

LINEAMIENTOS DE AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA GENERACIÓN DE VAPOR Y LAS POTENCIALIDADES DE AHORRO ECONÓMICO EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

GUIDELINES FOR ENERGY AUDITING IN STEAM GENERATION AND POTENTIAL ECONOMIC SAVING IN THE SUGAR INDUSTRY

Apolinar Quinte Villegas¹, Berardo Beder Ruiz Sánchez¹, Luna García Gladys Marina¹, Luis Rolando Gonzales Torres¹, Jhon Herbert Obispo Gavino¹, Nilvia Pérez Perez¹

RESUMEN

La investigación se centro en realizar los lineamientos para una auditoria energética en la generación de vapor para detectar las potencialidades de ahorro económico en la industria azucarera. Se recabó información de los ministerios relacionados a la energía de los países que han desarrollado investigaciones similares, asimismo se procesó material publicado por empresas especializadas como Spirax Sarco, ArmstrongInc, TLV internacional, y experiencia de profesionales del Sector azucarero del País. En los resultados se obtuvo lineamientos de auditoría energética para: 1) Agua de alimentación 2) Bagazo como combustible, 3) Aire de combustión. 4) Vapor generado 5) Purgas de las calderas 6) Gases de chimenea y 7) aislamiento del caldero. Llegando a la conclusión que los lineamientos de una auditoria energética en la generación de vapor permiten detectar las potencialidades de ahorro económico en la industria azucarera. Así tenemos: 1) Uso del re-evaporizados, tiempo de retención apropiado, eliminación de fugas. 2) Humedad del bagazo y alimentación apropiada 3) Aire caliente y flujo apropiado para optimizar la eficiencia de combustión 4) Mejorar el aislamiento y eliminación de las fugas de vapor. 5) Purga eficiente del caldero y su reutilización calentamiento y uso de re evaporizado 6) Aislamiento del caldero: hogar, alimentación de agua, de aire caliente. Todo esto englobado con un Personal técnico y profesional altamente capacitado.

Palabras clave: Auditoria energética; Distribución de vapor; Industria azucarera.

ABSTRACT

The research focused on making the guidelines for an energy audit in steam generation to detect the potential for economic savings in the sugar industry. Information was gathered from the energy ministries of the countries that have developed similar research, and material published by specialized companies such as Spirax Sarco, ArmstrongInc, TLV international, and experience of professionals in the sugar sector of the country was processed. In the results, energy audit guidelines were obtained for: 1) Feeding water 2) Bagasse as fuel, 3) Combustion air. 4) Steam generated 5) Purges of the boilers 6) Chimney gases and 7) Cauldron insulation. Arriving at the conclusion that the guidelines of an energy audit in steam generation allow to detect the potential of economic savings in the sugar industry. So we have: 1) Use of re-evaporated, appropriate retention time, elimination of leaks. 2) Bagasse moisture and proper feeding 3) Hot air and proper flow to optimize combustion efficiency 4) Improve insulation and elimination of steam leaks. 5) Efficient purification of the cauldron and its reuse heating and use of re evaporation 6) Cauldron insulation: home, water supply, hot air. All this encompassed with a highly trained technical and professional staff.

Keywords: Energy audit; Steam distribution; sugar industry.

¹ Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (Lima – Perú). Email: vinvestigacion@unifsc.edu.pe

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista económico, los recursos energéticos, son bienes relativamente escasos y, por lo tanto, sin reducir la calidad de vida, su uso debe ser racional, evitando el despilfarro, más aún cuando para los próximos veinte años se prevé que el consumo energético a escala mundial aumentará en un 50%.

El ahorro y la eficiencia energética están relacionados con hábitos, comportamientos y actividades productivas, de tal forma que hacer buen uso de la energía genera ahorro económico en el consumidor y es un importante aporte a la energía, a la economía y al medio ambiente del país. Ministerio de Minas y energía. Colombia. Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas (2007).

El problema energético y medioambiental existente a nivel mundial, que se manifiesta a través de un horizonte finito y cercano para los combustibles no renovables y el calentamiento del planeta a través del efecto invernadero, ha llevado a las diferentes administraciones a implementar políticas energéticas dirigidas a fomentar el uso racional de la energía y la eficiencia energética.

Si se analizan las pérdidas globales en una instalación de vapor, podremos comprobar que aproximadamente el 25% se producen en la generación, el 45% en la red de distribución y el 30% restante son debidas a la no utilización de los condensados. Por tanto, un buen diseño (longitud y diámetros de tuberías apropiados, aislamientos, uso de purgadores adecuados, etc.) y mantenimiento de la red de vapor (eliminar fugas en tuberías, comprobar el buen funcionamiento de los purgadores, etc.), así como el aprovechamiento del condensado y reevaporizado, es clave a la hora de disminuir las pérdidas, aumentar la eficiencia y ahorrar energía. Agencia andaluza de energía. España (2011).

Los sistemas de distribución de vapor conectan a las calderas con el equipo que en realidad utiliza el vapor. Estos sistemas de distribución transportan el vapor hasta cualquier sitio en la planta donde se necesita su energía calorífica.

Los tres componentes principales de un sistema de distribución de vapor son los cabezales, las tuberías principales, y los ramales. Cada componente cumple con ciertas funciones específicas en un sistema de vapor y, junto con los separadores y las trampas de vapor, contribuye al uso eficiente del vapor. Armstrong (2002).

Sistema de distribución del vapor, serie de tubos denominados "cabezales y ramales de vapor", que permite llevar el vapor a los puntos donde el proceso lo requiere, con localización y en la cantidad demandada. CONAE, Comisión Nacional para el ahorro de Energía. Guía de vapor en la industria (2003)

En nuestro país, el consumo de energía en el sector industrial (incluye agroindustria) en el año 2007 ha sido 7 088 093 MW.h. (MEM-DGE).

En el caso de la agroindustria en Perú, se han observado potencialidades de ahorro en facturación que oscilan entre 5% - 20% en energía eléctrica y 10% - 25% en energía térmica, en promedio. Es importante anotar que estos rangos son referenciales y varían de acuerdo al tamaño de la instalación, la naturaleza de los procesos, y

a la política de gestión de energía en la empresa. Existen oportunidades de ahorro de energía que involucran retornos de inversión entre 1 y 2 años. Ministerio de Energía y Minas. Perú (2007). Elaboración de proyectos de guías de orientación del uso eficiente de la energía y el diagnóstico energético Agroindustria.

El sistema de distribución de vapor es un enlace importante entre la fuente generadora del vapor y el usuario. La fuente generadora del vapor puede ser una caldera o una planta de cogeneración.

Esta, debe proporcionar vapor de buena calidad en las condiciones de caudal y presión requeridas, y debe realizarlo con las mínimas pérdidas de calor y atenciones de mantenimiento.

Esta guía observa la distribución de vapor saturado seco como un transporte de energía calorífica al lugar de utilización, para aplicaciones de intercambio de calor o de calefacción de espacios y cubre los temas relacionados con la puesta en práctica de un sistema eficiente de distribución de vapor. SpiraxSarco Argentina. (2003). Guía de distribución de vapor.

Hoy en día, hay muy pocos procesos que no dependen del vapor para proporcionar un producto final. El purgador es una parte esencial de cualquier sistema de vapor. Es el enlace importante entre el usuario del vapor y el retorno de condensado, que retiene el vapor pero elimina el condensado, así como el aire y otros gases incondensables.

Aunque es tentador considerar los purgadores aisladamente; es en su efecto en el sistema de vapor como un conjunto que es importante tenerlos en cuenta: ¿Llega la planta rápidamente a la temperatura o es lenta de respuesta, con un rendimiento menor de lo que se podría esperar?, ¿Está el sistema libre de perturbaciones, o la purga inadecuada permite golpes de ariete, corrosión, fugas y costes de mantenimiento más altos de los necesarios?, ¿Tiene el diseño del sistema un efecto negativo en la vida y eficacia del purgador?

Es cierto que en muchos casos, a pesar de que se seleccione un purgador inadecuado para una aplicación concreta, parece que no se observan efectos dañinos. Algunas veces los purgadores están incluso completamente cerrados. El drenaje incompleto de condensado de algún punto de una tubería de vapor significa que el resto es transportado hacia el siguiente punto. Esto podría representar un problema si el siguiente punto de drenaje también estuviese cerrado. SpiraxSarco Argentina. (2003). Guía de Trampas para vapor y eliminadores de aire.

De lo enunciado, el estudio pretende dar los lineamientos de auditoría energética a la distribución del vapor y las potencialidades de ahorro económico en La Industria Azucarera, tomando como muestra a la Empresa Azucarera del Norte S.A.C. y refleja el compromiso que tiene todo profesional de la Universidad José Faustino Sánchez Carrión en contribuir con el material de consulta para realizar auditorías energéticas a las líneas de vapor en un sistema de vapor en un ingenio azucarero.

En este sentido se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Permite los lineamientos de una auditoría energética a

la distribución de vapor detectar las potencialidades de ahorro económico en la industria azucarera?

MATERIALES Y METODOS

La investigación realizada fue descriptiva, donde se recabo la información y se ordenó en categorías para dar los lineamientos de auditoría energética a la distribución del vapor, y luego aplicarlos a la Empresa Azucarera del Norte S.A.C. ubicada en Chiclayo, buscando su validación, detectando las potencialidades de ahorro económico en la industria azucarera.

Para ello, Inicialmente se realizaron las siguientes actividades:

Se recabó información de los ministerios relacionados a la energía de los países que han desarrollado investigaciones similares.

Se recabó material publicado por empresas especializadas como SpiraxSarco de Argentina, Armstrong, [TLV international](#)

Experiencia de profesionales del Sector azucarero del País.

El proceso de investigación para realizar los lineamientos de auditoría energética, se clasifico en cuatro partes:

- 1) Tuberías de vapor y su aislamiento.
- 2) Condicionamiento del consumo de vapor.
- 3) Evacuación de condensados.
- 4) Gases incondensables y reevaporizados.

Posteriormente se ordenaron las potencialidades de ahorro en la distribución de vapor al aplicarse al ingenio azucarero Empresa Azucarera del Norte S.A.C. Chiclayo.

Se utilizaron como materiales, los básicos de escritorio, una computadora personal con software office Word y Excel, cámara fotográfica, filmadora, cinta métrica, termómetro, manómetros.

Cabe señalar que en el estudio no se utilizaron instrumentos físicos de medición, más bibliografía especializada en la auditoría energética a la distribución del vapor.

En las guías de referencia técnica del SpiraxSarco: Guía de Trampas para vapor y eliminadores de aire, Guía de distribución de vapor, Purgas de Caldera, Calderas y accesorios y los publicado por Armstrong: Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados y TLV international Inc: Distribución del vapor. Podemos extraer:

1. ACCESORIOS DE LA CALDERA

- Placa de instalación
- válvulas de seguridad
- Válvulas de interrupción para calderas
- Válvulas de retención para calderas
- Válvulas de purga de fondo
- Manómetros

Indicadores de nivel Eliminadores de aire y rompedores de vacío a temperaturas superiores a los 100 °C. Por consiguiente, son necesarias las normativas, equipos de seguridad e inspecciones frecuentes.

2. EFICIENCIA DE CALDERAS

2.1. PERDIDAS EN LOS GENERADORES DE VAPOR

Se deben seguir unas pautas estrictas para hacer trabajar una caldera. Recordar que una caldera de vapor es un recipiente presurizado que contiene agua caliente

- A la humedad del combustible.
- Al agua que puede formarse del hidrógeno del combustible.
- A la humedad del aire de combustión utilizado.
- Al calor arrastradas por los gases de chimenea.
- A la combustión incompleta del combustible quemado.
- A los combustibles no consumidos en el residuo.
- Al hidrógeno e hidrocarburos no quemados en el combustible.
- A la radiación, fugas y otras pérdidas

Una caldera que tiene que cubrir con una carga puntual, superior al rango máximo trabajará con una eficacia reducida.

2.2. EFICIENCIA Y CARGA DE LA CALDERA

Si una caldera tiene que trabajar con un porcentaje pequeño de su régimen, entonces las pérdidas por radiación pueden ser significantes y de nuevo hay una caída en eficacia global.

No es fácil igualar la producción de la caldera a una demanda de vapor variable.

- EFICIENCIA TÉRMICA (n):

Es la energía útil de salida dividida por la entrada de energía.

Permiten cuantificar en FORMA DIRECTA la energía aprovechable que se convierte en energía del vapor

EFICIENCIA DE COMBUSTIÓN:

Referido a la capacidad del quemador que efectúa la combustión.

Permite calcular la eficiencia térmica, por un método denominado MÉTODO INDIRECTO

FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA

Se indican en el siguiente gráfico:

Flujo o caudales de agua para mantener la carga.

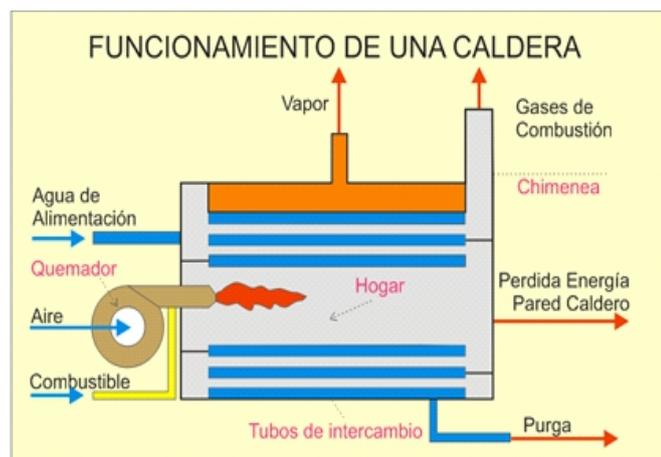
Flujo o caudal de aire para mantener una combustión eficiente y adecuada.

Flujo o caudal de combustible y su eficiencia de combustión.

Flujo o caudales de vapor para mantener la carga.

Flujo de escape de los productos de la combustión.

Figura 1: Corrientes de materia y energía en el Funcionamiento de una Caldera



1.1. AGUA DE ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA

-Tanques de almacenamiento - evitar pérdidas de calor

Puesto que el tanque de alimentación está caliente, se debe procurar minimizar las pérdidas de calor. Las mayores pérdidas tendrán lugar en la superficie del agua, por tanto es esencial alguna forma de tapa. Una alternativa es cubrir la superficie.

1.2. ECONOMIZADOR - RECUPERACIÓN DE CALOR DE GASES RESIDUALES

Un economizador es un dispositivo que se pone en el punto donde se descargan a atmósfera los gases calientes de la caldera. Como estos gases están todavía calientes, se pueden utilizar para calentar el agua de alimentación que entra en la caldera, pasando a través del economizador

1.3. ALIMENTACIÓN DE AIRE

- Recuperador : recuperación de calor de gases residuales

Un recuperador es un dispositivo que se ubica a la salida de los gases de chimenea.

Se utilizan para recuperar el calor residual que aun posee los gases de chimenea por contacto indirecto con el aire de alimentación al caldero de tiro forzado.

1.4. ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

El combustible líquido habitualmente se quema a través de una suspensión de gotas generadas como consecuencia de su atomización. Las gotas provienen del atomizador y se dirigen hacia la zona de combustión, y en el pasaje se calientan como consecuencia de la radiación de la llama y de la transferencia de calor convectiva desde los gases calientes que la rodean. Ello produce la vaporización de los componentes más livianos del combustible, que se mezclan con el aire que rodea la gota y luego combustionan.

La atomización es el proceso de ruptura de la fase líquida continua del combustible, que lo transforma en gotas discretas.

-ATOMIZACIÓN DE FUEL-OIL VISCOSOS

Mientras mayor sea la viscosidad del combustible, mayor será la distancia para que se desintegre el líquido en finísimas gotas a partir de la salida del orificio del atomizador. Es por ello que los aceites viscosos no pueden ser atomizados a temperatura ambiente y requieren de pre calentamiento previo para poderlos quemar, dada la dificultad de fluir el líquido.

- EFICIENCIA EN LA COMBUSTIÓN

Mantener la correcta proporción de combustible / aire.

Si la combustión es buena:

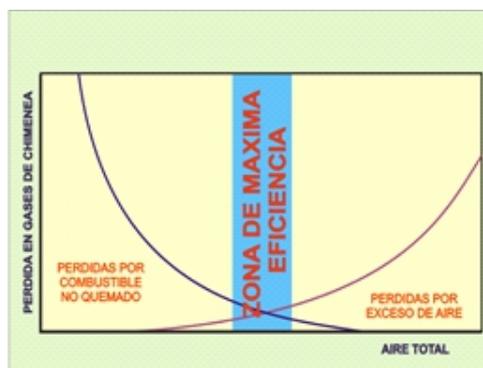
ü. Pequeña cantidad de exceso de aire.

ü. Pequeña cantidad de oxígeno.

ü. Porcentaje relativamente grande de Co₂

La medida del dióxido de carbono o oxígeno en los gases de combustión, junto con la temperatura, permite calcular las pérdidas de los gases de combustión. Debe hacerse correctamente y con frecuencia bajo todas las condiciones de carga de la caldera.

Figura 2: Zona de máxima eficiencia en la combustión



1.5. MINIMIZAR PERDIDAS EN AISLAMIENTO

Mantener limpias las superficies de intercambio

Realizar mantenimiento en cierres y juntas

Aislar conductos, tuberías, economizadores, etc

1.6 PURGAS DEL CALDERO

El agua de alimentación de un caldero lleva cierta cantidad de sales disueltas las cuales se van quedando dentro del caldero al salir el vapor prácticamente puro, es decir sin sales disueltas.

No debe permitir que las sales disueltas se concentren demasiado, porque ocasionan una serie de problemas y daños a los calderos, es decir que se debe extraer cierta cantidad de agua del interior del caldero, con alto contenido de sólidos disueltos y reemplazarlo con otra porción de agua de bajo contenido de sólidos.

A) Purgas de superficie o de nivel: Se halla localizada 4 pulg. Aprox. Por debajo de la superficie del nivel de agua del caldero. Elimina una mayor cantidad de sólidos en suspensión y no en disolución. El movimiento del agua por convección debido al calentamiento hace que las partículas de sólidos sean llevadas hacia arriba por la corriente de agua caliente

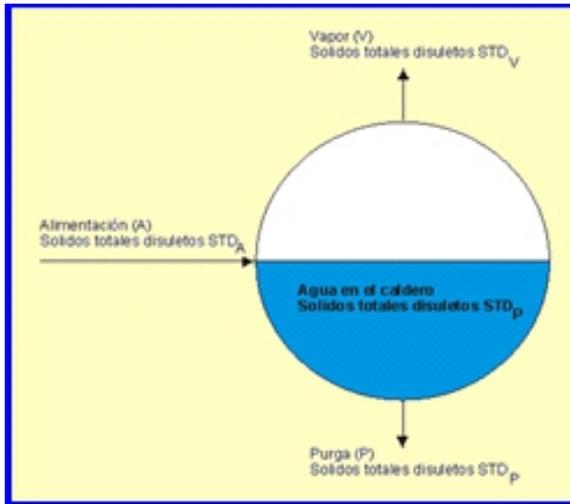
B) Purgas de fondo: Se localizan en la parte inferior del

caldero. Tienen por finalidad eliminar los barros depositados en las inmediaciones de las bocas de purga y también las sales disueltas en el agua del caldero, cuya concentración no debe aumentar de los límites ya establecidos

- Calculo de purgas

Para calcular la purga en un caldero, tomaremos como base los sólidos totales disueltos máximos permisibles, según el ABMA.

Figura 3: Recuperación del vapor Flash de las purgas



$$\%P = \frac{STD_A}{STD_p - STD_A}$$

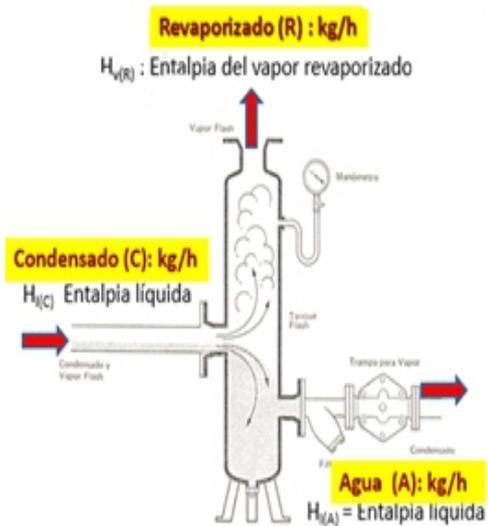
-Recuperación de calor sensible – intercambiador de calor

El calor latente contenido en el vapor se libera en el instante en que el vapor se condensa hacia la fase líquida. Este calor se libera instantáneamente y se transfiere por medio del intercambiador de calor al producto a calentar.

En contraste, el agua caliente es utilizado en calentamiento por convección, la cual no involucra un cambio de fase. En lugar de eso, el medio de calor reduce su propia temperatura para transferir calor al producto que se está calentando.

- Recuperación de calor latente – tanque flash

Figura 4: Diagrama esquemático generación del vapor Flash



$$\%R = \frac{H_{l(C)} - H_{l(A)}}{H_{v(R)} - H_{l(A)}}$$

RESULTADOS

Resultados de los lineamientos de auditoría energética a la generación del vapor y las potencialidades de ahorro económico en la industria azucarera

Tabla 1. Lineamientos para el agua de alimentación

VALORACION DEL AHORRO		Muy Bajo 1	Bajo 2	Regular 3	Alto 4	Muy Alto 5
1.1	Calidad del agua de alimentación					
1.1.1	Perdida de reevaporizados				X	
1.1.2	Temperatura de abastecimiento		X			
1.1.3	Temperatura de ingreso al caldero			X		
1.1.4	Fugas de agua			X		
1.2	Tanques de almacenamiento					
1.2.1	Reevaporizados					X
1.2.2	Tiempo de retención del agua alimentación				X	
1.2.3	Aislamiento			X		
1.2.4	Fugas de agua			X		
1.3	Sistemas de bombeo					
1.3.1	Bombas apropiadas			X		
1.3.2	Aislamiento de tuberías			X		
1.3.3	Fugas de agua			X		
1.3.4	Accesorios apropiados		X			
1.3.5	Frecuencia de mantenimiento				X	

Tabla 2. Lineamientos para el combustible - Bagazo

VALORACION DEL AHORRO		Muy Bajo 1	Bajo 2	Regular 3	Alto 4	Muy Alto 5
2.1	Calidad del Bagazo					
2.1.1	Humedad del Bagazo					X
2.1.2	Impurezas del Bagazo				X	
2.1.3	Medula excesiva en el bagazo				X	
2.2	Alimentación y combustión					
2.2.1	Ingreso uniforme del Bagazo al caldero				X	
2.2.2	Suspensión del Bagazo en el Caldero				X	
2.2.3	Frecuencia de mantenimiento				X	

Tabla 3. Lineamientos para el aire de combustión - Gases de chimenea

VALORACION DEL AHORRO		Muy Bajo 1	Bajo 2	Regular 3	Alto 4	Muy Alto 5
3.1	Calidad del aire de combustión					
3.1.1	Temperatura del ambiente	X				
3.1.2	Temperatura de ingreso del aire al hogar del caldero				X	
3.1.3	Fugas de aire caliente				X	
3.2	Ventiladores de aire forzado					
3.2.1	Ventiladores apropiados		X			
3.2.2	Aislamiento sistema de inyección de aire			X		
3.2.3	Accesorios y controles apropiados			X		
3.2.4	Frecuencia de mantenimiento				X	
3.3	Calidad de los gases de chimenea					
3.3.1	Temperatura gases de chimenea salida del hogar					
3.3.2	Temperatura gases de chimenea salida del caldero					X
3.3.3	Fugas de aire gas de chimenea del hogar				X	
3.4	Ventiladores de aire inducido					
3.4.1	Ventiladores apropiados		X			
3.4.2	Aislamiento sistema de evacuación de gases de chimenea			X		
3.4.3	Accesorios y controles apropiados			X		
3.5.4	Frecuencia de mantenimiento				X	

Tabla 4. Lineamientos para el vapor generado

VALORACION DEL AHORRO		Muy Bajo 1	Bajo 2	Regular 3	Alto 4	Muy Alto 5
4.1	líneas de vapor					
4.1.1	Tipo de Vapor:	X				
4.1.2	Flujo másico transportado:		X			
4.1.3	Presión del vapor:			X		
4.1.4	Temperatura			X		
4.1.5	Fugas de vapor				X	
4.1.6	Aislamiento de las líneas de vapor			X		
4.2	Evaluación del diseño					
4.2.1	Diámetro Nominal		X			
4.2.2	Ruido		X			
4.2.3	Accesorios		X			
4.2.4	Frecuencia de mantenimiento				X	

Tabla 5. lineamientos para la purga del caldero

VALORACION DEL AHORRO		Muy Bajo 1	Bajo 2	Regular 3	Alto 4	Muy Alto 5
5.1	Calidad de la Purga					
5.1.1	Purga de nivel	X				
5.1.2	Purga de fondo	X				
5.1.3	Temperatura de las purgas			X		
5.1.4	Fugas de agua					X
5.2	Cantidad de la Purga					
5.2.1	Régimen de carga del Caldero			X		
5.2.2	Presión del Caldero - STD máximos			X		
5.2	Recuperador de calor sensible					
5.2.1	Intercambiadores de calor			X		
5.3	Instalación de tanque flash					
5.3.1	Revalorizado					X
5.3.2	Reusó y disposición final del condensado final			X		
5.3.3	Frecuencia de mantenimiento				X	

Tabla 6. Lineamientos para el aislamiento del caldero

VALORACION DEL AHORRO		Muy Bajo 1	Bajo 2	Regular 3	Alto 4	Muy Alto 5
6.1	Aislamiento del hogar del caldero					X
6.2	Aislamiento del sistema de alimentación de agua				X	
6.3	Aislamiento del sistema de alimentación de alre			X		
6.4	Aislamiento del sistema de Purgas		X			

DISCUSIÓN

La capacitación del personal técnico y profesional es la clave para garantizar pérdidas mínimas de energía térmica en un ingenio azucarero.

El no aprovechar el reevaporizado de los condensados es la principal causa de pérdidas de energía térmica en la industria azucarera. En los tanques de almacenamiento y la no utilización de los reevaporizados de las purgas del caldero

La capacidad excesiva de almacenamiento de agua de alimentación ocasiona un mayor tiempo de retención y por consiguiente descenso de temperatura e incremento de reevaporizados

Por otro lado, la fuga del agua condensada es importante.

La humedad del Bagazo y la forma como éste es alimentada en el caldero es importante en la eficiencia de combustión.

La temperatura de los gases de chimenea es un indicativo de la eficiencia térmica del caldero, por lo que debe tomarse en cuenta.

Asimismo, la ausencia y deficiencia del aislamiento en el caldero ocasiona grandes pérdidas térmicas, que reducen significativamente la eficiencia de operación del caldero.

CONCLUSIONES

Los lineamientos de una auditoria energética en la generación de vapor permiten detectar las potencialidades de ahorro económico en la industria azucarera. Así tenemos: Uso del reevaporizados, tiempo de retención apropiado, eliminación de fugas. humedad del bagazo y alimentación apropiada Aire caliente y flujo apropiado para optimizar la eficiencia de combustión , mejorar el aislamiento y eliminación de las fugas de vapor, Purga eficiente del caldero y su reutilización , calentamiento y uso de reevaporizado 6) Aislamiento del caldero: hogar, alimentación de agua, de aire caliente. Todo esto englobado con un Personal técnico y profesional altamente capacitado

AGRADECIMIENTO

A la empresa azucarera del Norte S.A.C., representado por su gerente General, para dar la viabilidad al trabajo realizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Andaluza de energía. (2011). Metodología para la elaboración de auditorias energéticas en la industria. Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es> Armstrong. (2002). Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados. Recuperado el 06 de Marzo de 2014, de <http://www.armstronginternational.com/files/products/traps/pdf/n101spanish.pdf>

CONAE. (2003). Guia de vapor en la industria, Recuperado el 06 de Agosto de 2014, de http://www.cnpml.org.sv/ucatee/ee/docs/GUIA_VAPOR_FINAL.pdf

Ministerio de Minas y energía. Colombia. (2007). Guía didáctica para el desarrollo de auditorias energéticas. Recuperado el 06 de Marzo de 2014, de http://www.si3ea.gov.co/portals/0/ure/auditorias_energéticas.pdf

Ministerio de Energía y Minas. Perú, (2007). elaboración de proyectos de guías de orientación del uso eficiente de la energía y el diagnóstico energético Agroindustria. Recuperado el 01 de Febrero de 2014, de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Guia16%20Agroindustrias.pdf>

Spirax Sarco Argentina. (2003). Guía de distribución de vapor. Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de <http://www2.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/gcm-03.pdf>

Spirax Sarco Argentina. . (2003). Guía de Trampas para vapor y eliminadores de aire. Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de http://www2.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/gcm_11.pdf

Spirax Sarco Argentina. . (2003). Purgas de Caldera. Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de http://www2.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/gcm_11.pdf

Spirax Sarco Argentina. . (2003). Calderas y accesorios. Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de http://www2.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/gcm_11.pdf

TLV international inc, (2014), Distribución del vapor, Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/#>