

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE UN PROCESO ESTÁNDAR PARA EL BENEFICIO DE FELDESPATO.

Results of an energetic characterization of a standard process for the feldspar benefit.

RESUMEN

El informe presenta parte de los resultados de [1], específicamente la caracterización energética de un proceso estándar para el beneficio de feldespato. Utilizando las herramientas de la prueba de necesidad, se han identificado los principales energéticos utilizados, la estructura de consumo, el diagrama energético-productivo; y se ha desarrollado para cada línea de producción: gráfico E-P vs. T, gráfico E vs. P, gráfico IC vs. P, y gráfico de sumas acumulativas. Los resultados, que son la primera referencia para este tipo de industria en particular, incluyen: comportamiento energético, índices de consumo y energía no asociada a la producción.

PALABRAS CLAVES: Beneficio de feldespato, Caracterización energética, Gestión energética, Indicadores energéticos, Índice de consumo, Prueba de necesidad.

ABSTRACT

The report presents part of the results of [1], specifically the energetic characterization of a standard process for the feldspar benefit. Using the tools of the necessity test, have been identified the major energetic used, the consumption structure, the energetic-productive diagram; and has been developed for each production line: graph E-P vs. T, graph E vs. P, graph IC vs. P, and graph of cumulative sums. The results, which are the first reference for this particular industry type, includes: energetic performance, consumption indexes and non associated energy to the production.

KEYWORDS: *Benefit of feldspar, Consumption index, Energetic characterization, Energetic indicators, Energetic management, Test of necessity.*

1. INTRODUCCIÓN

Una adecuada administración de los recursos energéticos se constituye en un potencial para la disminución de los costos de producción a nivel empresarial; puesto que al incrementar la eficiencia energética, se reducen las cuentas de energía, se incrementa la productividad, la competitividad y las ganancias; además, se logrará una buena imagen corporativa en el aspecto ambiental.

Cuando no se cuenta con referentes para comparación y monitoreo como ocurre en este caso particular para la industria de beneficio de feldespato, a partir de la caracterización energética del proceso productivo es posible establecer indicadores que permitan tener una trazabilidad de los consumos de energía en función de la producción, para conocer cuando se está o no dentro de niveles óptimos de operación. [2]

Con datos de proceso para los años 2007 y 2008 de la planta de beneficio de feldespato Sumicol, y aplicando las herramientas de la prueba de necesidad [3], se elaboraron: el diagrama energético-productivo para

cuantificar las corrientes energéticas y de materiales en cada etapa del proceso; el gráfico E-P vs. T que permite observar la variación en el comportamiento entre la producción y la energía consumida en un periodo de tiempo; el gráfico E vs. P con el que se evidencia la energía no asociada a la producción y los potenciales de ahorro energético; el gráfico del índice de consumo (IC) vs. P que permite descubrir oportunidades de mejora; y finalmente el gráfico de tendencia o de sumas acumulativas para apreciar la tendencia de los consumos energéticos en el tiempo y a su vez, evidenciar el impacto de las mejoras implementadas para reducir los consumos de energía.

2. CONTENIDO

2.1 Metodología de investigación: La metodología empleada se esquematiza en la figura 1, y los resultados presentados a partir del numeral 2.2 se obtuvieron al aplicar las herramientas de la prueba de necesidad propuestas por el Centro de Estudios en Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cien Fuegos. [3]

CARLOS ANDRÉS PÉREZ T.

Ingeniero Mecánico.
Estudiante de Maestría en Gestión Industrial.
Universidad de Ibagué. (Colombia)
carlosandres_p@yahoo.com

FLAMINIO VERA MÉNDEZ

Ingeniero Industrial, M. Sc.
Profesor Asociado
Dpto. de Ingeniería Industrial.
Universidad de Ibagué. (Colombia)
flaminio.vera@unibague.edu.co

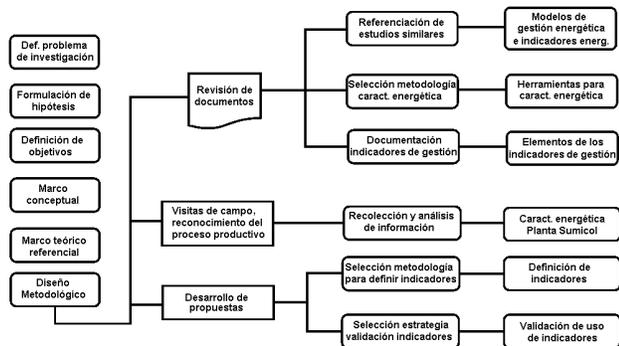


Figura 1. Diagrama metodología de investigación.

2.2 Líneas de producción y portadores energéticos: El proceso productivo consta de tres líneas principales: Trituración-Secado, Molienda y Granulado, con sub-líneas de transporte, empaque y servicios generales, como se aprecia en la figura 2.

Los principales portadores energéticos son la electricidad y el gas natural. El interés por conocer alternativas para disminuir el consumo de energía despertó, porque durante 2007 en la estructura de costos variables de la planta, el costo de energía comprada (principalmente electricidad) representó el 67%, según lo manifiesta [4]. Los principales factores que influyen en el consumo energético son: contenido de humedad del feldespató al inicio del proceso, número de horas trabajadas y nivel y eficiencia de producción.

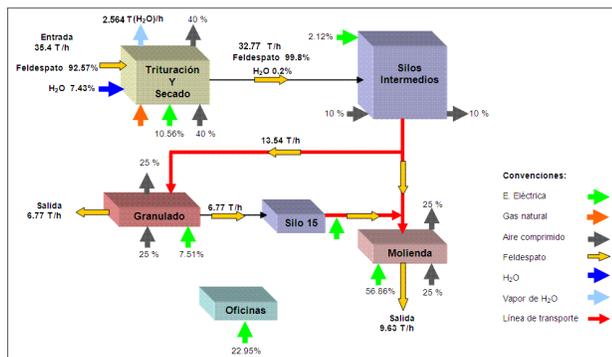


Figura 2. Diagrama energético productivo, datos año 2007.

2.3 Diagrama Energético Productivo: En el área de oficinas el consumo es considerable, debido a que el contador instalado registra no solamente los consumos de la bomba de pozo profundo, alumbrado exterior, aire acondicionado y equipos de oficina, sino que además, incluye al compresor que es un gran consumidor de energía. El compresor pertenece directamente al proceso productivo, por lo que se ha recomendado instalar un contador individual. La condición anterior propició que en este análisis, por conveniencia, los consumos del área de oficinas se debieran integrar a la línea de molienda. El gas natural que representa la energía térmica asociada al

proceso, solamente se consume en la etapa de secado; por lo anterior es representada en la figura 2 por una única flecha que indica el 100% de su consumo.

2.4 Estructura del consumo de energía eléctrica: Por problemas en los medidores, no se poseen datos para junio y julio de 2007 ni para septiembre y octubre de 2008 en la línea mollienda-oficinas. En la figura 3 se representa la estructura del consumo de energía eléctrica para la planta Sumicol, elaborada con datos de 2007 y 2008. La línea mollienda-oficinas es la mayor consumidora de energía eléctrica, lo que resulta consecuente con la producción, la gran demanda energética y el tiempo de funcionamiento de los equipos que la conforman.

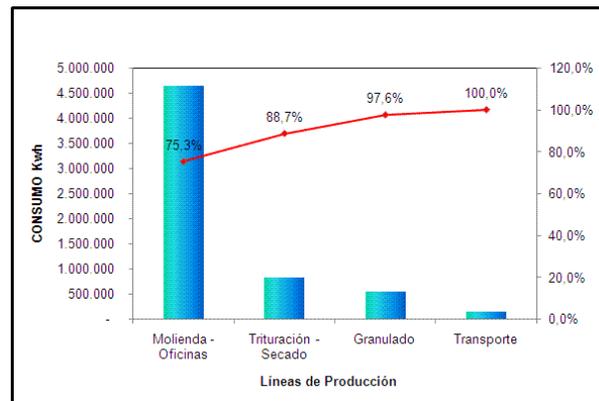


Figura 3. Diagrama estructura del consumo de energía eléctrica, datos años 2007 y 2008.

2.5 Comportamiento del consumo de energía eléctrica en línea trituración-secado: Existen problemas de control para los periodos marzo-abril y septiembre-octubre de 2007, también en febrero-marzo y mayo-junio de 2008. Ver figura 4.

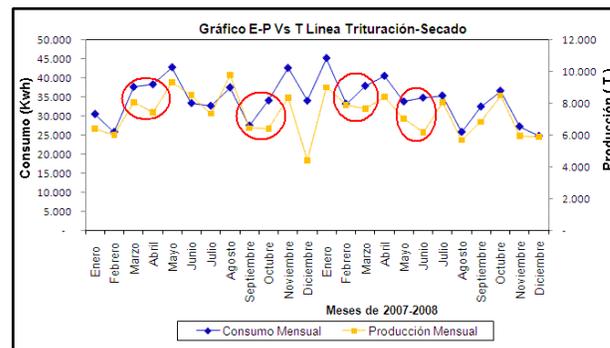


Figura 4. Gráfico Energía-Producción Vs. Tiempo para Trituración-Secado.

De acuerdo a la figura 5, existe un valor promedio de energía no asociada a la producción (ENA) de 614,36 Kwh, que representa el 2% del consumo promedio mensual durante 2008. Por su parte, en el gráfico meta se

observa que la ENA presentó un aumento, indicando que ese nuevo valor de 2645,3 Kwh es la ENA máxima permitida para ese proceso.

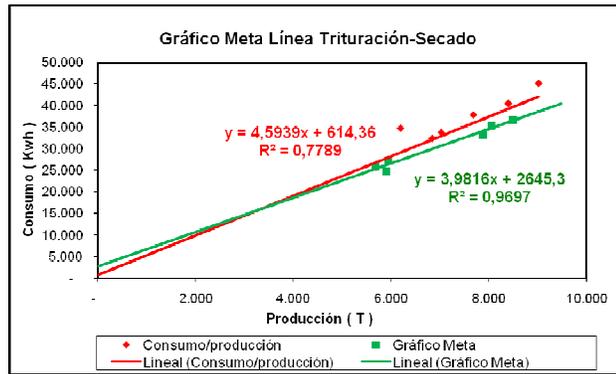


Figura 5. Gráficos Energía Vs. Producción y Meta para Trituración-Secado año 2008.

En la figura 6 se representan los índices de consumo (IC) real y teórico. Se aprecia un valor de producción crítica, alrededor de 2000 T, donde la variación del índice de consumo se haría sensible con un nivel de producción menor. El IC para esta línea se encuentra entre 4,20 y 5,62 Kwh/T, indicando que es factible la optimización del uso de la energía en este proceso.

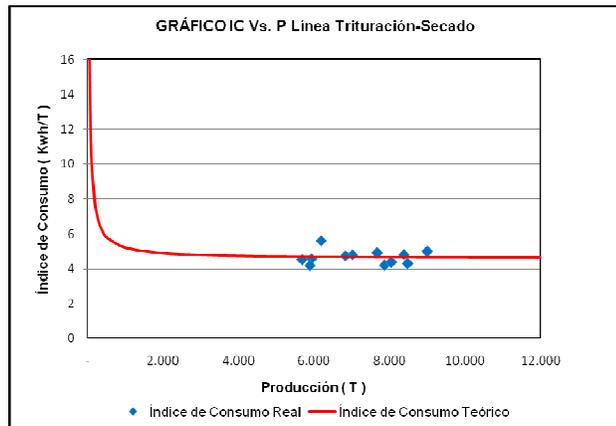


Figura 6. Gráfico Índice de consumo Vs. Producción para Trituración-Secado año 2008.

2.6 Comportamiento del consumo de energía eléctrica en línea molienda-oficinas: Como se aprecia en la figura 7, solamente se presenta un problema de control en el periodo agosto-noviembre de 2008. En la figura 8 se puede apreciar que existe un valor promedio de ENA de 18731 Kwh que representa el 8% del consumo promedio mensual durante de 2007 y 2008; cantidad importante si se considera que esta es la línea más consumidora de energía eléctrica de acuerdo al diagrama de la figura 3. Por su parte, en el gráfico meta de la figura 8, la nueva correlación del 94,64 % es mayor que la correlación obtenida con todos los datos. Si esta línea operara con este comportamiento, solamente se tendría una ENA de

1517,9 Kwh, lo que representaría un ahorro enorme de energía y dinero.

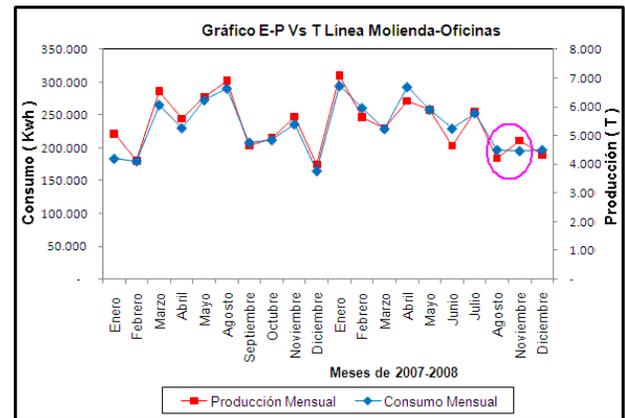


Figura 7. Gráfico de Energía-Producción Vs Tiempo para Molienda-Oficinas.

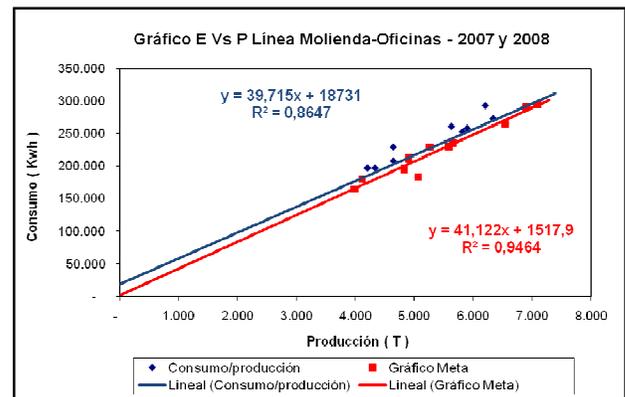


Figura 8. Gráficos Energía Vs. Producción y Meta para Molienda-Oficinas año 2007

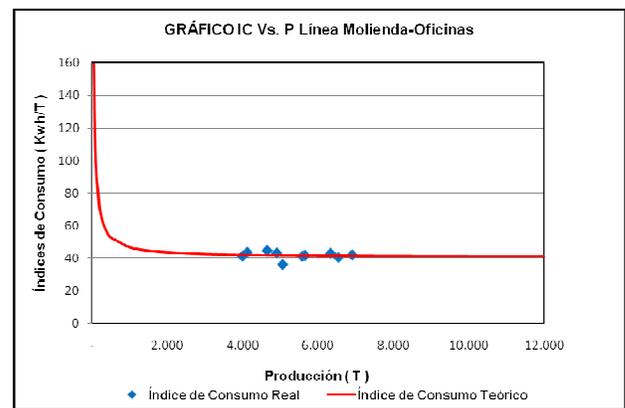


Figura 9. Gráfico Índice de consumo Vs. Producción para Molienda-Oficinas año 2007.

La figura 9 muestra un valor de 2000 T donde el IC se haría sensible con un nivel menor de producción. El IC para esta línea se encuentra entre 36,27 y 44,78 Kwh/T,

indicando que es factible la optimización del uso de la energía en este proceso.

2.7 Comportamiento del consumo de energía eléctrica en línea granulado: Solamente se presenta un problema de control en los periodos marzo-abril y septiembre-octubre de 2007. Ver figura 10.

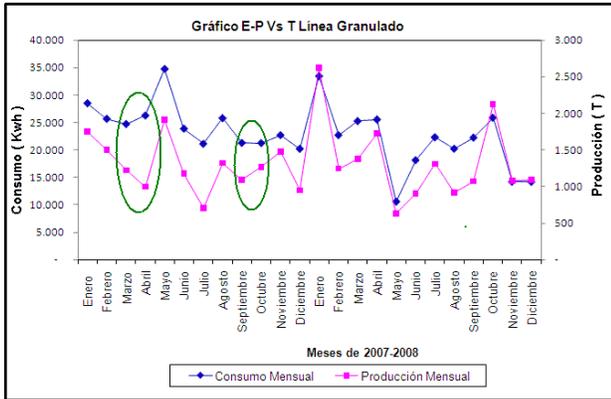


Figura 10. Gráfico de Energía-Producción Vs Tiempo para la línea Granulado.

Existe un valor promedio de ENA de 8242,9 Kwh que representa el 39 % del consumo promedio mensual durante 2008. Si se lograra este comportamiento, la ENA disminuiría un 61,1 % aproximadamente a un valor de 3203,1 Kwh. Ver figura 11.

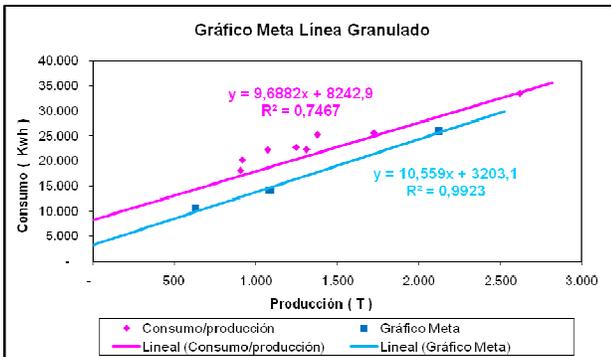


Figura 11. Gráficos Energía Vs. Producción y Meta para la línea Granulado año 2008.

En la figura 12 se representan los IC real y teórico para la línea de granulado, donde se aprecia que para los niveles de producción manejados en esta línea, cualquier disminución provocaría una variación considerable en el IC, cuyo valor oscila entre 12,21 y 22,04 Kwh. /T, indicando que el uso de la energía en este proceso también es susceptible de optimización.

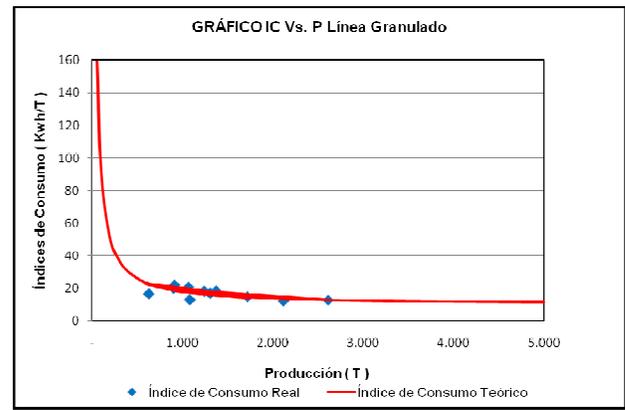


Figura 12. Gráfico Índice de consumo Vs. Producción para Granulado año 2008.

2.8 Comportamiento del consumo de energía eléctrica en transporte: Se presentan problemas de control en los periodos marzo-abril, septiembre-octubre y octubre noviembre de 2007. Ver figura 13.

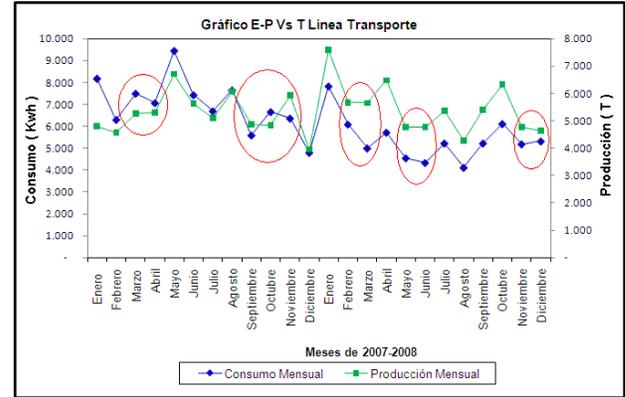


Figura 13. Gráfico de Energía-Producción Vs Tiempo para la línea Transporte

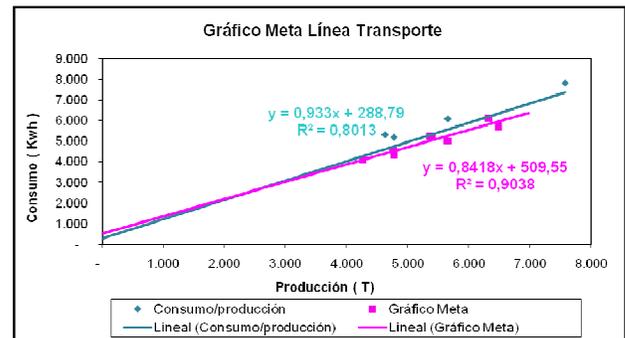


Figura 14. Gráficos Energía Vs. Producción y Meta para la línea Transporte año 2008.

La figura 14 muestra que existe un valor de ENA de 288,79 Kwh. que representan el 5% del consumo promedio mensual durante 2008. Además, en el gráfico meta se observa que la ENA presentó un aumento,

indicando que la ENA máxima permitida es precisamente el nuevo valor obtenido de esta, es decir 509,55 Kwh.

En la figura 15 se representan los IC real y teórico, y en esta línea el IC se encuentra entre 0,88 y 1,15 Kwh. /T.

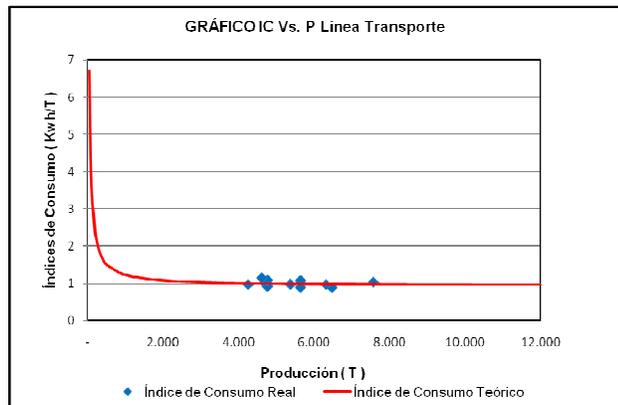


Figura 15. Gráfico Índice de consumo Vs. Producción para Transporte año 2008.

2.9 Comportamiento del consumo de gas natural en secado: Para este análisis, a diferencia de los anteriores, se cuenta con datos de 2006 y 2007. El consumo depende directamente de la humedad que se deba retirar al material procesado. El comportamiento entre consumo y producción indica que el proceso de secado es bastante susceptible de un mejor control. Ver figura 16.

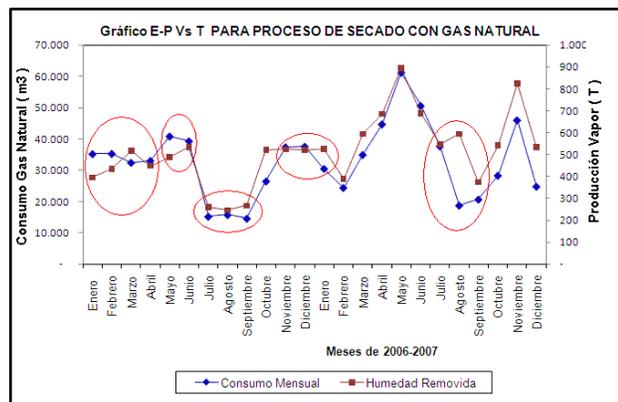


Figura 16. Gráfico de Energía-Producción Vs Tiempo para Secado

La ENA máxima permitida en este proceso, es precisamente el nuevo valor obtenido, es decir 2841,3 m³ de gas natural. Ver figura 17. En la figura 18 se representan los IC teórico y real, cuyo valor para esta línea oscilan entre 50,85 y 89,1 m³/T de H₂O; corroborando que hace falta un mejor control en el uso de la energía en este proceso.

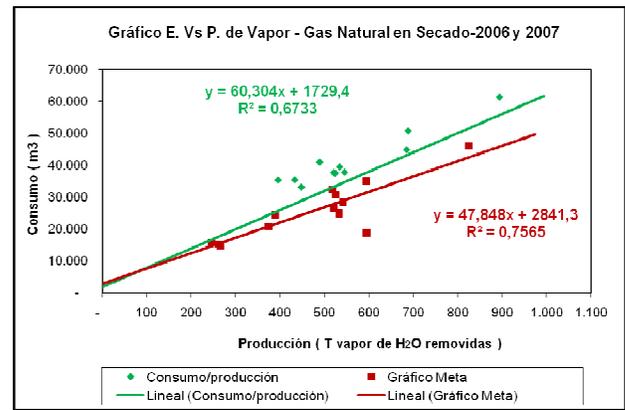


Figura 17. Gráficos Energía Vs. Humedad Removida y Meta para Secado años 2006 y 2007.

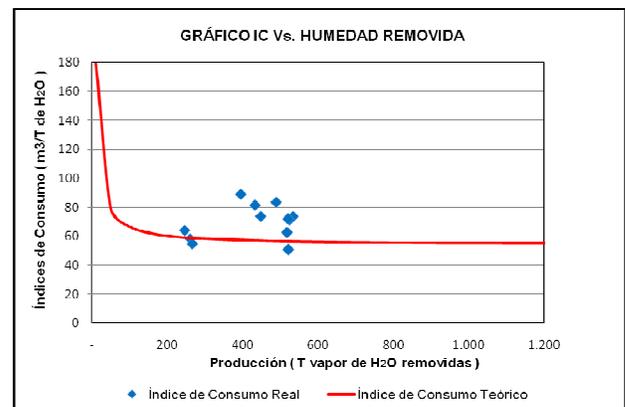


Figura 18. Gráfico Índice de consumo Vs. Humedad Removida para Secado año 2006

2.10 Gráficos de Tendencia o Sumas Acumulativas: En las figuras 19 a 23 se muestran las gráficas de tendencia del consumo de energía durante un año, respecto del consumo del año anterior con un mismo nivel de producción. Se observa que en general la tendencia en el consumo de energéticos es a la disminución, excepto en la línea de molienda, la cual impacta notablemente el comportamiento global de consumo de energía eléctrica en la planta.

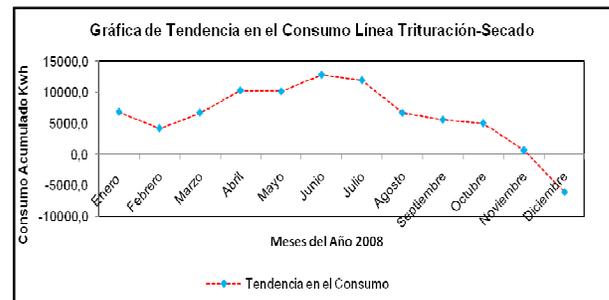


Figura 19. Gráfico de tendencia en línea trituración-secado.

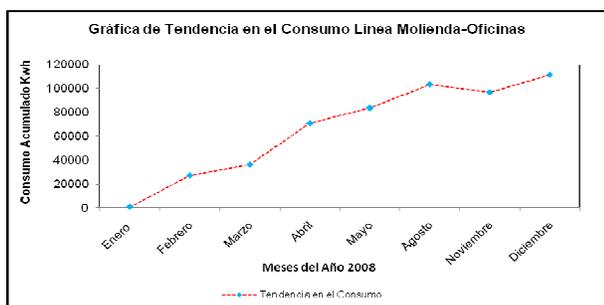


Figura 20. Gráfico de tendencia en línea molienda-oficinas.

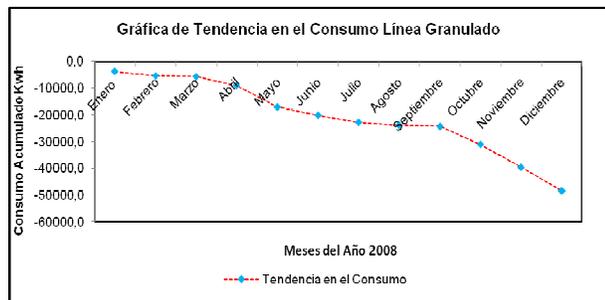


Figura 21. Gráfico de tendencia en línea granulado.

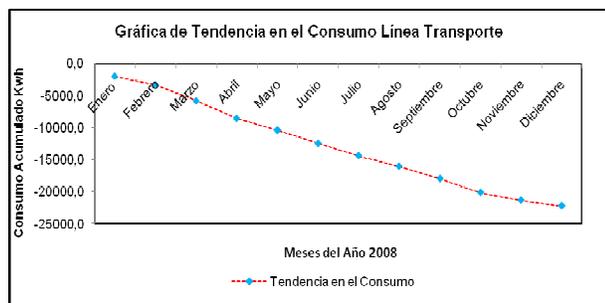


Figura 22. Gráfico de tendencia en Transporte.

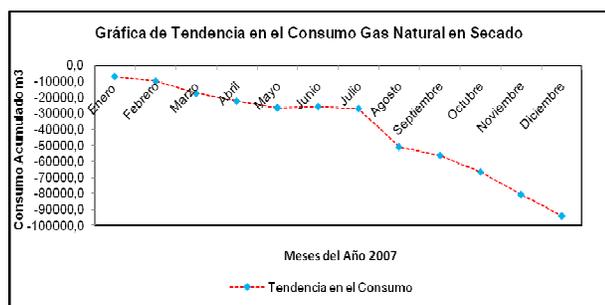


Figura 23. Gráfico de tendencia en proceso de secado con gas.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se caracterizó energéticamente un proceso estándar de beneficio de feldespato, permitiendo encontrar por líneas de proceso, el comportamiento energético, los índices de consumo y la energía no asociada a la producción.

Los resultados se constituyen en el primer referente, que permite a la industria de beneficio de feldespato, contar con una base de comparación y monitoreo para controlar y reducir las pérdidas energéticas de sus procesos.

Procesos industriales similares deberán procurar un desempeño energético, cuyos resultados al ser graficados estén por debajo de la curva del índice de consumo teórico, lo que indicará ahorro en comparación con el periodo anterior ya sea por mejores prácticas, cambios de tecnología, o aumento de eficiencia, entre otros.

Se recomienda a las empresas que no han incursionado en esta dimensión de la gestión, seguir las indicaciones que da la UPME¹, en su página de internet www.upme.gov.co, en la que incluye: benchmarking de índices de consumo, herramientas para el análisis de caracterización energética, ejemplos de caracterización, casos exitosos, entre otros.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] PÉREZ Tristanco, Carlos Andrés. Definición de indicadores de gestión enfocados al ahorro energético en la industria de beneficio de feldespato. Planta Sumicol. Tesis de Maestría en Gestión Industrial. 186 páginas. Universidad de Ibagué. Ibagué-Colombia 2011.
- [2] POSADA Restrepo, Enrique. INDISA S.A. Guía de buenas prácticas en uso racional de la energía en el sector de las pequeñas y medianas empresas. Centro Nacional de Producción Más Limpia. Ed. 1 Medellín 2002. Pág. 60-63. [on line]. [Consultado en Noviembre 13 de 2010], Disponible en internet en: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADAs%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/SECTOR%20ENERG%C3%89TICO/Guia%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20us%20racional%20de%20energ%C3%ADa%20en%20el%20sector%20de%20la%20pyme.pdf
- [3] CEEMA (Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente). Gestión Energética Empresarial. Universidad de Cien Fuegos. Pág. 12-33 ISBN 959-257-040-X. Cien Fuegos, Cuba. Año 2001.
- [4] MARTINEZ Peña, Román Samir. Propuesta para el desarrollo de un sistema de gestión total y eficiente de la energía en el proceso productivo de la planta de beneficio de feldespato Sumicol-Gualanday. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico. Programa de Ingeniería Mecánica. Universidad de Ibagué. Ibagué-Colombia 2010.

¹ UPME es la Unidad de Planeación Minero Energética del Ministerio de Minas y Energía de Colombia.