

CAPÍTULO 3. Estudios de caso

En el presente capítulo se presentan dos casos de implementación de Sistemas de Gestión de la Energía extraídos de la experiencia colombiana en el trabajo con industrias, a través del programa EEI Colombia y otras iniciativas de la Red Colombiana de Conocimiento en Eficiencia Energética RECIEE.

A. Caso de estudio 1: Implementación de un SGE en una empresa de cables para el sector eléctrico y telecomunicaciones

Adopción de un SGE dentro de una estrategia integral de sostenibilidad en Nexans Colombia

La empresa Nexans Colombia hace parte de un holding internacional, con sede en Europa y plantas en varios países latinoamericanos. La oferta de mercado se centra en cables para instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones para una diversidad de usos finales que incluyen edificaciones, obras públicas y clientes industriales.

Desde la casa matriz de la organización se han promovido políticas de sostenibilidad en el uso de los recursos, incluyendo la energía. El gerente nivel Colombia participó en algunas de los eventos iniciales del programa EEI Colombia e identificó que un Sistema de Gestión de la Energía resultaba una estrategia adecuada para alinear los elementos de la planta en función de la estrategia corporativa de la empresa.

La empresa inició las primeras tareas de implementación formando al Subgerente de mantenimiento como gestor energético bajo el programa EEI Colombia y asignándole dentro de sus funciones el liderazgo en la implementación del SGE. Durante los primeros meses se estableció el comité de gestión de la energía y se inició la revisión energética de la empresa. En este proceso se identificó que la información disponible y las complejidades del sistema productivo presentaban importantes oportunidades, pero requerían del fortalecimiento del equipo. De esta manera, se vinculó a una practicante de las Universidades participantes del

programa EEI Colombia para apoyar la implementación del sistema, quien posteriormente ingreso a la empresa como ingeniera para la coordinación del sistema.

En el análisis de partes interesadas, la empresa tuvo en cuenta a la casa matriz como una organización interesada en los resultados del SGE. En los requisitos asociados a esta parte interesada se estipuló la realización de un informe periódico con los resultados del sistema.

Previo al inicio de las acciones de implementación del SGE, la empresa contaba con un sistema de gestión integrado. Al establecer la política energética la empresa resaltó el enfoque de sistemas de gestión integrado para lograr el mejoramiento continuo del desempeño energético, teniendo como premisas:

- El intercambio de experiencias a través del dialogo con grupos de interés.
- La innovación y su fomento a través de capacitación
- La aplicación de criterios de eficiencia energética en la adquisición de productos y servicios, así como el diseño de procesos y actividades.
- La motivación y formación del personal.
- La integración de un enfoque de sustentabilidad como parte de una visión empresarial.

Al iniciar su proceso de planificación, la empresa realizó un análisis DOFA para identificar los posibles riesgos y oportunidades relacionadas con su desempeño energético y con el SGE:

| MATRIZ DOFA SGE | |
|---|---|
| DEBILIDADES | AMENAZAS |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de conciencia energética en los empleados ➤ Elevado costo de mantenimiento de equipos ➤ Gran cantidad de energía eléctrica consumida. ➤ Escasa probabilidad de mejora en procesos energéticos. ➤ Alta inversión en equipos. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Variabilidad en el mercado ➤ Inestabilidad en la producción. ➤ Mala programación de la producción. ➤ Toma de decisiones repentinas asociadas a la producción. ➤ Incumplimiento de estándares de procesos. |
| FORTALEZAS | OPORTUNIDADES |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Buena estructura jerárquica de la organización. ➤ Grandes producciones. ➤ Gran conocimiento del producto en el mercado. ➤ Procesos muy conocidos | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Producto muy asentado en el mercado. ➤ Mejora de costes con tecnología más eficiente. ➤ Apuesta del gobierno hacia la eficiencia energética. ➤ Amplio mercado en productos de alta eficiencia. ➤ Grandes proyectos de mejora. |

Enfoque de la revisión energética

Como parte de su revisión energética, la empresa realizó un análisis de Pareto para establecer sus usos significativos de la energía. Se inició por un Pareto general en el que se identificaron las áreas productivas con mayores consumos (Ilustración 33) que posteriormente se profundizó

mediante un Pareto de consumo para los equipos de las áreas con mayor consumo (Ilustración 34).

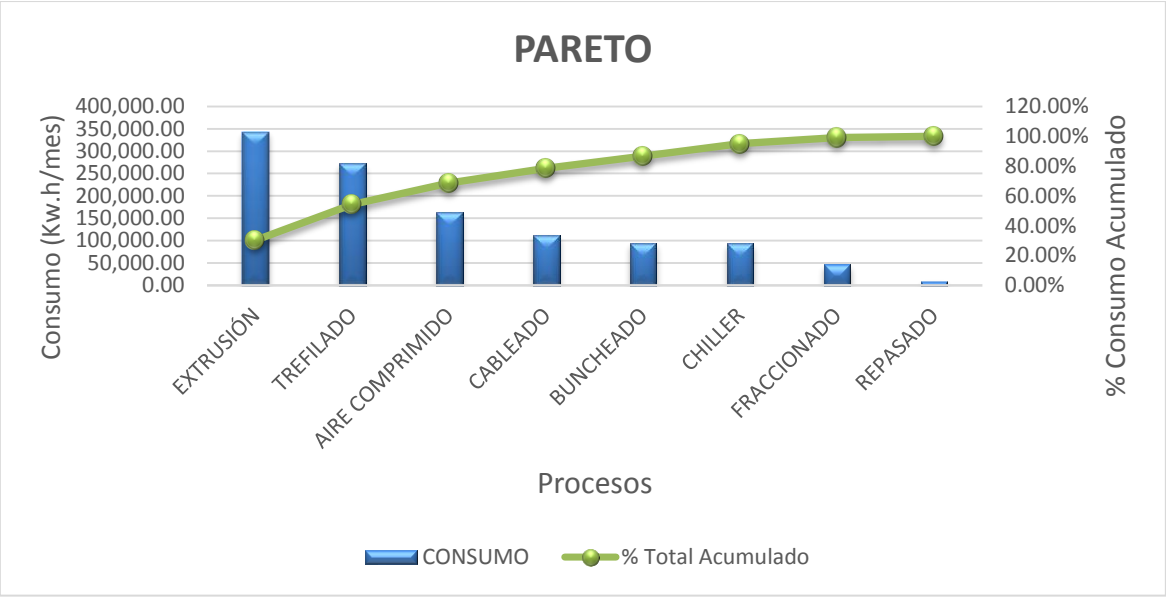


Ilustración 33. Diagrama de Pareto de consumos por área Caso de Estudio 1

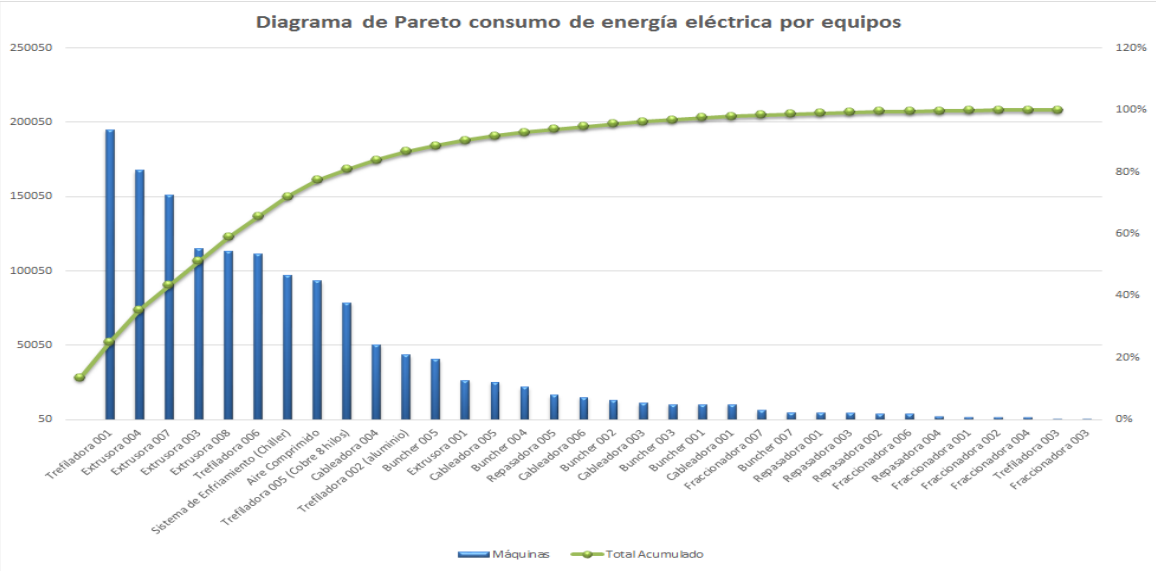


Ilustración 34. Diagrama de Pareto de consumo por por equipos , caso de estudio 1

Bajo este análisis se determinaron los usos significativos de la energía mostrados en la Tabla 21. De las treinta y dos máquinas existentes se definió que seis entrarían dentro de los USE, además de los los equipos de servicio industrial que representaban un alto potencial de mejora centrado en las buenas prácticas de uso.

Tabla 21. Definición de los Usos significativos de la energía para la empresa

| Área o proceso | Máquina | % consumo del área respecto al total de planta | % consumo de la máquina respecto al total de planta |
|----------------------------|-----------------|--|---|
| Trefilado | Trefiladora 001 | 25% | 13% |
| | Trefiladora 006 | | 8% |
| Extrusión | Extrusora 003 | 30% | 8% |
| | Extrusora 004 | | 12% |
| | Extrusora 007 | | 10% |
| | Extrusora 008 | | 8% |
| Servicio industrial | Aire comprimido | 13% | 6% |
| | Chillers | | 7% |

Retos en el establecimiento de la línea base

Al iniciar el análisis de línea de base energética la empresa encontró que la correlación simple entre la energía y las toneladas totales de producción presentaba sesgos. Esta situación radicaba en que la empresa contaba con un número muy amplio de referencias que requerían de combinaciones distintas de operaciones para su producción. Dada la complejidad del proceso productivo y las dificultades de medición para cada uno de los productos o familias existentes en la empresa, se estableció como estrategia la definición de una línea de base energética multivariable.

Para el análisis se agruparon las 25 familias de cables de la empresa en cinco categorías. Bajo la premisa de que la energía total consumida por la planta es la suma del consumo asociado a cada familia de referencias, se estableció la ecuación 1 donde el valor total de consumo es conocido pero el consumo asociado a cada grupo de referencias es desconocido. Dado que el consumo para cada referencia está dado por sus propios parámetros de m (pendiente de la recta que representa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción) y E_0 (energía no asociada a la producción) en función de la producción de cada referencia (p), la energía total puede expresarse según la ecuación 2. Dado que el consumo E_0 por definición no está asociado a ninguna de las familias de productos, la expresión se convierte en la ecuación 3.

$$\bullet \quad E_{real} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$\bullet \quad E_{real} = (m_1 p_1 + E_{01}) + (m_2 p_2 + E_{02}) + \dots + (m_5 p_5 + E_{05}) \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$\bullet \quad E_{real} = (m_1 p_1 + m_2 p_2 + m_3 p_3 + m_4 p_4 + m_5 p_5) + E_0 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Bajo este planteamiento se realizó un análisis de regresión múltiple para obtener los coeficientes m_1, m_2, m_3, m_4, m_5 y el intercepto E_0

Tabla 22. Parámetros de la ecuación de línea de base multivariable

| <i>estadísticas de la regresión</i> | | <i>Coefficientes</i> | |
|-------------------------------------|----------|----------------------|-----------|
| Coefficiente de | | Intercepción (Eo) | 287355,93 |
| correlación múltiple | 0,68 | Variable m1 | 120,34 |
| Coefficiente de | | Variable m2 | 269,16 |
| determinación R ² | 0,47 | Variable m3 | 210,30 |
| R ² ajustado | 0,38 | Variable m4 | 49,04 |
| Error típico | 36240,36 | Variable m5 | 58,54 |
| Observaciones | 37 | | |

Una vez conocido lo anterior, se buscó obtener una ecuación univariable a partir del análisis de producción equivalente que permitiera graficar la ecuación obtenida para facilitar el análisis de la información. Para ello se buscó un valor m' correspondiente a la pendiente que aproximara todos los valores de las producciones. Este valor corresponde a un promedio ponderado de los coeficientes en cada una de las filas de la tabla y se puede decir que:

$$m' = \frac{(x_1p_1 + x_2p_2 + \dots + x_np_n)}{\bar{p}_1 + \bar{p}_2 + \dots + \bar{p}_n} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Entonces para cada uno de los datos en el período establecido se establece que:

$$p_{\text{equivalente}} = \frac{(x_1p_1 + x_2p_2 + \dots + x_np_n)}{\bar{m}'} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Conocido los valores de los coeficientes para cada una de las familias, se calculó la producción equivalente dada por la ecuación 6 para cada uno de los períodos establecidos y se realizó el gráfico de producción equivalente mostrado en la Ilustración 35.

La ecuación de la línea base obtenida bajo el método de producción equivalente es:

$$y = 203,17x + 287.356$$

Donde x es el valor de la producción equivalente a reemplazar.

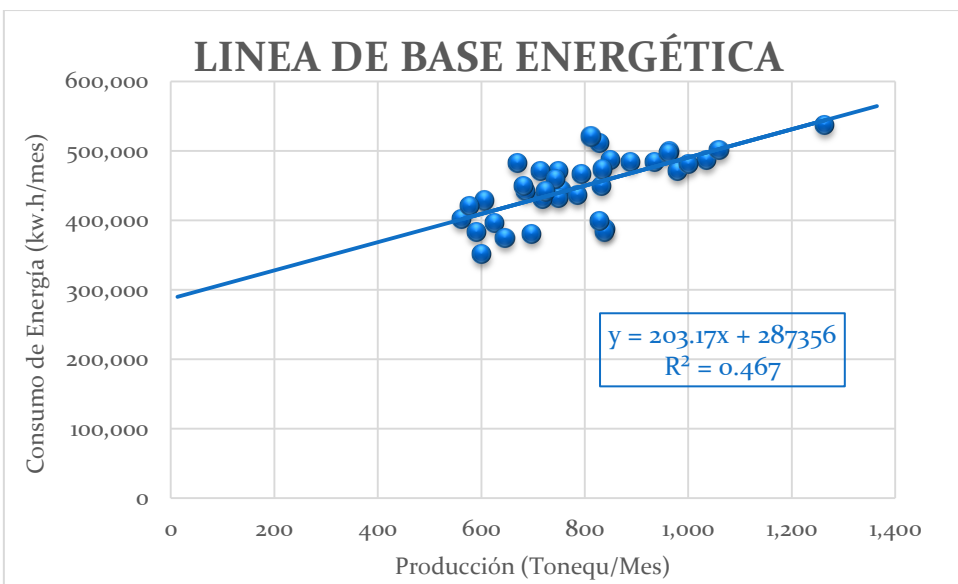


Ilustración 35. Ecuación de la línea de base energética obtenida mediante el método de producción equivalente

Este enfoque de línea base permitió a la empresa identificar las referencias sobre las que requerían centrar esfuerzos en control operacional, así como entender la distribución de los consumos de energía al interior de la planta. De igual manera, facilitó la identificación de potenciales y el planteamiento de objetivos y metas energéticas.

Actividades de operación y soporte del SGE

Para comunicar a todo el personal las actividades que se adelantaban en gestión de la energía, la empresa instauró el día de la gestión de la energía. En este día se comunicó la política energética (la cual permaneció exhibida en una pancarta en la recepción de la empresa) y se desarrollaron diferentes actividades alusivas. Además, se recogieron ideas para la mejora del desempeño energético a través de dinámicas con personal tanto productivo como de otras dependencias y se entregaron reconocimientos a las mejores ideas.

Dentro de las oportunidades encontradas en la revisión energética, la empresa priorizó los planes de acción asociados a sus USE que requerían bajas inversiones. Los reemplazos de equipos se plantearon para ser incluidos en el presupuesto de la empresa a largo plazo (para los próximos tres años) contando con recursos apropiados de los ahorros obtenidos por otras actividades del SGE.

En las áreas productivas se enfatizaron los planes de mantenimiento teniendo en cuenta criterios de eficiencia energética (Ilustración 36). En el área de trefilado se encontraron dos equipos que requerían ser reemplazados y se identificó la necesidad de instalar medidores de energía para determinar nuevos proyectos de mejora.


|  | SISTEMA DE GESTION DE ENERGIA | | | | | | |
|---|---|------------|--|-----------------------------------|---------------------------|---|---|
| | LISTA DE PARAMETROS CONTROL MANTENIMIENTO NEXANS COLOMBIA S.A | | | | SGEn | | Revisión N. 1 |
| | | | | | 13/10/2018 | | Pag. 2 de 2 |
| USE | Actividad | Frecuencia | Responsable | Instrumentos Equipos | Informar a | Procedimiento | Observaciones |
| TREFILADO | REVISIÓN HORNO. | MENSUAL | <ul style="list-style-type: none"> Subgerente de mantenimiento Planificador de mantenimiento Equipo de mantenimiento mecánico | Herramientas en General | Auxiliar de Mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> Realizar cambio de cintas si se encuentran muy deterioradas. Revisión banda del horno que no esté rota o muy elongada. Revisión sistema de refrigeración polea principal del horno que no esté tapada. Verificar el estado de los zunchos que no estén rotos o agrietados y cambiar si es necesario. Revisión mangueras de refrigeración que no estén rotas o tengan fugas. | |
| | REVISIÓN DESBASTADORA. | MENSUAL | | | | <ul style="list-style-type: none"> Inspección de ajuste y estado de las poleas de transmisión. Revisión de correas de transmisión que no estén agrietadas, sin dientes y con buena tensión. | Se cambian las poleas de ser necesario, se evalúa el desgaste |
| | LUBRICACIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA. | MENSUAL | | | | <ul style="list-style-type: none"> según fabricante. Verificar que los ductos de lubricación no estén tapados. Revisar q las mangueras de la lubricación no estén rotas o tapadas. | |
| | REVISIÓN BOBINADOR O COLLIER. | MENSUAL | | | | <ul style="list-style-type: none"> Verificar estado bandas de transmisión que no estén rotas o agrietadas. Revisión del estado de las poleas de transmisión verificar ajuste y que no se encuentren ranuradas o vencidas. Revisión del estado de las puntas, que tengan buen ajuste y que no se encuentren desgastadas. | Si las bandas están agrietadas, se avisa al auxiliar para proceder a cambiarlas |
| | REVISIÓN CAPSTAN O HALADOR. | MENSUAL | | | | <ul style="list-style-type: none"> Inspección del estado de la correa de transmisión, sin grietas, y con buena tensión. Revisión de la polea del capstan q no esté rallada o ranurada. Inspección del estado de los rodamientos de polea del capstan que no estén frenados o rotos. | |
| Extrusión | LIMPIEZA DE FILTRO DE AGUA. | MENSUAL | <ul style="list-style-type: none"> Subgerente de mantenimiento Planificador de mantenimiento Equipo de mantenimiento mecánico | Herramientas en General | Auxiliar de Mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> Revisar los filtros de entrada de agua a los canales de enfriamiento, temperatura controlada extruder de PVC y Nylon. Se destapan los filtros con llave para tubo se saca la malla (del filtro). Se le realiza limpieza con agua a presión, y si se avistan residuos de fibras se le aplica aire a presión a la malla. | |
| | REVISIÓN CAPSTAN O PULLERS. | MENSUAL | | | | <ul style="list-style-type: none"> Inspección los rodamientos del motor del capstan. Inspección de la transmisión o rodamientos. Revisión de poleas o correas. | Se hace el mantenimiento para establecer el estao de los rodamientos, de estar dañados se debe proceder a cambiarlos. |
| | LIMPIEZA DE FILTRO BOMBA DE VACÍO. | MENSUAL | | | | <ul style="list-style-type: none"> Se desmonta el filtro, si se encuentra la malla del filtro sucia se procede a limpiar con agua a presión. | |
| | LUBRICACIÓN GENERAL. | MENSUAL | | | | <ul style="list-style-type: none"> Se debe realizar la limpieza y lubricación de los puntos de los bobinadores y devanadores. Lubricación en tornillos de abrir y cerrar las puntas y plataformas. | Revisar los niveles de aceite a través de la mirilla que se encuentra a un lado de la caja de transmisión, esta debe estar en la mitad donde lo indica. |
| Aire Comprimido | Cartuchos de filtro de entrada. | MENSUAL | <ul style="list-style-type: none"> Subgerente de mantenimiento Planificador de mantenimiento Equipo de mantenimiento mecánico | Herramientas en General | Auxiliar de Mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> Se inspecciona y se limpian los filtros. | Se debe establecer el estado de los filtros |
| | Trampas para drenaje de condensados | MENSUAL | | Herramientas en General | | <ul style="list-style-type: none"> Limpiar los desechos o condensados, se realiza con una lanilla o una esponja. | Se usa una lanilla o esponja especial para que o queden residuos después de limpiar. |
| | Nivel de aceite del compresor. | DIARIO | | Herramientas en General | | <ul style="list-style-type: none"> Se revisa y se llena cada vez que lo requiera. | |
| | Sistemas de enfriamiento de agua. | BIMESTRAL | | Estudio | | <ul style="list-style-type: none"> Se contrata a un personal idóneo para que evalúe la calidad del agua, principalmente el grado de acidez (pH), el total de sólidos disueltos, el flujo y la temperatura. Se limpian o cambian los filtros y los intercambiadores de ser necesario. | Este estudio es importante para conservar la calidad del agua en el sistema de enfriamiento. |
| Chiller | Limpieza Integral Externa | MENSUAL | <ul style="list-style-type: none"> Contratista encargado del estudio Equipo de mantenimiento mecánico. | Brochas, lijas, jabón y soplador. | | <ul style="list-style-type: none"> Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, hongos y moho, en las partes externas que componen el equipo con un limpiador líquido y brochas. | Obligatorio |
| | Lubricación y engrase. | MENSUAL | | Grasa | | <ul style="list-style-type: none"> Se procede a lubricar motores, bisagras, baleros y otro mecanismo que lo requiera. | |
| | Fugas de Refrigerante | MENSUAL | | Herramientas en General | | <ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar visualmente la unidad para detectar componentes sueltos o dañados, que ocasionen posibles fugas. | Lo debe hacer el operario encardo de la máquina de turno, que trabaje con ese chiller. |
| | Limpieza del filtro | MENSUAL | | Herramientas en General | | <ul style="list-style-type: none"> Se realiza la limpiez del filtro, retirando los sólidos o cualquier elemento que haga obstrucción. | |

Ilustración 36. Plan de mantenimiento

Para contribuir a la reducción de fugas de aire comprimido, así como a incrementar la cultura del personal respecto a esta forma de energía, la empresa diseñó una ficha de identificación de fugas para mantener en el área operativa. En ellas, el personal contaba con una tabla para determinar los ahorros asociados a la fuga según el diámetro aproximado (en *mm*) y la presión (en *psi*). En el formato se contaba con un espacio para indicar con marcadores los ahorros mensuales que podrían obtenerse al arreglar esta fuga, que era diligenciado por los operadores

y posteriormente ubicado en el lugar respectivo de la planta. Así, las fugas podían hacerse visibles y se facilitaba su identificación y atención rápida (generalmente de un día para otro).

Inspección de Fugas

Equipo: _____

Fecha: _____

Clasificación por pérdida de aire

| Tipo de Fuga | Rango de Fugas en ft ³ /min | Clasificación |
|--------------|--|---------------|
| A | < 28,20 | Baja |
| B | 28,20-452 | Media |
| C | 452-1806 | Alta |
| D | > 1806 | Crítica |

Costo por pérdida de aire: _____

Costo por reparación: _____

Se evidencia un ahorro de: _____

SGEn
Energía
Eficiencia
Responsabilidad
Conciencia

Nexans
soluciones para la energía

Costo de pérdida de aire

| PRESIÓN (psi) | DIÁMETRO DEL ORIFICIO (in) | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------------|------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| | 1/32 | 1/16 | 1/8 | 3/16 | 1/4 | 5/16 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 |
| 70 | 1,20 | 4,79 | 19,20 | 76,70 | 173,00 | 307,00 | 479,00 | 690,00 | 939,00 | 1220,00 |
| 80 | 1,34 | 5,36 | 21,40 | 85,70 | 193,00 | 343,00 | 536,00 | 771,00 | 1050,00 | 1371,00 |
| 90 | 1,48 | 5,92 | 23,70 | 94,80 | 213,00 | 379,00 | 592,00 | 831,00 | 1161,00 | 1516,00 |
| 100 | 1,62 | 6,49 | 26,00 | 104,00 | 234,00 | 415,00 | 649,00 | 934,00 | 1272,00 | 1661,00 |
| 110 | 1,76 | 7,05 | 28,20 | 113,00 | 254,00 | 462,00 | 705,00 | 1016,00 | 1383,00 | 1806,00 |
| 120 | 1,91 | 7,62 | 30,50 | 122,00 | 274,00 | 488,00 | 762,00 | 1097,00 | 1494,00 | 1951,00 |

SGEn
Energía
Eficiencia
Responsabilidad
Conciencia

Nexans
soluciones para la energía

Costo de pérdida de aire

5 Costo del aire 317 \$/m³

Costo de pérdida de aire

5 Costo del aire 317 \$/m³

Costo de pérdida de aire

5 Costo del aire 317 \$/m³

Ilustración 37. Ficha de identificación de fugas desarrollada en el marco del SGEn

Resultados del SGE: más allá de lo energético

Mediante el SGE la planta ha logrado ahorros de aproximadamente 16% frente a su línea de base energética, luego de un año de iniciadas las acciones, además ha obtenido otros resultados donde se destacan:

1. El crecimiento de la planta dos años después de la implementación del sistema ha sido cerca del 5%.
2. Compra de 5 máquinas para el área de producción (buncheadoras, trefiladora, extrusoras, horno).
3. Del año 2018 al año 2019 el crecimiento de personal ha sido cerca de un 30%.
4. Estrecho trabajo con universidades, más oportunidades para prácticas universitarias.
5. Incremento de participación de la mujer en el sector (antes la participación de mujeres en planta era cerca de un 2% y de hombres el 98%. Hoy en día la participación de la mujer es cerca del 10%).
6. Cómo grupo corporativo se han venido desarrollando proyectos como análisis de ciclo de vida (ACV) en los productos, sus impactos y el desarrollo de estrategias para la mitigación de huella de carbono.

7. Se pasó de importar cuerda S8000 (aluminio) a fabricarlas localmente, incrementando la participación en el mercado del aluminio.
8. Las nuevas estrategias y los objetivos planteados de la compañía se basan en la mejora del desempeño energético, en ideas de innovación respecto al tema y en el reto de disminución de la huella de carbono.
9. La planta colombiana fue la primera dentro de su grupo corporativo (y actualmente la única) en tener un Sistema de Gestión de la energía implementado. El proyecto resultó de amplió interés para el grupo y recientemente la casa matriz envió una comisión de representantes de otras plantas a visitar las instalaciones colombianas para replicar el proyecto en otros países, como parte de la estrategia empresarial a largo plazo.
10. La empresa además ha recibido reconocimientos regionales en el área de sostenibilidad, para las cuales consideran que los logros en energía han resultado de muy alta importancia.

B.Caso de estudio 2: Implementación de un Sistema de Gestión Energética en una empresa del sector petroquímico

Al ser una industria energéticamente muy intensiva y comprometida con la sostenibilidad, eficiencia y competitividad; que promueve acciones enmarcadas en la producción y consumo responsable desde 2008 la alta dirección de la organización decidió implementar en conjunto con una empresa de servicios energéticos (ESCO) un sistema de gestión de la energía en la organización con el fin de aportar un cambio e impactar positivamente en el medio ambiente contribuyendo con la reducción de emisiones de Gases de efecto Invernadero (GEI).

Para dicha implementación se conformó un comité energético integrado por un representante de la gerencia para la gestión energética, jefe de ingeniería de proceso, gerente producción, jefes de planta, ingenieros de proceso, Gestor energético (ESCO), ingeniero de mantenimiento, representante de aseguramiento de la calidad y representante de recursos humanos.

Se inició con la revisión energética, en la cual se evaluó el estado actual del desempeño energético y se identificaron los potenciales de mejora existentes. Para ello se analizaron los usos y consumos de energía de los procesos de la organización, se elaboraron diagramas energético productivos que representan el flujograma de la operación junto con los consumos promedios de energía asociados a cada proceso. En estos diagramas se indica las entradas y salidas de energía y material en cada una de las transformaciones productivas ocurridas a lo largo proceso.



Ilustración 38 Diagrama energético- Productivo

Se identificaron los equipos o procesos que constituyen los usos significativos de energía, USE (aquellos de mayor demanda energética y con mayores potenciales de reducción de la demanda). En estos USE se establecieron las variables operativas y de mantenimiento de proceso que afectan la eficiencia energética, utilizando como herramienta los gráficos de tendencia del consumo energético y el diagnóstico de procesos y equipos, para identificar qué variables hacen mover la tendencia del consumo hacia el incremento o el decremento. Junto con la identificación de las variables relevantes para el control de la demanda energética en cada USE, también fue resultado del diagnóstico a estos equipos y procesos las oportunidades de mejora de su eficiencia por la vía de cambios tecnológicos. Un aspecto importante de la etapa de revisión energética lo constituyó el análisis de la medición, registro y almacenamiento de la información requerida para poder establecer el sistema de gestión de la energía a nivel de todo el proceso y de cada uno de los USE.

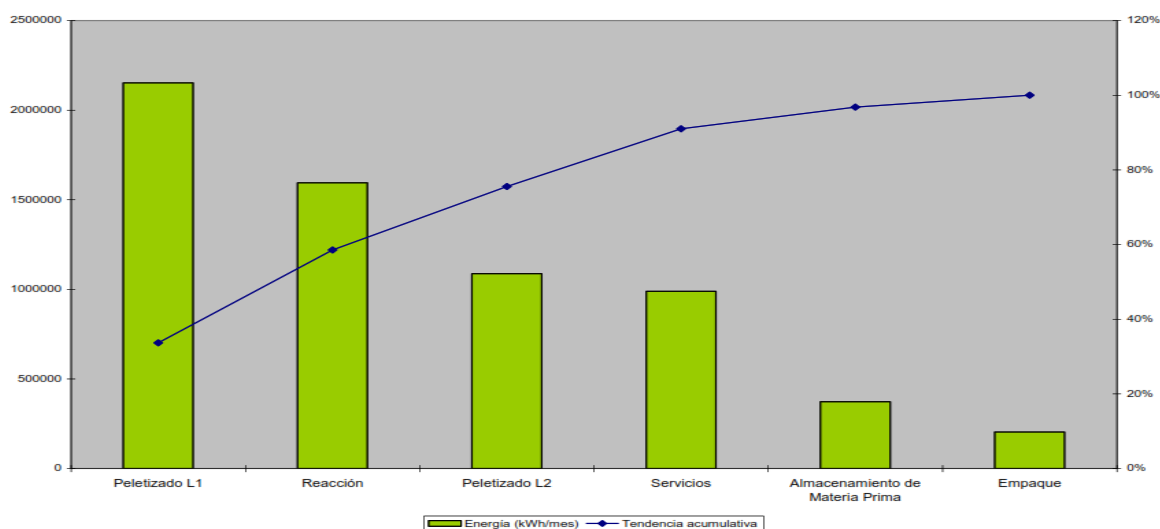


Ilustración 39 Diagrama de Pareto de consumidores de EE

Se realizó un análisis del esquema de medición requerida para cada energético por áreas productivas

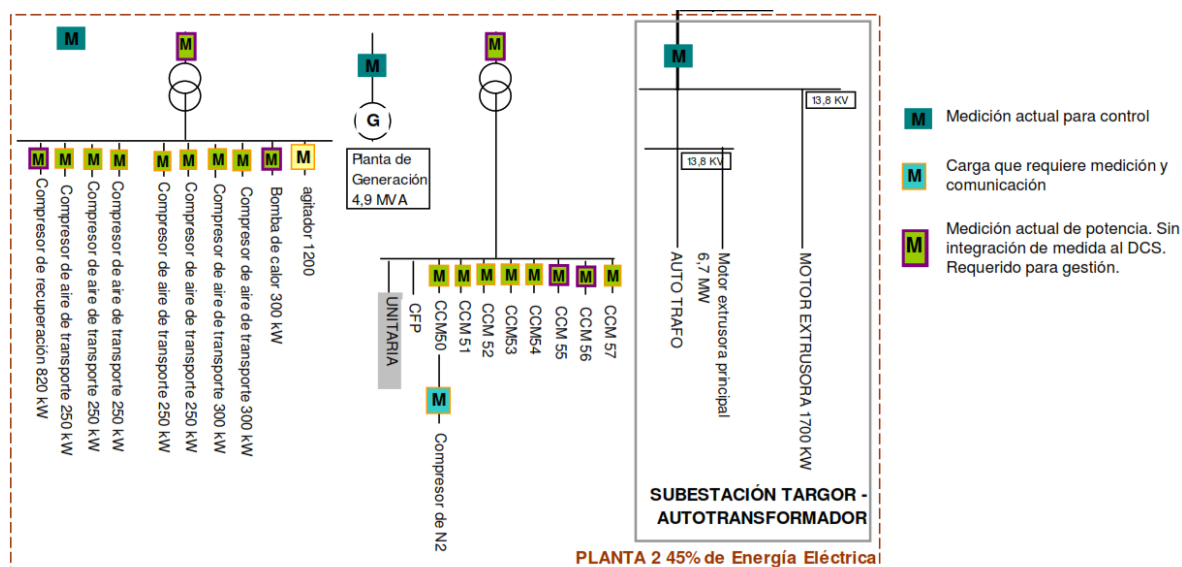


Ilustración 40 Esquema de Medición

De igual forma se establecieron las líneas de base energética por planta y por USE utilizando herramientas estadísticas y software y se plantearon los indicadores energéticos requeridos:

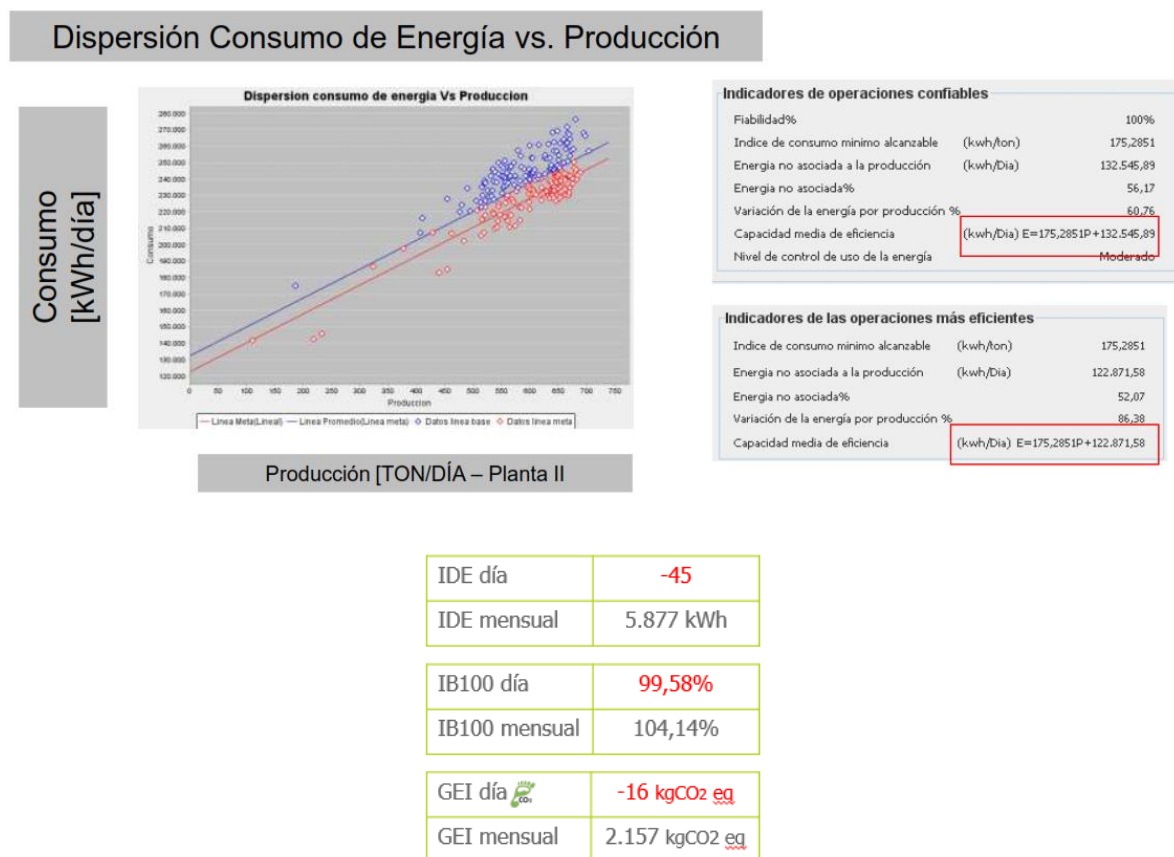


Ilustración 41 LB de una de las plantas de la organización e Indicadores propuestos

Posteriormente se validó técnica y económicamente los potenciales identificados por medidas de cambios tecnológicos y se realizaron pruebas en campo para la validación técnica y económica de potenciales identificados para finalmente definir la ejecución de las medidas y actividades encaminadas a la mejora del desempeño energético.

Se acordó que anualmente se deben establecer objetivos, metas y planes de acción de acuerdo al siguiente formato y cuyo seguimiento se realiza quincenalmente en las reuniones de comité energético:

| | | | | | | | |
|-----------------------|--|---------------------|----------------|--------------------------|---|---|-----------------------------|
| Objetivo | - Disminuir los consumos en energía eléctrica, mediante la implementación de estrategias de ahorro en las diferentes áreas de procesos. - Minimizar el Impacto ambiental generado por las diferentes áreas de procesos consumidores de energía eléctrica. | | | | | | |
| Meta: | - Reducir los consumos en energía eléctrica en 2,3 GWh/año equivalentes a MM\$ 675. - Reducción del impacto ambiental ocasionado por los gases de efecto invernadero en 890.000 kg CO ₂ /kWh. | | | | | | |
| Descripción | Actividades | Responsables | Fecha | Recursos | Método de verificación | Método de evaluación del desempeño | Presupuesto estimado |
| Plan de Acción | Implementar medidas de ahorros por reducción de la variabilidad operacional y del mantenimiento. | Alfredo Navarro | 2018 | Ing. Gestor | Seguimiento del IDE | IDE | |
| | Identificar y mitigar las variables de control que impactan en el desempeño energético. | Alfredo Navarro | 2018 | Ing. Gestor | Seguimiento del IDE | IDE | |
| | Realizar el monitoreo y control de los indicadores de desempeño energético. | Alfredo Navarro | 2018 | Ing. Gestor | Seguimiento del IDE | IDE | |
| | Jornadas de capacitación en herramientas gerenciales y técnicas para la implementación, operación y mantenimiento del sistema de gestión energética según la norma iso 50001 | Alfredo Navarro | 2018 | Ing. Gestor | Presentación Capacitación y lista de asistencia | | |
| | Implementación Proyecto de sustitución de compresores RKR | Alfredo Navarro | Agosto 2018 | Ing. Gestor | Acta de Aprobación | IDE | |
| | Análisis cambio de relleno de las torres de enfriamiento de P1 por una de mayor eficiencia energética. | Alfredo Navarro | Noviembre 2018 | Ing Gestos/Ing. Procesos | Presentación y Acta | | |

Desde el 2008 a la fecha se han realizado periódicamente distintas actividades de capacitación y toma de conciencia con el personal involucrado abarcando indicadores de desempeño energético, gestión energética, interpretación de las herramientas de gestión, eficiencia energética en bombas, eficiencia energética en compresores, entre otras, de igual forma se han realizado sensibilizaciones y uso de diferentes medios de comunicación para la difusión de resultados obtenidos. Por ejemplo: boletines energéticos, reportes de eficiencia energética, informes de sostenibilidad, correos electrónicos, gestión a la vista, etc.

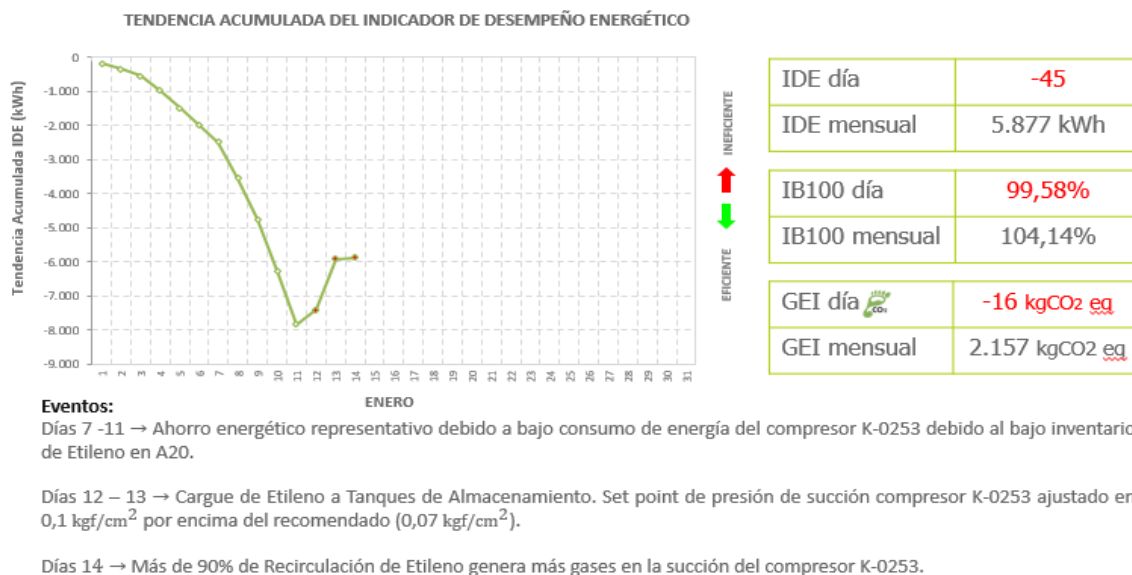


Ilustración 42 Ejemplo reportes energéticos



Ahorro de Energía en Compresores de Aire

Algunos pasos que se pueden considerar para ahorrar energía son:

- Regulación adecuada de la presión de trabajo y el intervalo $P_{Max} - P_{Min}$.
- Selección adecuada del régimen de trabajo: modulado o carga-vacio.
- Diagnóstico del compresor por análisis de aceite.
- Diagnóstico de partes móviles por termografía.
- Diagnóstico a las caídas de presión en el sistema. Identificar y relevar los cuellos de botella de la tubería del sistema.
- Diagnóstico periódico de régimen de compresor.
- Mantenimiento adecuado de filtros, reguladores y el sistema. La carga de motor aumenta 5% por cada 5 pulgadas de caída de presión de succión.
- Bajar la presión de su sistema a la mínima posible.
- Uso de sistemas de distribución en anillos o semicerrados.
- Adecuado dimensionamiento de la tubería para minimizar las caídas de presión.
- Es indispensable que las trampas o drenajes sean adecuados porque pueden ser una fuente de pérdida continua de aire.
- Por cada 20°F de aumento en la temperatura del aire, se duplica su capacidad de retener vapor de agua y su necesidad de secado.
- Cada 4°C de aumento de temperatura en aire aspirado, aumenta el consumo de energía 1% para igual caudal.
- Un incremento de 5°C de la temperatura de descarga del compresor es reflejo de un sobre consumo de energía eléctrica en un 3,5%.
- Realizar inspecciones de fugas periódicamente usando tecnología ultrasónica.

Ilustración 43 Una de las páginas de Gaceta energética

Entre las acciones para abordar el control operacional se aplicaron: la validación técnica de las variables relevantes a controlar, el establecimiento de rangos de operación óptimos de esas variables, actualización de los procedimientos de análisis operativos periódicos y socialización de los mismos, seguimiento diario de indicadores del desempeño energético

para los USE y del cumplimiento del rango operacional y criterios operacionales de las variables relevantes establecidas, análisis de causas de las desviaciones de los rangos operacionales establecidos de estas variables, emisión de reportes y gestión para la implementación de acciones que corrijan las desviaciones presentadas.

| Identificación e instrumentación del control operacional de las variables de eficiencia energética | | | |
|--|------------------------|-----------------------------|--|
| Servicios planta 1. | | | |
| Proceso | Variable de control | Rango de control | Revisar |
| Enfriamiento y suministro de agua | Temperatura suministro | <32°C | <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de la torre de enfriamiento. • Rata de producción del reactor. • Temperatura de operación del reactor. • Demanda de Potencia Vent. de torre |
| Enfriamiento y suministro de agua | Caudal | 3300-4000 M ³ /h | <ul style="list-style-type: none"> • % de apertura de las válvulas E-4303 , E-4302 y E-7008. • Alineación con cada una de las áreas de planta 1. • Eficiencia de las bombas de agua de torre |
| Enfriamiento y suministro de agua | Presión | 5-7 Barg | <ul style="list-style-type: none"> • % de apertura de las válvulas E-4303 , E-4302 y E-7008. • Numero de bombas encendidas. • Desempeño de las bombas. |
| Enfriamiento y suministro de agua | Demanda de Potencia | 950 kW | <ul style="list-style-type: none"> • Numero de ventiladores encendidos. • Numero de bombas encendidas. • Cantidad de Bombas On Unidad de precalentamiento. |
| Unidad de precalentamiento de Propileno | Demanda de Potencia | 20-35kW | <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de retorno de agua de torre. • Temperatura de salida del Propileno. • Cantidad de Bombas On Unidad de precalentamiento. • Flujo de Propileno a Purificación |

Ilustración 44 Variables de control por proceso

Nota: variable de control = variable relevante.

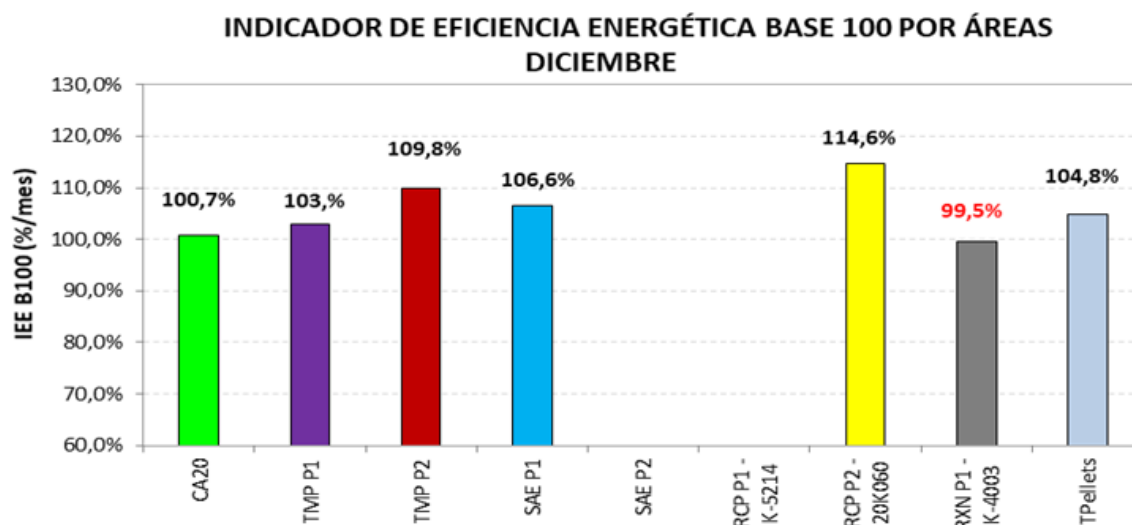
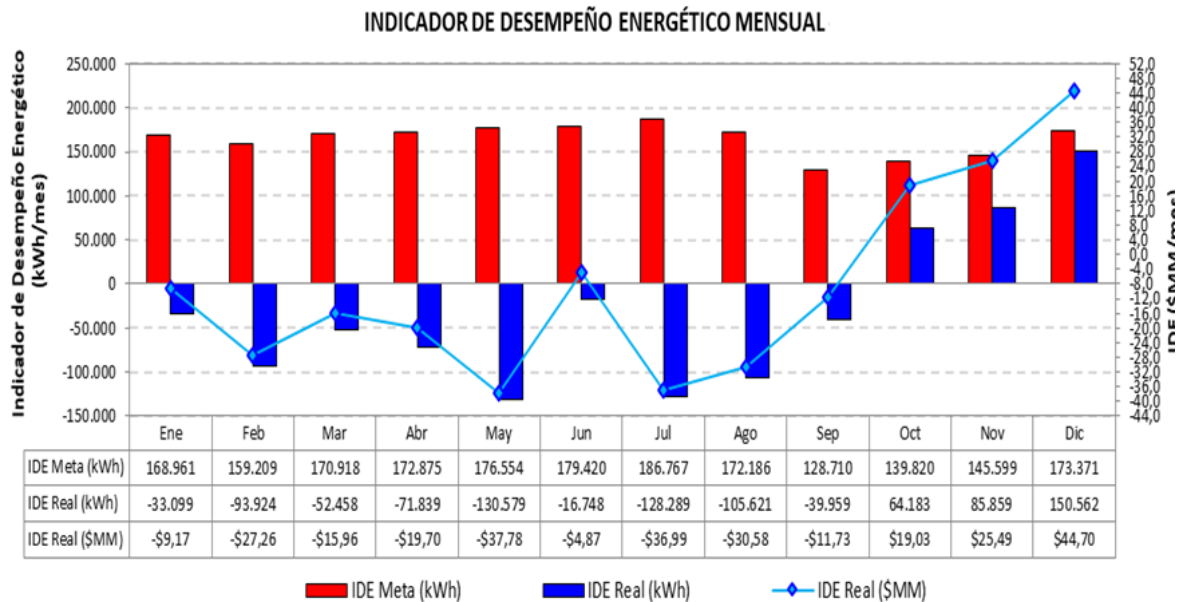


Ilustración 45 Verificación diaria y mensual por USE

Nota: El indicador base 100 refleja el comportamiento de los resultados del desempeño energético respecto a la línea de base energética tomando como cumplimiento el valor

100. Un valor superior a 100 indica un consumo de energía inferior al de la línea base. La diferencia con el valor 100, si es por encima, indica el % de ahorro obtenido con respecto a la línea base y si es por debajo de 100, indica el % de incumplimiento de la meta respecto a la línea base.



Toda la documentación del sistema de Gestión se lleva en medio electrónico, a excepción de las actas de seguimiento que se mantienen en copia en físico con las firmas de los participantes.

Principales Resultados de implementación del SGE:

- Personal capacitado en la gestión energética y mayor conciencia de los impactos ambientales que ocasionamos a diario.
- Ahorros Acumulados equivalentes a 22.350.000 KWh, 1.800.000 USD, es decir 4 mil millones de pesos, 7 MM de kg DE CO₂
- Premio de eficiencia de energética para la ESCO que acompañó la implementación del SGE.
- Reconocimientos de la gerencia general
- Reconocimiento por contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Pacto Global Colombia.
- Sello de sostenibilidad a la empresa.
- Cambio cultural en la organización

Medidas implementadas:

- ✓ Instalación de VFD en sistemas de agua de enfriamiento con el fin de variar la velocidad en función de la temperatura requerida en el proceso
- ✓ Optimización del uso del sistema de bombeo de agua de enfriamiento (es decir número de bombas a utilizar)
- ✓ Disminución de presión de operación del sistema de aire comprimido
- ✓ Identificación de las bombas más eficientes y de la cantidad a operar según el flujo requerido
- ✓ Cambio de rellenos de torre de enfriamiento por aquellos de mayor eficiencia.
- ✓ Uso de los compresores más eficientes
- ✓ Habilitar y realizar Ajuste de control de compresores
- ✓ Implementación de apagado automático de compresores de transporte de producto
- ✓ Control de compresores de acuerdo a la demanda
- ✓ Reducción de presión de succión en compresores (ajuste al rango óptimo)
- ✓ Incrementar presión de descarga de las bombas de materia prima
- ✓ Apagado de equipos innecesarios en sistemas de bombeo y transporte
- ✓ Reducción de flujo de venteo de aire de IOS compresores de transporte de producto
- ✓ Disminución del tiempo de homogenización de producto
- ✓ Entre otras