con KLEENOIL, medidos a través del Código ISO4406 de 17/14 a 14/12, en promedio, generó un aumento de productividad de 1.7 ton/gal y un ahorro de combustible del 18% en el primer semestre de 2018. De esta forma, hemos comprobado durante 1.5 años que la tecnología KLEENOIL además de extender nuestros intervalo de cambio de aceites de motor de 750 a 1800 horas, nos genera mejores rendimientos de combustible al reducir la fricción interna.

Así mismo, en el segundo semestre de 2018 y primer semestre de 2019, al instalar adicionalmente la tecnología SUPERTECH y la reducción del recorrido de los camiones dentro de la planeación minera de ARGOS, pudo lograrse un aumento de productividad de 1.33 ton/gal y un ahorro de combustible de 12% para 2018, mientras que para el 2019, se aumento la productividad en 2.3 ton/gal y 23% de ahorro de combustible.

Atentamente,

**ARGOS**

**FREDY VALENCIA**

Director de Operaciones

fredy.valencia@argos.com.co

Mina Santana

Tel. +57 5 6689200 Ext 66124

**GILMAR SHAIK**

Jefe de Mantenimiento

GShaik@argos.com.co

Mina Santana

Tel. +57 5 6689200 Ext 66114

**Kleen&Green**

**JORGE DIAZ ARRIETA**

Gerente

gerencia@kleenoilcol.com

Tel. + 57 3002650012