	PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGen		
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

1. OBJETO

Establecer y mantener una metodología para identificar y analizar el consumo energético, evaluar los usos y consumos significativos de la energía e identificar las oportunidades de mejora del desempeño energético.

2. ALCANCE

Aplica al sistema de transporte de PROMIORIENTE, delimitado en la Estación Compresora Los Pinos y a su sistema de compresión.

3. RESPONSABILIDADES

Las actividades por realizar para la revisión energética será responsabilidad del Equipo de Gestión de la Energía.

4. GENERALIDADES


El Uso Racional y Eficiente de la Energía ha evolucionado hacia la eficiencia energética como un concepto de cadena productiva; uno de los factores más importantes en el desarrollo del mercado energético son los costos relacionados con el manejo de los impactos ambientales, razón por la cual se considera que las tecnologías “limpias” están llamadas a cumplir un rol fundamental para asegurar el desarrollo sostenible.

Las líneas de acción del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de Energía PROURE se orientan fundamentalmente en la disminución de la intensidad energética, logrando un mejoramiento de la eficiencia energética de los sectores de consumo y la promoción de las fuentes no convencionales de energía. La calidad de vida de la ciudadanía y la disminución de los gases de efecto invernadero, se constituyen en elementos de política como propósito fundamental del PROURE.

Por otro lado, la revisión energética tiene por finalidad hacer un análisis energético de la Organización, la cual sirve de fundamento para la planificación energética dentro del Sistema de Gestión de la Energía en PROMIORIENTE.

La norma NTC-ISO 50001:2011 contempla las siguientes actividades a desarrollar dentro de la revisión energética:

- a) Analizar el uso y consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos. En desarrollo de esta actividad, se deben identificar las fuentes de energía actuales y evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía.


	PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGen		
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

- b) Con base en el análisis del uso y el consumo anteriormente analizados, se deben identificar las áreas de uso significativo de la energía.
- c) Finalmente, se deben identificar, priorizar y registrar las oportunidades de mejora del desempeño energético.

El resultado obtenido de la revisión energética inicial es la información que debe utilizarse para establecer la línea de base energética, los indicadores de desempeño energético (IDEn), los objetivos y metas energéticas y los planes de acción.

4.1. Definiciones

- **Auditoría energética:** Análisis sistemático del uso de la energía y el consumo de energía dentro de un alcance de la auditoría energética definida, con el fin de identificar, cuantificar e informar sobre las oportunidades para la mejora del desempeño energético.
- **Balance de energía:** Contabilidad de los insumos y/o generación de energía versus producción de energía basada en el consumo de energía por uso de energía.
- **Consumo de energía:** Cantidad de energía aplicada.
- **Contador Eléctrico:** Es un dispositivo medidor de la energía eléctrica, almacena el valor acumulado de toda la energía consumida durante el ciclo de lectura.
- **Eficiencia energética:** Relación u otra relación cuantitativa entre una producción de rendimiento, servicio, bienes o energía, y una entrada de energía.
- **Energía:** Electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros similares.
- **Flujo de energía:** Descripción o mapeo de procesos para la transferencia de energía o la conversión de energía dentro del alcance de la auditoría energética definida.
- **Indicador de Desempeño Energético (IDEn):** Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización.
- **Medición:** Tiene por objeto cuantificar periódicamente el consumo del recurso con el fin de tomar medidas para asegurar que los consumos sean racionales y para mantener un equilibrio adecuado entre la producción y la demanda de este.

	PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGE		
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

- **Rendimiento energético:** resultados mensurables relacionados con la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo de energía.
- **Uso de la energía:** Forma o tipo de aplicación de la energía.
- **Uso Significativo de la Energía:** Uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.

5. CONTENIDO

Este procedimiento contiene la metodología para realizar la revisión energética. Esta metodología consiste en analizar el consumo y el tipo de energía de PROMIORIENTE, identificar las variables que afectan al consumo y las áreas de uso significativo de la energía, para determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético de la Organización.


5.1. Estrategias

La metodología de la revisión energética contempla las estrategias que se enuncian a continuación:

- Diagnóstico y análisis de los usos y consumos de la energía
- Evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía
- Identificación, priorización y registro de las oportunidades de mejora en el desempeño energético

La revisión energética inicial tendrá como base los datos (horario) del año 2017 del sistema de compresión de la estación compresora Los Pinos. La revisión energética debe ser actualizada cada año, contados desde la fecha en la que se realizó la última revisión energética o la revisión energética inicial. También deberá ser actualizada cuando se realicen cambios mayores en las instalaciones, equipamiento, sistemas o procesos en la organización, siempre que se cuenten con datos que tengan una anterioridad de mínimo un año.

La revisión energética inicial está registrada en el documento POT-F-XX Revisión Energética Inicial - SGE y se contemplaron cada una de las unidades compresoras de Los Pinos, UC-12000 y UC-12001.

	PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGen		
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

5.1.1. Diagnóstico y análisis de los usos y consumos de la energía


El diagnóstico consiste en hacer una identificación de las fuentes de energía actuales en la Organización, dentro del límite y alcance del Sistema de Gestión de la Energía.

Se deben hacer las siguientes actividades:

- Identificación de las fuentes de energía actuales (electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros similares):
 - Conocimiento sobre cómo la organización administra su uso y consumo de energía.
 - Sistema de distribución de energía.
- Medición y recolección de datos: los datos serán recolectados mediante la realización de las siguientes estrategias, opcionales:
 - Identificación y caracterización de los procesos, sistemas, áreas y equipos que usen y consumen energía, mediante un censo de carga.
 - Datos sobre el consumo de energía pasados y presentes, variables o medidas relevantes que pueden afectar el consumo de energía en el período cubierto por los datos recopilados.
 - Equipo de monitoreo, información de configuración y análisis.
 - Planes futuros que pueden afectar el rendimiento energético: por ejemplo, expansiones planificadas, contracciones o cambios en el volumen de producción; cambios planificados en, o reemplazo de, equipos o sistemas que tienen implicaciones energéticas significativas.
 - Documentos de diseño, operación y mantenimiento: por ejemplo, planos, especificaciones o fichas técnicas de equipos, etc.
 - Auditorías energéticas, estudios previos o revisión energética inicial o anterior, relacionados con el rendimiento energético.
 - Tarifas energéticas actuales: para hacer un análisis económico.

5.1.2. Evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía

La identificación de las áreas de uso significativo de la energía comprende las siguientes actividades:

		PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGE	
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	


- Identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía;
- Identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía;
- Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía;
- Estimar el uso y consumo futuros de energía.

5.1.2.1. Identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía

- Los datos deben estar discriminados por separado para cada una de las instalaciones (unidades compresoras UC-12000 y UC-12001) dentro del alcance y límites del SGE y por cada horario de uso y consumo de la energía y caudal de gas comprimido.
- Para evaluar el rendimiento energético de los compresores, se deben contar con datos de presión y temperatura para cada etapa de compresión, y caudal de gas comprimido de la unidad compresora.
- Graficar mediante un gráfico de línea, los datos de consumo de energía y caudal de gas comprimido vs tiempo.

Criterios para determinar el uso y consumo significativo

NO.	CRITERIO	METODOLOGÍA
1	El "peso" del uso dentro del uso total de la energía de PROMIORIENTE es grande.	Principio de Pareto: Esta metodología permite suponer que en la Organización el 20% de puntos de consumo representa el 80% del consumo de energía total, identificando los usos significativos. Se obtiene el Diagrama de Pareto.
2	Se manifiesta una medida de ahorro u oportunidad de mejora del uso y consumo de energía	Se identifican las áreas que pueden tener medidas de ahorro mediante buenas prácticas de ahorro mediante la educación al personal; o aquellas que pueden representar oportunidades de mejora por

		PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGen	
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

		ajustes de equipos en los procesos o inversión moderada.
--	--	--


- A partir de los datos recolectados, se debe hacer una evaluación de los usos y consumos de energía para identificar las áreas de uso significativo de la energía, de acuerdo con los criterios seleccionados.
- Se debe realizar el un diagrama circular con el balance energético de los usos significativos de la energía y el Diagrama de Pareto del criterio 1.
- Una vez identificados los usos significativos de la energía, se deben identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, proceso y personal de la organización que los afecten.

5.1.2.2. Identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía

Las variables pertinentes o relevantes que afecte el uso significativo de la energía son aquellas que tienen un impacto en el desempeño energético de una organización, por ejemplo, puede ser la que más influye en la cantidad de la energía utilizada en un proceso o consumida por un equipo. El análisis de los datos que sirven de base para la revisión energética puede ayudar a determinar la pertinencia de las variables relevantes.

Metodología para determinar una variable relevante:

- Primero debe comprenderse la tendencia en el consumo de energía y en variables potencialmente relevantes, mediante un gráfico de tendencias (gráfico X-Y dispersión) a lo largo del tiempo.
- Observar el cambio de la variable en momentos similares al consumo de energía.
- Después de observar las tendencias en el consumo de energía y las variables, se debe graficar una variable contra el consumo de energía usando un simple diagrama X-Y y trazar la línea de tendencia.
- Si los puntos parecen estar dispersos alrededor de la línea de tendencia, la variable es relevante (ver Figura 1 a) y b)). Si los puntos aparecen como una nube aleatoria sin relación evidente, es muy probable no sea relevante (ver Figura 1 c)).
- Cuando los puntos aparezcan como una nube aleatoria, puede realizarse un filtrado de datos para excluir aquellos que se encuentren muy dispersos o sin relación evidente, de acuerdo con la desviación estándar, y dejar aquellos que sí puedan

		PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGen	
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

representar una correlación más fuerte de las variables pertinentes con el consumo de energía. Los análisis deberán realizarse con los datos que han sido filtrados.

Procedimiento para el filtrado de datos:

- La muestra de datos se organiza en una hoja de Excel, con la siguiente información:

Fecha (toma de datos)	Energía consumida	Variable pertinente	Energía consumida al cuadrado	Energía consumida por variable pertinente
	unidad energía / unidad tiempo	Unidad variable pertinente / unidad tiempo	$E * E$	$E * \text{Variable pertinente}$

- Con los datos de la tabla anterior, se obtiene:
 - Suma total de $E * P$
 - Suma total de la energía consumida
- Se halla la ecuación de la correlación entre la energía consumida y la variable pertinente, $y = mx + c$, donde y: energía consumida y x: variable independiente.
- Hallar error estándar de la muestra de datos ($S_{x,y}$) al valor promedio de la muestra, utilizando la siguiente ecuación:

$$S_{x,y} = \sqrt{\frac{\sum Y^2 - a \sum Y - b \sum XY}{n - 2}}$$


Donde,

$Y = E_i$; $b = m$; $a = C$

$Y = m * X + C$

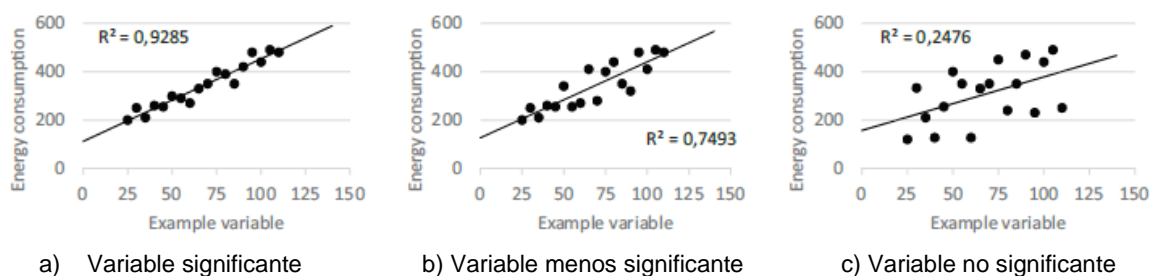
- Realizar otra tabla en Excel con toda la muestra de datos, con la siguiente información:

Fecha (toma de datos)	Energía consumida	Variable pertinente	Consumo de energía de la ecuación de correlación	$E_t + Z * S_{xy}$	$E_t - Z * S_{xy}$
	unidad energía / unidad tiempo	Unidad variable pertinente/ unidad tiempo	$E_t = m * X + C$	unidad energía / unidad tiempo	unidad energía / unidad tiempo

	PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGen		
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

Donde Z es el valor del ancho del filtrado deseado.

- En la gráfica de la correlación E_i vs variable pertinente con la línea de tendencia, se agregan las líneas correspondiente a de $E_t + Z * S_{xy}$ y $E_t - Z * S_{xy}$, quedando por encima y debajo de la línea de tendencia de la muestra de datos.
- Se extraen de la muestra los valores que queden fuera del ancho del filtrado, sin que estos superen el 30% de la muestra total de los datos.
- Con los datos que quedaron por dentro del filtrado, se determina un nuevo valor r^2 y se verifica que haya aumentado.



a) Variable significativa b) Variable menos significativa c) Variable no significativa


Figura 1. Variables con diferentes niveles de significancia

Tomado de: Norma ISO 50006:2014

- Algunas variables relevantes pueden exhibir colinealidad, donde dos o más variables independientes cambian constantemente juntas. Para determinar esta situación, se pueden graficar las variables usando un diagrama X-Y. Si se puede determinar la existencia de la colinealidad, Promioriente debe usar la variable que tiene un mayor impacto en el consumo de energía y debe mantener la otra variable como constante.

5.1.2.3. Análisis del consumo de energía

Actividades que se deben desarrollar para hacer el análisis del desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía, y estimar el uso y consumo futuros de energía.

	PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGE		
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

Incluye las siguientes actividades:

- Desempeño energético actual: de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos que se relacionen con el uso significativo de la energía. Se hace una relación entre el consumo de energía por USE, obtenida por medición en el área y las variables pertinentes anteriormente identificadas. Se debe utilizar la técnica análisis de datos estadísticos CUSUM Technic, que permite analizar el consumo de energía por uso significativo de la energía y las variables pertinentes.


Pasos de CUSUM Technic para determinar el desempeño energético actual:

- Graficar diagrama de dispersión: consumo de energía por USE v/s variable pertinente.
 - Trazar la línea de tendencia de los datos.
 - Obtener la ecuación de la recta mediante la regresión lineal, para conocer la influencia de la variable pertinente en el consumo de energía por USE. La ecuación de la recta es $y = mx + c$, donde c es el consumo fijo del USE, x es la variable independiente y m es un factor multiplicador.
 - Con la variable independiente x se calcula el consumo de energía por USE esperado para el periodo en el que se pretenda evaluar el comportamiento de los procesos, evaluando la diferencia que se generó entre el consumo real y el consumo esperado.
- Estimar el uso y consumo futuros de energía, para analizar la influencia de las diferentes variables en el consumo de energía. A partir de la ecuación de la recta $y = mx + c$ obtenida con CUSUM Technic, se estima un valor futuro de la variable pertinente y del costo de la energía, para hallar un consumo y costo de energía futuro.

5.1.2.4. Identificación, priorización y registro de las oportunidades de mejora en el desempeño energético

La Gerente Técnica mantendrá un registro de las oportunidades de mejora que los miembros del Equipo de Gestión de la Energía identifiquen dentro de los procesos o áreas que desempeñan sus funciones para cada una de las instalaciones dentro del alcance del SGE.

Las oportunidades de mejora tendrán como base la POT-F-XX Revisión Energética Inicial - SGE, las auditorías energéticas que se planeen y las observaciones e ideas que realicen los miembros del Equipo de Gestión de la Energía y la planta de personal de PROMIORIENTE.

		PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGE	
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

Las fuentes de ideas pueden ser:

- POT-F-XX Revisión Energética Inicial - SGE
- Resultados de auditorías y revisiones energéticas
- Análisis de los usos significativos de la energía
- Recomendaciones de proveedores sobre uso y mantenimiento de equipos
- Sugerencias e ideas del personal que trabaja para Promioriente
- Las que el Equipo de Gestión de la Energía y la Gerente Técnica consideren relevantes


Las oportunidades de mejora identificadas serán evaluadas de acuerdo con los criterios establecidos para el alcance del SGE.

Los criterios establecidos son:

No.	Criterio	Unidades	Valoración		
1	Inversión	\$ COP	ALTO	Mayor a \$20.000.000	1
			MEDIO	Entre \$5.000.000 y \$20.000.000	2
			BAJO	Menor a \$5.000.000 y/o por determinar	3
2	Ahorro potencial de energía por día	[%]	BAJO	Menor al 3% y/o por determinar	1
			MEDIO	Entre 3% y 7%	2
			ALTO	Mayor al 7%	3
3	Ahorro económico por día	[\$ COP/día]	BAJO	Menor a \$200.000 y/o por determinar	1
			MEDIO	Entre \$200.000 y \$500.000	2
			ALTO	Mayor a \$500.000	3
4	Emisiones de CO ₂ e evitadas por día	[Tn CO ₂ e/D]	BAJO	Emisiones evitadas menor a 1 Tn/D y/o por determinar	1
			MEDIO	Emisiones evitadas entre 1 y 5 Tn/D	2
			ALTO	Emisiones evitadas mayor a 5 Tn/D	3
5	Necesidad de su implementación	N/A	BAJO	Mayor a 12 meses	1
			MEDIO	Entre 6 meses y 12 meses	2
			ALTO	Menor a 6 meses	3

Tabla 1. Criterios para priorizar las oportunidades de mejora

- Una vez se obtenga el puntaje de las oportunidades de mejora, deberán graficarse por medio del diagrama de barras.

	PROCEDIMIENTO REVISIÓN ENERGÉTICA SGE_n		
Versión :	Código : POT-P-XX	Fecha :	Estado :
Elaboró : Josefina Espina Z.	Revisó: Josefina Espina Z.	Aprobó : Isabel Cristina Gálvez Gómez	
Cargo : Asesora HSE	Cargo : Asesora HSE	Cargo : Gerente Técnico	

- Se organizarán los resultados de las oportunidades de mejora desde el mayor hasta el menor puntaje.
- Deberán seleccionarse las oportunidades de mejora con mayor puntaje, de conformidad con la decisión del Equipo de Gestión de la Energía.
- Las actividades de identificación y priorización de las oportunidades de mejora en el desempeño energético deberán registrarse en el POT-F-XX Registro de Oportunidades de Mejora

6. REGISTROS

- POT-F-XX Revisión Energética Inicial - SGE_n
- POT-F-XX Registro de Oportunidades de Mejora

7. ANEXOS

- POT-P-129 Programa Ahorro y Uso Eficiente de Energía
- Plan de calibración de los equipos de monitoreo.

8. CAMBIOS

No aplica