



Caracterización de la gestión energética en una empresa manufacturera de Manizales

Analysis of Energy Management in a Manufacturing Company From Metalworking in Manizales

Sara Restrepo^{a*}, Julio César Mesa^a, Olga Lucía Ocampo^a, Luis Perdomo^a.

Recibido: septiembre 5 de 2014
Recibido con revisión: octubre 2 de 2014
Aceptado: octubre 10 de 2014

^{a*}Universidad Autónoma de Manizales,
Departamento de Mecánica y
Producción,
Antigua Estación del Ferrocarril,
Manizales, Colombia
Tel.: + 57(6) 8727272, ext. 126
sara.restrepov@autonoma.edu.co

Energética 44, diciembre (2014), pp.33-39

ISSN 0120-9833 (impreso)
ISSN 2357 - 612X (en línea)
www.revistas.unal.edu.co/energetica
© Derechos Patrimoniales
Universidad Nacional de Colombia



RESUMEN

La gestión de la energía es una estrategia de control aplicada en las organizaciones que permite obtener una mayor eficiencia en el uso de energéticos. La NTC ISO 50001:2011 facilita a las organizaciones la implementación de un Sistema de Gestión Integral de la Energía - SGIE. Este trabajo presenta la caracterización de la gestión energética de una empresa manufacturera del sector metalmeccánico de Manizales, a partir de un diagnóstico de implementación de la NTC ISO 50001. Se evaluó el grado de implementación de la norma en la organización. En el aspecto de planificación energética se diseñó un instrumento teniendo en cuenta la herramienta de caracterización propuesta por (UPME, 2008). El instrumento contempló datos sobre producción, consumo de energéticos, equipos principales y su operación. De esta manera, se estableció la línea base y los indicadores de desempeño energético que fueron presentados a la empresa como herramienta inicial para el SGIE. La empresa evaluada presentó algunos requisitos existentes en los aspectos: implementación y operación, y verificación. Los resultados en requisitos generales, política energética y revisión por parte de la dirección son totalmente inexistentes.

PALABRAS CLAVE

Caracterización energética; desempeño energético; indicadores de desempeño energético; gestión de la energía.

ABSTRACT

Energy management is a control strategy applied in organizations which allows an efficient use of energy. The NTC ISO 50001: 2011 provides to organizations the implementation of an Energy Integrated Management System - EIMS. This work presents the review of energy management in a manufacturing company in the metalworking sector from Manizales, based on the NTC ISO 50001. The degree of implementation of the standard in the organization was evaluated. The aspect of energy planning considered a designed instrument taking into account the energy review tool given by (UPME, 2008). The instrument looked on production, energy consumption, main equipment and its operation. Thus, the baseline and performance indicators were established and presented to the company as an initial tools for the EIMS. The company showed some standard requirements in aspects: implementation and operation, and verification. Results in general requirements, energy policy and review by managers are totally absent.

KEYWORDS

Energy review; energy performance; energy performance indicators; energy management.

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual, el uso de la energía presenta grandes retos, como lo son la competitividad y el cambio climático [Carretero & García, 2012].

La estrategia de competitividad [Porter & Kramer, 2011] establece algunos factores determinantes para incrementar la competitividad en las organizaciones. El uso de la energía es considerado como una oportunidad de crear eficiencia en la utilización de recursos y disminuir el impacto en el ambiente creando valor compartido. La energía debe ser evaluada en la organización considerando el abastecimiento, los canales de distribución y la utilización de la misma. En el ámbito energético, la competitividad se refiere a la disminución de intensidad, con el fin acoplar el consumo energético con el desarrollo económico [Carretero & García, 2012].

El cambio climático alude al fenómeno representado por el incremento en la generación de gases de efecto invernadero producto de la quema de combustibles fósiles, los cuales alcanzaron valores record de 385 ppm de CO₂ en el año 2010, con efectos en el incremento de la temperatura de la tierra en 0.95°C [International Energy Agency, 2011]; efectos que agudizan la preocupación por una adecuada gestión energética. De acuerdo con las segunda comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático [IDEAM, 2010], en Colombia el sector energético y los procesos industriales son responsables del 36.65% y del 5.10%, respectivamente de las emisiones nacionales de GEI.

En la matriz energética colombiana, las fuentes de energía renovables representaron el 25% de la oferta para el año 2011 por encima del promedio internacional, y el sector industrial es responsable del 30% del consumo energético total [OECD, 2014].

La ley 697 de 2001 [Congreso de Colombia, 2001] declara el uso racional y eficiente de la energía (URE) como un asunto público, de interés social y fundamental para asegurar un abastecimiento energético pleno y oportuno, apuntando a la competitividad de la economía colombiana. El Programa de Energía Limpia para Colombia – CCEP [USAID, 2012] busca aumentar el acceso a fuentes de energías renovables y mejorar las prácticas de eficiencia energética en Colombia a través de proyectos de desarrollo y asistencia técnica, con el fin de estimular la inversión en fuentes de energía renovable y eficiencia energética.

Según la Resolución 186 del 2012 [MADS, 2012], las metas de ahorro y eficiencia energética del sector industrial son del 3,43% en energía eléctrica para

el año 2015 y 0.25% en otros energéticos; mientras que para el sector transporte se tiene una meta de reducción de 0.33% en otros energéticos. Por otra parte esta resolución obliga a incluir fuentes no convencionales de energía en el Sistema Interconectado Nacional y en las zonas no interconectadas con las siguientes metas: 1) SIN: 2015 3.5%, 2020 6.5% 2) ZNI: 2015 20%, 2020 30%. La diversidad de recursos con los que cuenta Colombia le permite satisfacer las necesidades de energía eléctrica, térmica y producción de frío.

La ley 1715 de 2014 [Congreso de Colombia, 2014] promueve el uso de las fuentes no convencionales de energía, enfocada principalmente a fuentes renovables para contribuir al desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de GEI y la seguridad en el abastecimiento de la energía. La ley 1715 establece el marco legal para el aprovechamiento de fuentes no convencionales de energía y el fomento de la inversión.

La gestión de la energía se considera como una estrategia de control aplicada en las organizaciones, que permite disminuir las pérdidas y obtener una mayor eficiencia en los sistemas que demanden cualquier tipo de energía [ICONTEC, 2011]. La aplicación de la gestión energética es una oportunidad de disminuir consumos energéticos, generar ahorros económicos y aumentar la competitividad de las organizaciones [UPME, 2008].

En los últimos años, la situación energética requería una herramienta útil y eficiente para facilitar la gestión de la energía en las organizaciones, permitiendo mejorar el rendimiento y aumentar la competitividad [Carretero & García, 2012]. La NTC ISO 50001 es propuesta en el año 2011 como la herramienta para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía [ICONTEC, 2011].

El desempeño energético se define como los resultados medibles de una organización relacionados con el uso, eficiencia y consumo de la energía [Carretero & García, 2012], la Figura 1 presenta el concepto de desempeño energético. El concepto también abarca los indicadores de desempeño energético – IDEs, que surgen de la necesidad de establecer medidas y tratamiento de datos relacionados con la energía [AENOR, 2011].

La NTC ISO 50001:2011 pretende integrar la gestión de la energía como una práctica habitual en la organización; se basa en el ciclo de mejora continua: PHVA, Planificar, Hacer, Verificar, Actuar [ICONTEC, 2011]. La fase de Planificar comprende la revisión energética y la implementación de línea base, IDEs, metas y objetivos energéticos. Por otra parte, Hacer contempla la ejecución de los planes de acción. La Verificación es la fase donde se realiza el seguimiento y medición de los procesos. Finalmente, Actuar se refiere a la toma de decisiones informadas para mejorar el desempeño energético [ICONTEC, 2011].

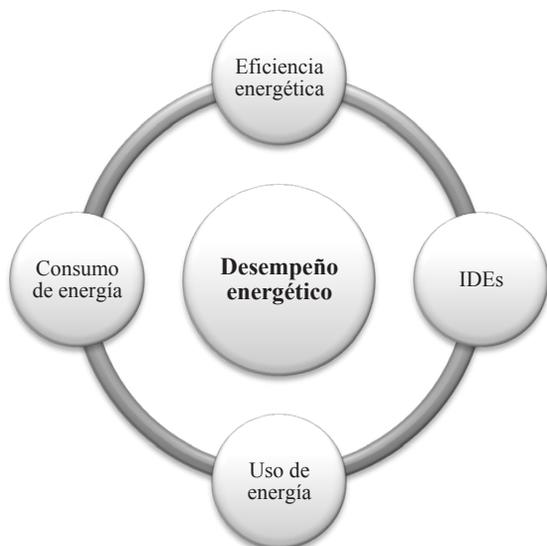


Figura 1: Concepto Desempeño Energético
Fuente. Adaptado [Carretero & García, 2012]

Los estudios realizados por [Campos, 2004] han demostrado baja eficiencia energética en los sectores industriales colombianos. La inversión en estos aspectos es reducida por el desconocimiento en el alcance de los proyectos y los estímulos limitados a la inversión. Por otra parte, el mercado energético del país se encuentra en la construcción de políticas que soporten y den cimientos a las inversiones de proyectos de uso racional de energía [Quispe, et al., 2011] y los lineamientos internacionales en especial, la norma ISO es relativamente reciente.

El [DNP, 2007] propone que el sector manufacturero requiere mejorar su productividad y competitividad en el marco del desarrollo sostenible. La implementación de los sistemas de gestión energética permitiría la reducción de costos en el proceso con disminución del impacto ambiental.

En este trabajo se presenta la caracterización de la gestión energética en una empresa del sector metalmecánico del departamento de Caldas. El estudio consistió en la revisión del grado de implementación de los requisitos del sistema de gestión de la energía propuesto en la NTC ISO 50001:2011.

2. METODOLOGÍA

La investigación es de tipo descriptivo, aplicada, y comprende información de tipo cuantitativo y cualitativo. La caracterización de la gestión energética fue realizada en una empresa perteneciente al sector metalmecánico de la ciudad de Manizales; de tamaño mediano según la clasificación industrial para Colombia [Congreso de la República de Colombia, 2004].

La caracterización se realizó en el marco de la norma ISO 50001:2011, donde se evaluaron los requisitos de implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. Se realizó una evaluación preliminar que consideró los sistemas de Gestión implementados

en la empresa: Sistema de Gestión de la Calidad NTC-ISO 9001, Sistema de Gestión Ambiental NTC-ISO 14001 y Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional NTC-OHSAS 18001.

La caracterización energética comprendió todos los aspectos de los requisitos de implementación de la NTC ISO 50001:2011:

1. Requisitos generales
2. Responsabilidad de la dirección
3. Política Energética
4. Planificación Energética
5. Implementación y Operación
6. Verificación
7. Revisión por la dirección

Se establecieron criterios de evaluación (Ver Tabla 1) para establecer el nivel de implementación de la norma en la organización.

Descripción	Puntaje
No Aplica: La descripción no es aplicable a la organización. (Omite la pregunta en calificación)	
Inexistente: No existe actualmente en la organización	0
Establecido: La manera de realizarlo ha sido definida por la organización, pero no está documentado	1
Documentado: Escrito en cualquier medio o formato	2
Implementado: Se realiza de acuerdo a lo escrito y se han hecho mejoras	3

Tabla 1: Criterios de evaluación en la implementación de la NTC ISO 50001:2011

Fuente. Adaptado: [ICONTEC, 2005]

Los aspectos contemplados se evaluaron mediante una herramienta de diagnóstico de implementación de la norma, donde se preguntó a la empresa por cada uno de los requisitos necesarios para la implementación del sistema de gestión.

2.1. Requisitos generales

La sección de requisitos generales hace referencia a la existencia de un sistema de gestión energética y la consideración de los lineamientos propuestos por la NTC ISO 50001:2011. En los requisitos generales se pregunta si la organización establece, documenta, implementa, mantiene y mejora un Sistema de Gestión Energética.

2.2. Responsabilidad de la dirección

La responsabilidad de la dirección evalúa si la empresa establece, implementa y mantiene una política energética.

2.3. Política energética

El aspecto de política energética se refiere a la existencia de un plan y sus respectivos programas que regule la gestión de la energía.

2.4. Planificación energética

La planificación energética consideró: generalidades, requisitos, revisión energética, línea base, indicadores de desempeño energético y objetivos.

Las generalidades y los requisitos permitieron identificar el estado de la planificación energética desde el ciclo PHVA y establecer que ciclo del proceso se encuentra aplicado dentro de la organización.

Con el fin de implementar los ciclos Hacer-Verificar-Actuar se caracterizó la gestión energética de la empresa mediante un instrumento metodológico aplicado en forma de encuesta al personal de la empresa perteneciente a producción y mantenimiento. El instrumento tomó como base la información propuesta en las encuestas para implementar el sistema de gestión integral de la energía de [UPME, 2008].

El instrumento contempló información general de la empresa, sus líneas de proceso, los equipos que reportan el mayor consumo energético, operación de los equipos, producción total mensual de la empresa y consumo de energéticos durante el año inmediatamente anterior. También se incluyeron listas de chequeo de operación según el tipo de equipo [Aire comprimido, compresores de refrigerante, accionamientos, chillers, torres de refrigeración, calderas, cuartos fríos, refrigeración, iluminación) donde se define la adecuada operación de los equipos según las prácticas propuestas por [UPME, 2008].

La información recolectada mediante la aplicación del instrumento permitió construir la línea base con el fin de obtener una medición regular de las variables del proceso. La línea base tiene como objetivo identificar las eficiencias en los consumos. De esta manera, se estableció el gráfico de consumo vs producción (E vs P) que relaciona la energía usada y la producción en un mismo periodo de tiempo; el gráfico determina cuando la variación de consumos energéticos se debe a variaciones de la producción [UPME, 2008]. El estudio contempló en el gráfico E vs P por cada energético empleado en la planta de producción.

Los consumos energéticos en el periodo de un año permitieron establecer los Indicadores de Desempeño

Energético IDEs. El comportamiento de los indicadores fue analizado mediante control de calidad para determinar la variabilidad del proceso.

La línea base e indicadores de desempeño energético establecidos, serán el insumo para la organización en la fase de definición de objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.

2.5. Implementación y operación

El aspecto de implementación y operación de la norma evaluó la competencia que tiene la organización respecto a la operación de un Sistema de Gestión Integral de la Energía. Verificó la comunicación interna de desempeño energético, control de documentos y control operacional.

El control operacional evaluó las actividades de operación de los equipos clasificados en los grupos mencionados anteriormente. Se verificó si en la empresa se realizan prácticas adecuadas en los equipos; la Tabla 2 presenta un ejemplo de prácticas verificadas en el control operacional según el tipo de equipo.

Tipo de equipo	Práctica
Aire Comprimido	¿Realiza pruebas para detectar si el sistema de distribución de aire comprimido tiene fugas?
Accionamientos	¿Verifica con regularidad la tensión de las correas?
Calderas	¿Se encuentran aisladas las tuberías de retorno de condensados?

Tabla 2: Ejemplo de verificación de operación de equipos.

Fuente. Adaptado: (UPME, 2008)

2.6. Verificación

La verificación de la NTC ISO 50001:2011 evaluó diferentes aspectos presentados a continuación:

- Seguimiento, medición y análisis
- Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos
- Auditoría interna del sistema de gestión de la energía
- No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva
- Control de los registros

2.7. Revisión por la dirección

El último aspecto se enfoca en el proceso "Actuar" del ciclo PHVA. Se preguntó si la información del desempeño energético es revisada por la dirección como insumo para la toma de decisiones informadas.

3. RESULTADOS

3.1 Nivel de implementación de la norma ISO 50001: 2011

La evaluación del nivel de implementación de la norma ISO 50001:2011 se muestra en la Figura 1, donde se presenta el estado actual de la empresa respecto al sistema de gestión energética bajo el cumplimiento de la totalidad de los requisitos del sistema de gestión de la energía.

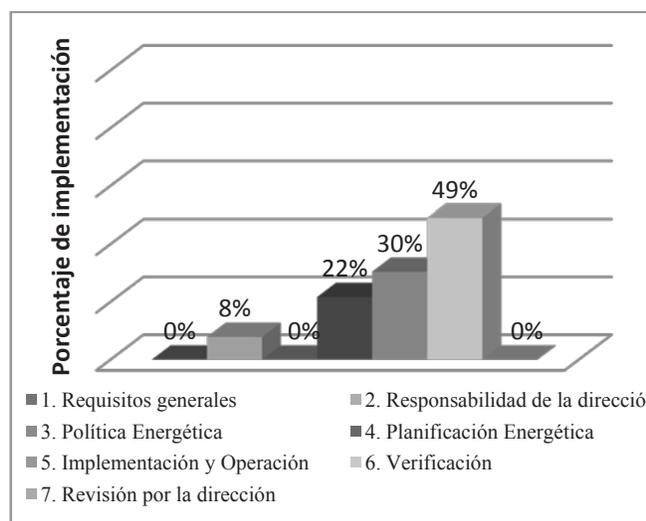


Figura 2: Nivel de implementación de la NTC ISO 50001:2011
Fuente. Elaboración propia

3.2. Requisitos generales

El aspecto de requisitos generales evaluó si el sistema de gestión energética se encuentra definido y su alcance documentado. Los resultados en la empresa presentaron un sistema de gestión energética inexistente y un concepto de desempeño energético basado en el consumo, que deja de lado el uso eficiente de la energía.

3.3. Responsabilidad de la dirección

La caracterización de la gestión energética por parte de la dirección se divide en dos aspectos principales: alta dirección y representante de la dirección. En la alta dirección la empresa presenta la totalidad de los requisitos inexistentes, donde no conoce la pertinencia de sus indicadores de gestión y tampoco planifica su desempeño energético a largo plazo. Por otra parte, algunos aspectos del representante de la dirección están establecidos porque existe una comunicación del desempeño energético, referido a consumos, hacia la dirección. La evaluación general del aspecto responsabilidad de la dirección arroja una implementación del 8% es decir, inexistente.

Se recomienda a la dirección, asegurar la disponibilidad de recursos necesarios con el fin de implementar el sistema de gestión; los recursos incluyen: personal encargado de la política energética, capacitación para el personal, recursos financieros y tecnológicos.

3.4. Política Energética

La política energética consideró las intenciones de una organización relacionadas con su desempeño energético. Los resultados de la caracterización en la empresa presentaron un estado inexistente. Se detectó que la organización carece de una planificación energética establecida para dar paso a la definición de una política energética.

3.5. Planificación Energética

La planificación energética involucró diferentes aspectos: generalidades, requisitos legales, revisión energética, indicadores de desempeño energético -IDE y objetivos y metas energéticas.

En general, la planificación energética reportó algunos aspectos establecidos, lo que facilita el cumplimiento de requisitos por parte de la ISO 50001: 2011.

Algunos requisitos legales se encuentran establecidos, pero carecen de una implementación completa donde se realice la totalidad del ciclo PHVA.

3.6. Revisión energética y línea base

La revisión energética fue realizada en la empresa con el fin de establecer los modelos de documentación necesaria para cumplir con el requisito de planificación energética propuesto por la norma. Se recolectó la información por medio del instrumento de revisión energética para empresas. La información fue obtenida con la participación del jefe de producción, supervisor de producción, coordinador de proyectos y coordinador de mantenimiento. La información contempló datos generales de la empresa, la operación de los principales equipos, producción total mensual y consumo de energéticos durante el año 2013. Para establecer los indicadores de gestión de la energía se construyó la línea base de la empresa.

El objetivo de la línea base es determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se debe a variaciones de la producción. La línea base consideró todos los energéticos usados en la planta de producción: gas natural, ACPM, energía eléctrica, carbón. Para establecer el modelo se realizó la prueba de normalidad a todas las variables como se presenta en la Tabla 3 el tamaño de la muestra es igual a doce, correspondientes a los meses del año 2013.

	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Energía Eléctrica [kWh]	0,951	12	0,645
ACPM [m ³]	0,817	12	0,015
Gas Natural [m ³]	0,917	12	0,264
Carbón [kg]	0,854	12	0,041
Agua [m ³]	0,819	12	0,016
Producción [ton]	0,985	12	0,997

Tabla 3: Prueba de normalidad
Fuente. Elaboración propia

Según los resultados de distribución normal, el modelo pudo ser establecido para gas natural y energía eléctrica. El gas natural no presentó ninguna correlación entre datos. Por otra parte, en energía eléctrica Figura 3 la correlación de los datos corresponde a $R^2=0.949$, correlación excelente.

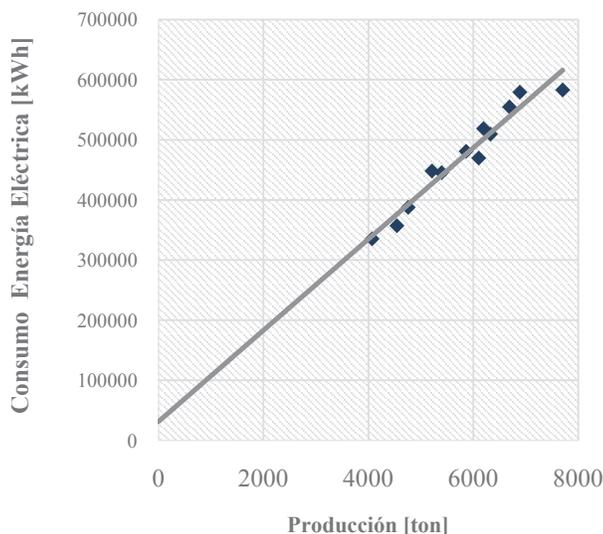


Figura 3: Línea base para Energía Eléctrica
Fuente. Elaboración propia

En el modelo de línea base los energéticos considerados en la empresa deberían presentar una correlación con la producción. Para el caso analizado sólo el consumo de energía eléctrica presenta una correlación excelente, por tal motivo se recomienda una verificación de consumos de otros energéticos (gas natural, ACPM, carbón) y la ampliación del periodo de tiempo considerado.

3.7. Indicadores de desempeño energético - IDE

La información de línea base permitió construir los indicadores de desempeño energético presentados en la Tabla 4 para el periodo 2013. Se realizó el control de dichos indicadores con el fin de identificar si el proceso se encuentra bajo control estadístico y su índice de estabilidad.

Indicador de Gestión Energética	Unidades
Consumo Energía Eléctrica / Producción	kWh/ton
Consumo Gas Natural / Producción	m ³ /ton
Consumo ACPM / Producción	m ³ /ton
Consumo Carbón / Producción	kg/ton

Tabla 4: Indicadores de gestión establecidos en la empresa objeto de análisis
Fuente. Elaboración propia

Los indicadores reportados se encuentran dentro de los límites establecidos. La Figura 3 presenta el control estadístico para el indicador Consumo Energía Eléctrica / Producción, donde no se observa patrón especial, por tanto el proceso está en control estadístico en cuanto a variabilidad. El índice de estabilidad arroja un proceso estable.

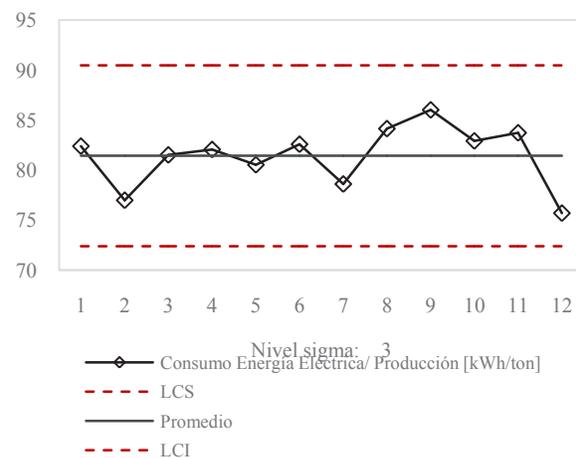


Figura 4: Gráfico de control Energía Eléctrica/Producción
Fuente. Elaboración propia

3.8. Implementación y operación

El aspecto de implementación y operación del sistema de gestión de la energía reporta un 30% de implementación. Los aspectos: competencia, formación, comunicación, requisitos de la documentación y control operacional arrojan un resultado inexistente. Por otra parte, el puntaje obtenido se debe a la evaluación del control de documentos, totalmente implementado. La empresa establece, implementa, mantiene, revisa procedimientos.

El control operacional apenas es establecido en la organización y se evaluó la operación de los equipos con el objetivo de implementar un procedimiento adecuado. Se encontró en la planta de producción equipos de aire comprimido, accionamientos y calderas. La operación de dichos equipos fue evaluada según buenas prácticas donde los equipos de aire comprimido presentan en su mayoría prácticas adecuadas, sin embargo tienen un 27% de

acciones que podrían mejorar. Los accionamientos presentan una operación completamente adecuada. Finalmente, se encontró una caldera cuya operación es medianamente adecuada y se requiere una mejora la disposición de condensados y eliminación de pérdidas por tuberías.

3.9. Verificación

La verificación del sistema de gestión obtuvo un 49% de implementación. Verificación, corresponde al aspecto con mejor calificación debido a la auditoría interna que se realiza actualmente en la empresa, donde las no conformidades son tratadas mediante acciones correctivas y preventivas. Además, llevan un control de registros y contemplan un cronograma de auditorías.

3.10. Revisión por la dirección

El aspecto que evalúa la revisión por parte de la dirección se reportó completamente inexistente, donde se requiere una supervisión continua de los IDE con el fin incluir en la toma de decisiones los cambios relacionados con los recursos energéticos.

4. CONCLUSIONES

Se realizó una caracterización energética de la empresa mediante la evaluación del grado de implementación de la NTC ISO 50001:2011. En el aspecto de planificación energética el instrumento reveló que la empresa requiere revisiones específicas en el consumo de gas natural, ACPM y carbón. La caracterización energética permitió establecer la línea base y los IDEs. La línea base para la energía eléctrica reveló una correlación excelente donde el consumo está asociado a la producción en un 94,9%. El control estadístico de indicadores presentó procesos dentro de los límites de control. La empresa objeto de estudio mostró algunos requisitos existentes en los aspectos de implementación y operación, y verificación. Por otra parte los aspectos de requisitos generales, política energética y revisión por parte de la dirección son totalmente inexistentes.

Con aras a la implementación de un Sistema de Gestión Integral de la Energía dentro de la organización se recomienda realizar una caracterización energética considerando un periodo de tiempo más amplio. El SGIE también requiere mayor presencia de la dirección garantizando los recursos humanos, económicos y de capacitación al personal.

REFERENCIAS

AENOR. (2011). *UNE-EN ISO 50001:2011. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso*. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación.

Campos, J. (2004). Caracterización energética de empresas industriales. *Memorias I Congreso Internacional sobre Uso Racional y Eficiente de la Energía*, (págs. 314-318). Cali.

Carretero, A., & García, J. M. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. AENOR.

Congreso de Colombia. (2001). *Ley 697*. Bogotá.

Congreso de Colombia. (2014). *Ley 1715 del 13 de Mayo de 2014*.

Bogotá: Gobierno Nacional.

Congreso de la República de Colombia. (2004). *Ley 905 del 2 de agosto de 2004*. Bogotá.

DANE. (2013). *Encuesta Anual Manufacturera - EAM 2011*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística .

DNP. (2007). *Agenda Interna para la productividad y la competitividad - Caldas*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

ICONTEC. (2005). *NTC- ISO 9000. Sistemas de Gestión de la Calidad*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

ICONTEC. (2011). *NTC-ISO 50001. Sistema de gestión de la energía*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

IDEAM. (2010). *2a Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. .

International Energy Agency . (2011). Obtenido de World Energy Outlook: [http:// www.iea.org/publications/freepublications/publication/English.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/English.pdf)

MADS. (2012). *Resolución 186* . Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

ODES. (2005). *La PML como estrategia empresarial para fomentar la Competitividad*. Bogotá: Organización para el Desempeño Empresarial Sostenible.

OECD. (2014). *OECD Environmental Performance Reviews*. Colombia: OECD Publishing.

Porter, M., & Kramer, M. (2011). *Harvard Business Review*.

Quispe, E. C., Castrillon, R. P., Campos, J. C., & Urhan, M. (2011). El modelo de Gestión Energética colombiano: Desarrollo, experiencias y resultados de aplicación y perspectivas futuras del desarrollo. *IX Congreso Nacional y IV Internacional de Ciencia y Tecnología del Carbón y Combustibles Alternativos*. Cali: Conicca.

UPME. (2008). *Sistema de Gestión Integral de la Energía. Guía para la implementación* . Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética.

USAID. (2012). *Programa de Energía Limpia para Colombia –CCEP*. Bogotá.