Un proyecto de:

Una filial de

TALLER
CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

El progreso es de todos

Mincomercio

SOSTENIBILIDAD
EN ACCIÓN
www.caem.org.co
icontec
ISO 9001
IQNet
Una filial de
caem
CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
Cámara de Comercio de Bogotá

EJES DE ACCIÓN

Una filial de

caem CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL

Cámara de Comercio de Bogotá

Agenda

1. Generalidades
2. Diagrama energético productivo
3. Diagrama de Pareto
4. Análisis de consumos de energéticos
5. Línea base y meta energética
6. Línea de base energética – otros análisis
7. Indicadores Energéticos
8. Identificación de Oportunidades de Mejora
9. Ejemplo de aplicación práctica

Caracterización Energética

Definición:

Procedimiento de análisis cualitativo y cuantitativo que permite evaluar la eficiencia con que la empresa administra y usa la energía en su proceso productivo, y que permite evaluar la situación energética actual.

Determinar las anomalías presentadas en cuanto al consumo energético real y los focos de desperdicio energético

Objetivos

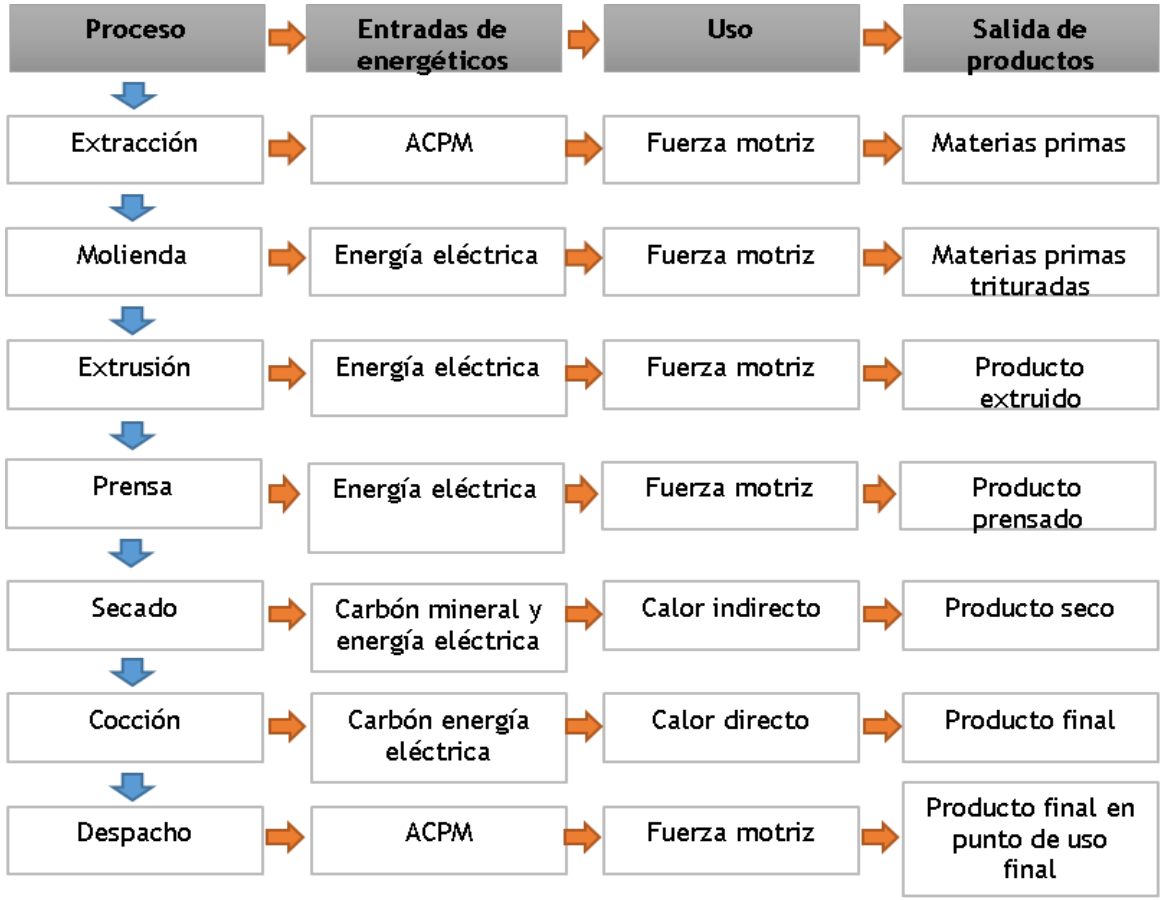
- Identificar el grado de control de los consumos energéticos por parte de la empresa
- Verificar o determinar los indicadores de eficiencia energética a nivel global y por áreas
- Establecer el comportamiento de estos indicadores, identificar los procesos y equipos mayores consumidores donde debemos concentrar la atención.
- Establecer las metas de reducción de consumos alcanzables en la empresa de acuerdo a su comportamiento histórico
- Identificar los potenciales más evidentes a corto, mediano y largo plazo de soluciones o medidas de uso racional de la energía.

Qué necesitamos?

- Información general de la empresa
- Turnos de trabajo
- Mapa de procesos
- Diagramas de flujo de procesos de producción
- Diagrama energético productivo de las diferentes áreas y procesos
- Fuentes de energía
- Facturas de energía
- Documentos históricos de consumo de energía
- Censo de carga o inventario de equipos consumidores de energía
- Sistemas de medición, etc.

Diagrama Energético Productivo

- ✓ Analizar los procesos que se llevan a cabo en la organización
- ✓ Identificar las etapas del proceso productivo
- ✓ Identificar las fuentes y usos de energía en las diferentes áreas y equipos
- ✓ Identificación de los productos resultantes



caem CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
Una filial de Cámara de Comercio de Bogotá

Censo de Carga

- Identificar los tipos de equipos y las áreas que más impactan en el consumo de energía y la manera en que se utilizan.
- Consiste en un inventario por tipo de energético (vapor, calor, electricidad) de todos los equipos consumidores de energía que se utilizan en los diferentes procesos de la organización, y la determinación de su potencia (mediante los datos de placa del equipo o con un instrumento de medida) y régimen de trabajo.
- Este censo servirá como insumo para la elaboración de diagramas de Pareto que permiten determinar el 20% de los equipos y áreas que consumen aproximadamente el 80% de los distintos tipos de energía utilizadas en los procesos.

EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (W O HP)	TIEMPO DE OPERACIÓN (Horas/día ó mes ó semana)

caem CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
Una filial de Cámara de Comercio de Bogotá

DIAGRAMA DE PARETO

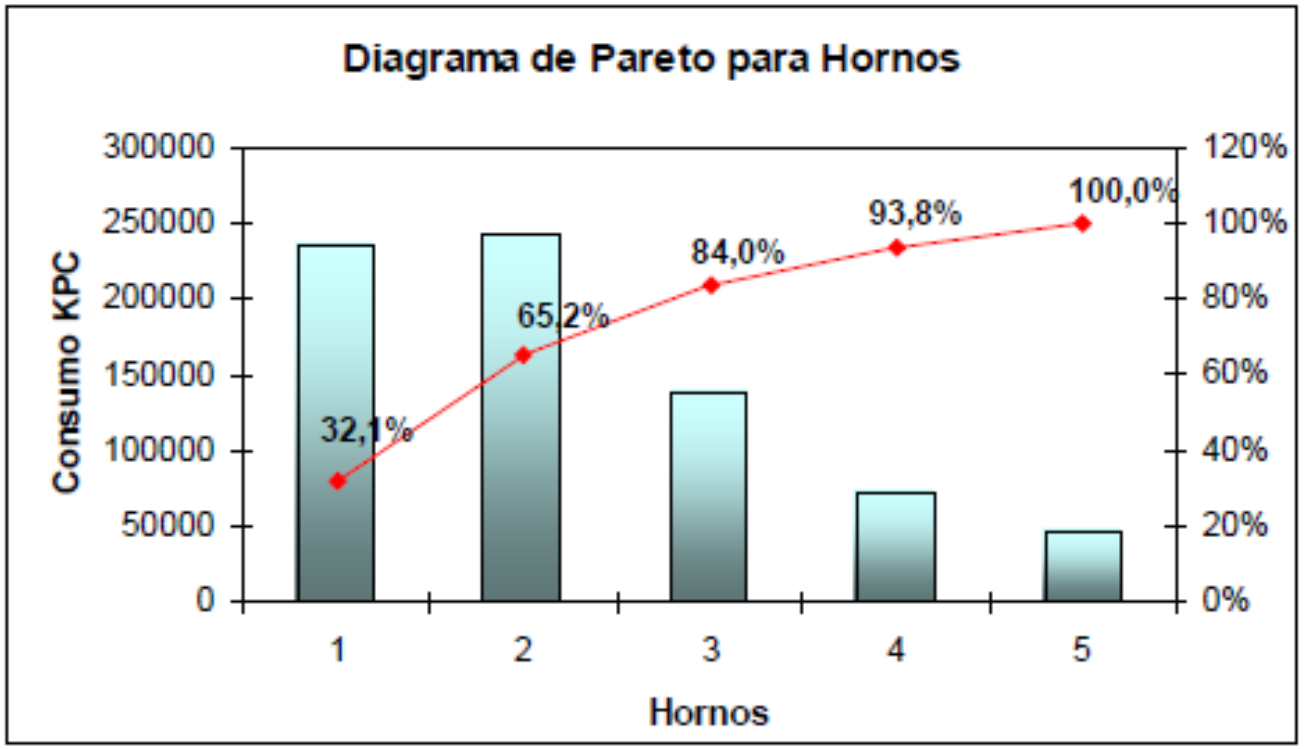
$$Error\ del\ inventario\ \% = \frac{(\frac{kWh}{día} calculado * días\ trabajados\ al\ mes) - (kWh\ promedio\ mensual\ factura)}{(\frac{kWh}{día} calculado * días\ trabajados\ al\ mes)} * 100$$

Esta información es consignada en un **Diagrama de Pareto**, el cual se emplea para:

- ✓ Desarrollar el análisis del consumo de energía eléctrica en planta
- ✓ Identificar los procesos responsables del 80% del consumo total, procesos en los cuales se deberán enfocar las acciones de eficiencia energética en la compañía.

Estos diagramas corresponden a figuras de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la menor en unidades y en porcentaje.

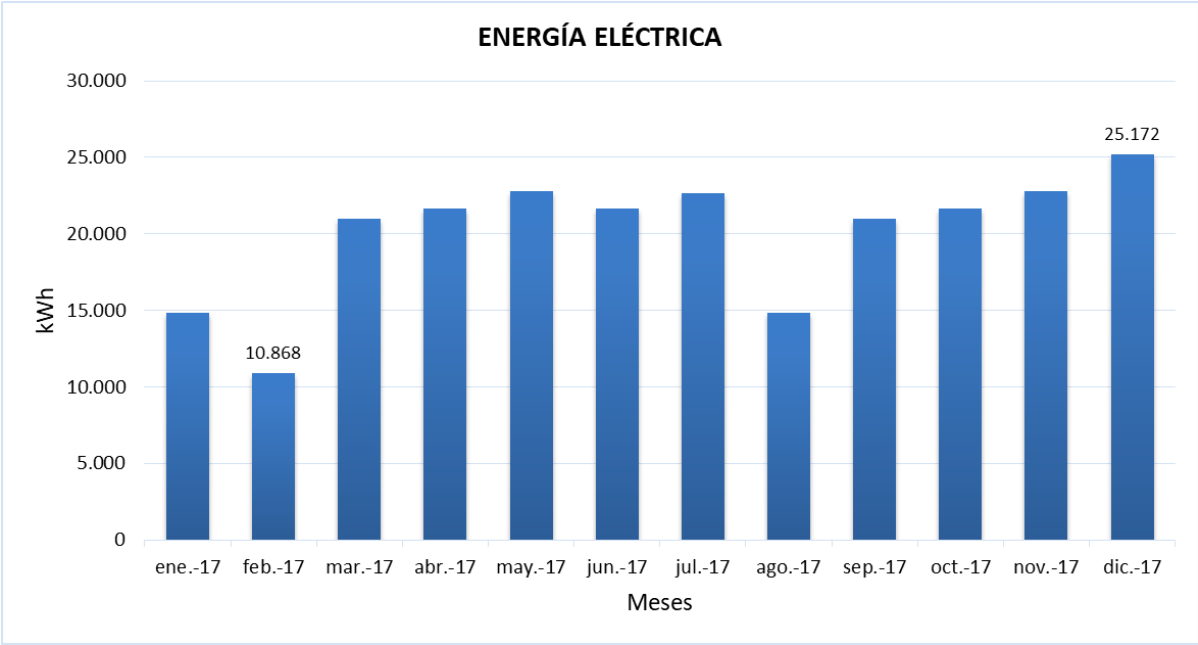
Diagrama de Pareto



Tomado de: Herramientas para el análisis de Caracterización de la Eficiencia Energética. http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf

Análisis de consumos de energéticos

- El análisis de los consumos de energía se refiere a conocer el comportamiento de la demanda de energía por tipo de energético.
- Para esto se puede realizar un gráfico del consumo de energía en función de la unidad de tiempo que se disponga el dato (generalmente mensual) de **al menos un año.**



Elaboración propia.

Análisis de consumos de energéticos

De este gráfico se pueden concluir los siguientes elementos:

- Carga base de la demanda; es el menor valor del gráfico del consumo de energía.
- Carga máxima de la demanda; el mayor valor del gráfico del consumo de energía.
- Demanda promedio de energía.
- Períodos de mayores y menores consumos de energía.
- Posibles causas de las variaciones del consumo de energía (disminución o aumento de la producción, cambio estacional, cambio de equipos o procesos, etc.)

Análisis de consumos de energéticos – Matriz Energética y de Costos

http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html

Análisis de consumos de energéticos – Matriz Energética y de Costos

Ejemplo:

Convertir 180 Ton de Carbón mineral a unidades equivalentes de kWh

Poder calorifico	
29,17	MJ/Kg

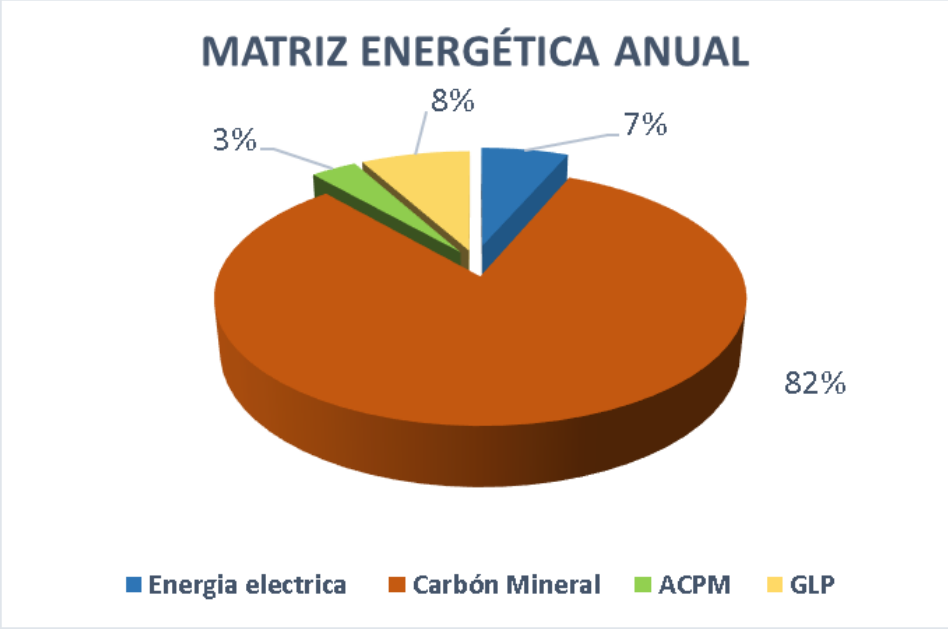
Factor de conversión	
0,28	kWh
1	MJ

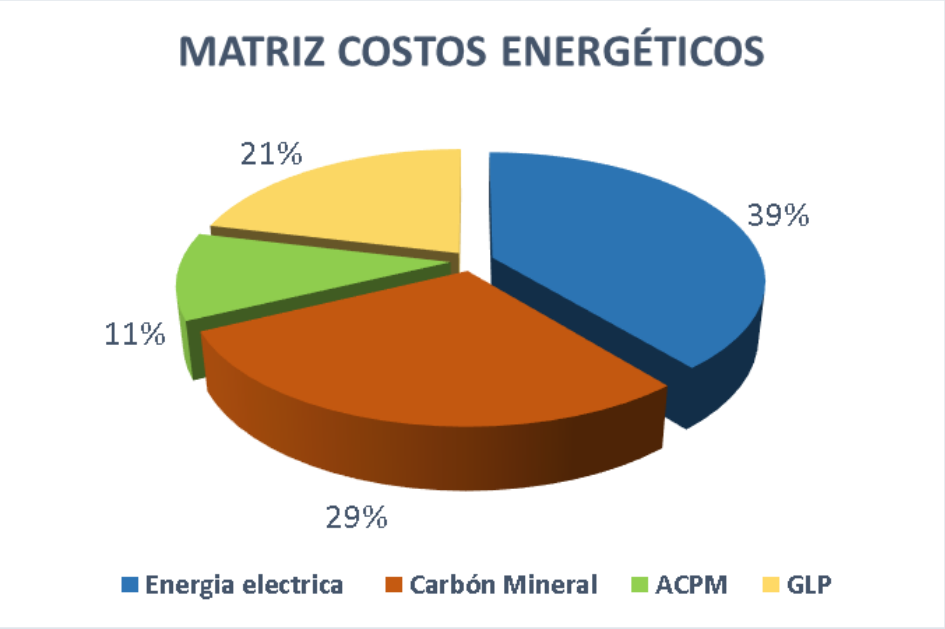
$$Carbón\ (kWh) = 180\ Ton * 1000\frac{kg}{Ton} * 29{,}17\frac{MJ}{kg} * 0{,}28\frac{kWh}{MJ}$$

$$Carbón\ (kWh) = 1.470.168\ kWh$$

Análisis de consumos de energéticos – Matriz Energética y de Costos

Ejemplo Matrices:





Elaboración propia.

Identificar usos significativos de la Energía!

Línea de Base Energética

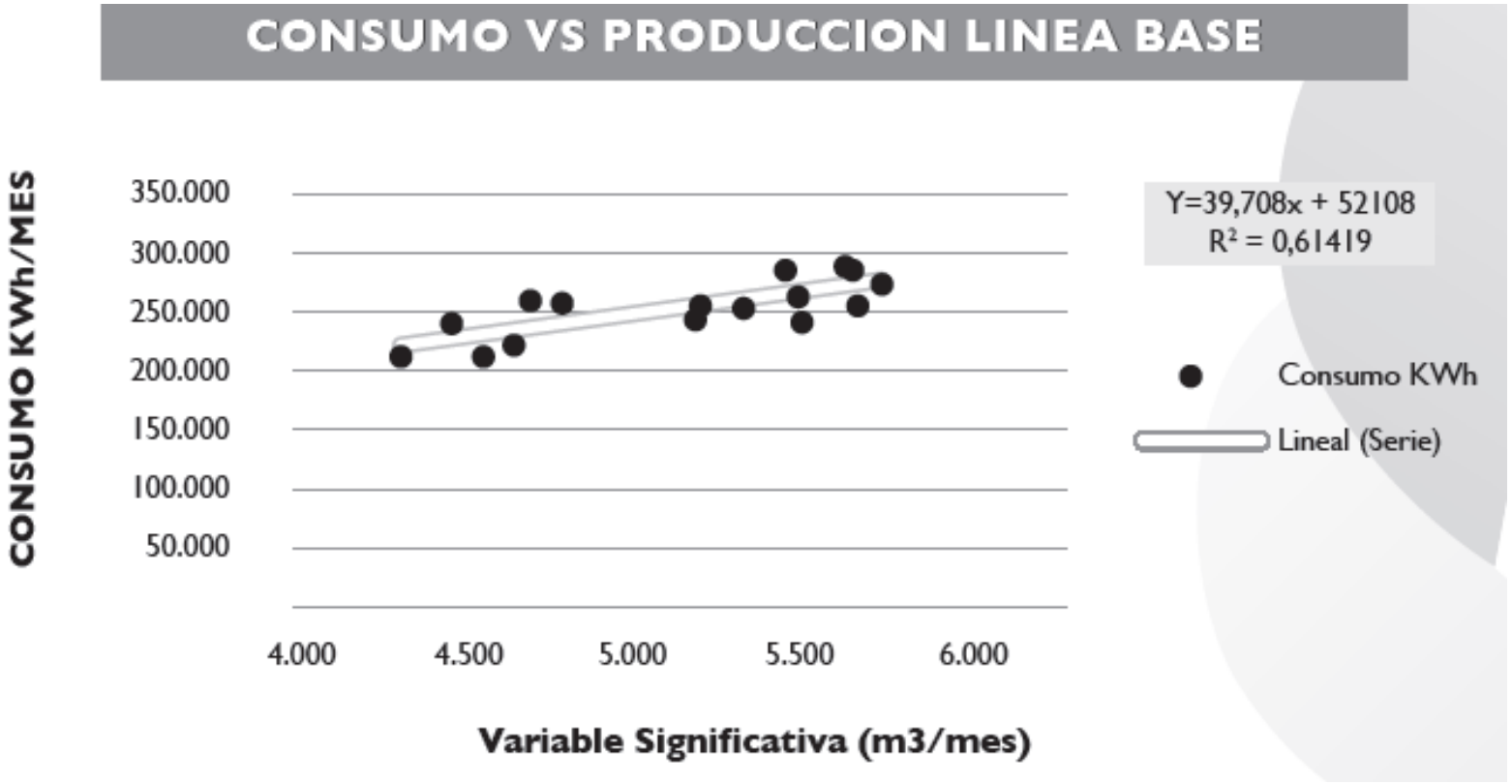
¿Cómo construir la línea base de una organización del sector industrial?

1. Recolectar los datos de consumo de energía y producción asociada a este para el mismo período de tiempo seleccionado (día, mes, año, etc.).
2. Verificar la consistencia de la información recolectada evaluar su validez e identificar errores
3. Graficar en un diagrama de dispersión estos datos. En el eje Y se ubica el consumo energético y en el eje X la producción.
4. Utilizar el método de los mínimos cuadrados para determinar el coeficiente de determinación entre E y P y trazar la recta que mejor ajuste.

Valor R2	Relación E y P
0 – 0.04	Despreciable
0,04 – 0,16	Débil
0,16 – 0,49	Moderada
0,49 – 0,8	Fuerte
0,8 - 1	Muy Fuerte.

Tomado de: Implementación de un sistema de Gestión de la Energía. Guía con base en la norma ISO 50001

Línea de Base Energética



Tomado de: Implementación de un sistema de Gestión de la Energía. Guía con base en la norma ISO 50001

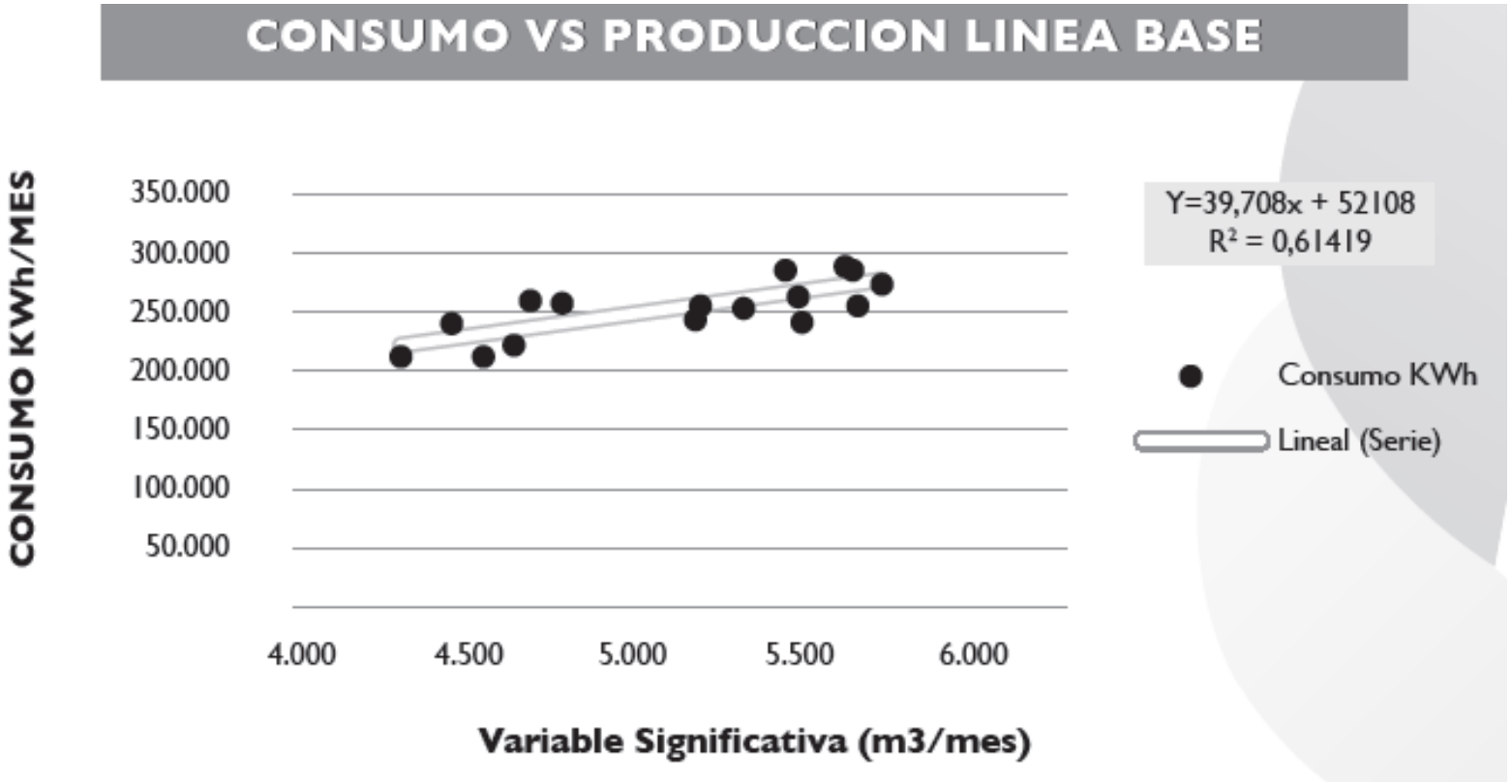
caem CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
Una filial de Cámara de Comercio de Bogotá

Línea de Base Energética

Si el coeficiente de determinación entre E y P es débil, se puede atribuir a:

- Los períodos de tiempo en que se ha medido la producción (P) y el consumo (E) no son iguales.
- Valores estimados no reales de producción o producción en proceso no tenida en cuenta.
- Datos utilizados que mezclan periodos donde han existido cambios tecnológicos u operacionales que modifican la eficiencia del sistema analizado.
- Bajos niveles de monitoreo y supervisión del consumo, etc.

Línea de Base Energética



Tomado de: Implementación de un sistema de Gestión de la Energía. Guía con base en la norma ISO 50001

caem CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
Una filial de Cámara de Comercio de Bogotá

Línea de Base Energética

Identifique la pendiente y el intercepto de la recta, expresando su ecuación de la forma:

E = mP + Eo

Donde:

E - consumo de energía en el período seleccionado

P - producción asociada en el período seleccionado

m – pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción.

Eo – intercepto de la línea en el eje Y, que significa la **energía no asociada a la producción (ENAP)** promedio en el período analizado

Línea de Base Energética

La ENAP es aquella que interviene en el proceso pero que no se destina a la trasformación de la materia prima directamente. Esta energía no asociada debe ser tan pequeña como sea posible.

Ej: iluminación, ventilación, consumo en vacío de equipos y líneas de producción, arranques, consumo de energía en tiempos de cambios de productos, pérdidas de energía etc.

Línea de Base Energética

La importancia del valor de la ENAP radica en la identificación de la energía que puede reducirse en el proceso sin cambios tecnológicos, es decir por gestión operacional y del mantenimiento.

Este porcentaje de (Energía no asociada a la producción) ENAP se determina como:

$$\frac{Eo}{E} x\,100 = e_o$$

Dónde:

E es el valor del consumo medio de energía determinado como el valor promedio del consumo y Eo es la ENAP

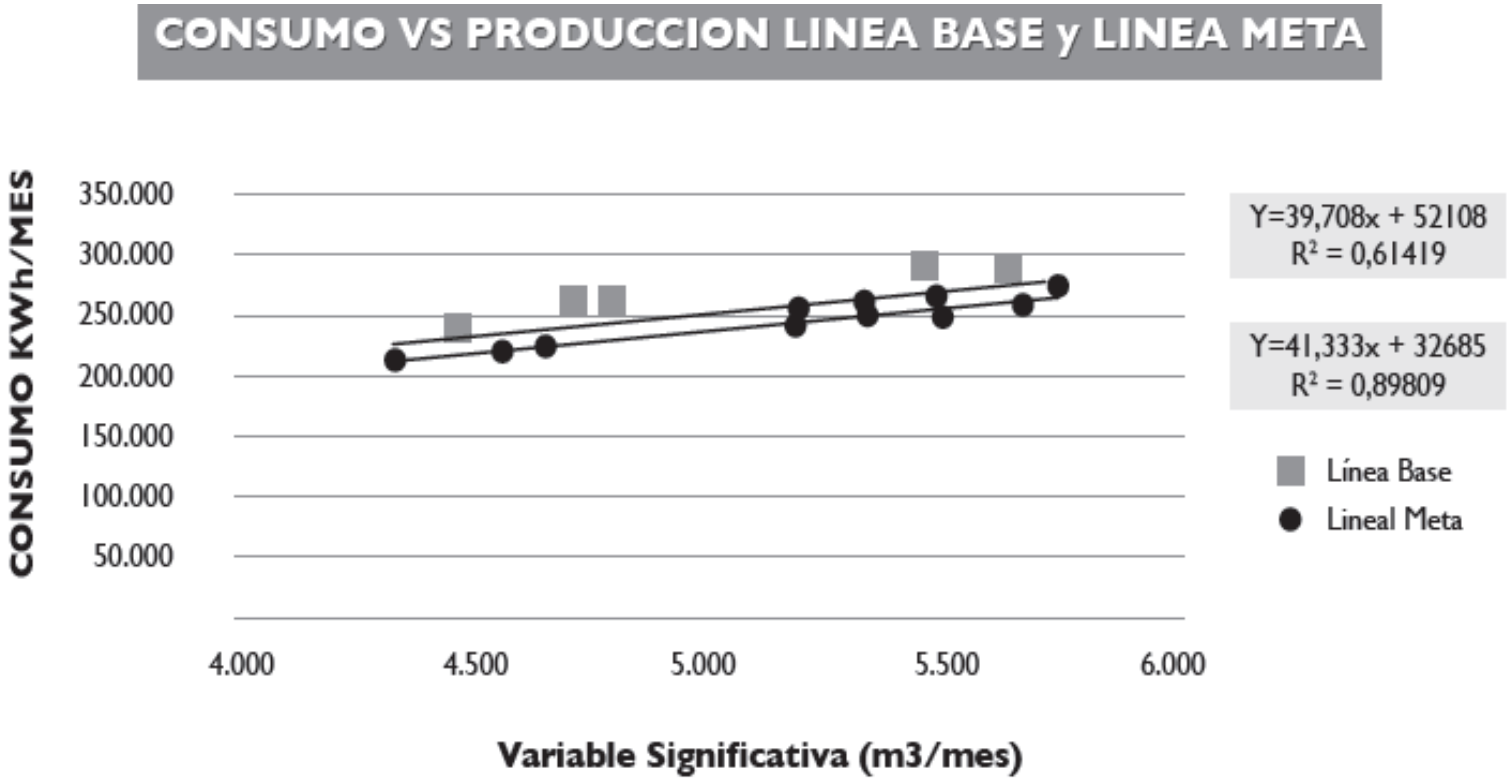
Línea de Meta Energética

Potencial de ahorro por reducción de la variabilidad operacional del consumo de energía

Para determinar este potencial es necesario trazar otra línea de ajuste del consumo vs producción y obtener la ecuación modelo que representa esa línea.

La diferencia entre el intercepto Eo de la línea de ajuste original (para toda la muestra de datos) y el intercepto Eo1 de las mejores operaciones (Eo-Eo1) será el potencial de ahorro alcanzable por disminución del consumo de ENAP.

Línea de Meta Energética



Tomado de: Implementación de un sistema de Gestión de la Energía. Guía con base en la norma ISO 50001

Una filial de Cámara de Comercio de Bogotá
caem CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL

Línea de Meta Energética – Cálculo De Ahorros

El ahorro se determina mediante la siguiente resta:

Ahorro = Consumo Línea Base - Consumo Real

Cuando el valor es positivo se ha producido un ahorro igual al valor de la resta y cuando es negativo un desahorro respecto a la línea de base de igual valor al de la sustracción realizada.

La línea base debe actualizarse cuando no represente el comportamiento esperado del área porque se han hecho transformaciones que alteran el consumo de energía de esta. Esto puede ocurrir cuando **existen cambios tecnológicos en el proceso, cambios operacionales o cuando ha caducado el tiempo de evaluación del desempeño energético**.

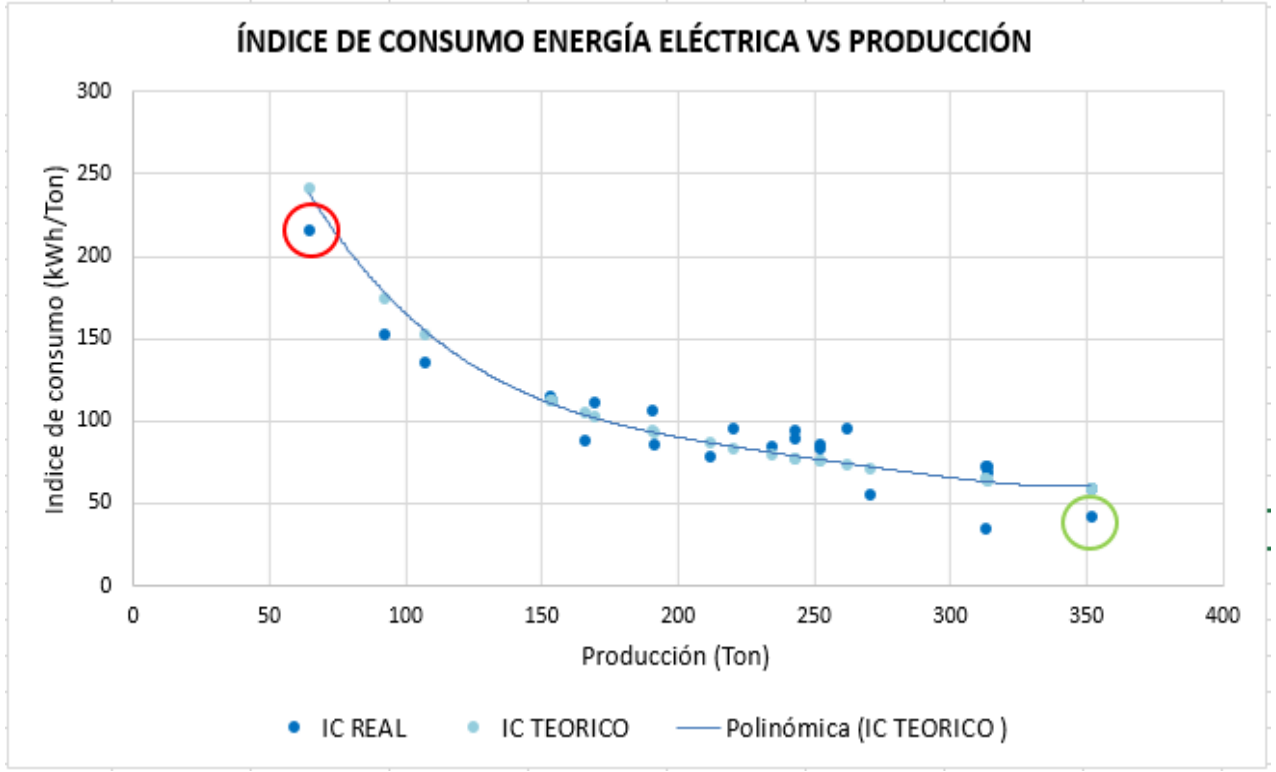
Otros casos: Gráficos de control

Predicción del Índice de consumo de energía para nuevos valores de producción.

Con la ecuación modelo de consumo en función de la producción es posible predecir el consumo que se alcanzara para nuevos niveles de producción.

Esto permite hacer presupuestos de consumo más acertados y conocer si en el futuro el consumo de energía para el mismo nivel de producción fue menor o mayor que el histórico.

Identificar los mayores y menores índices de consumo del período en estudio.



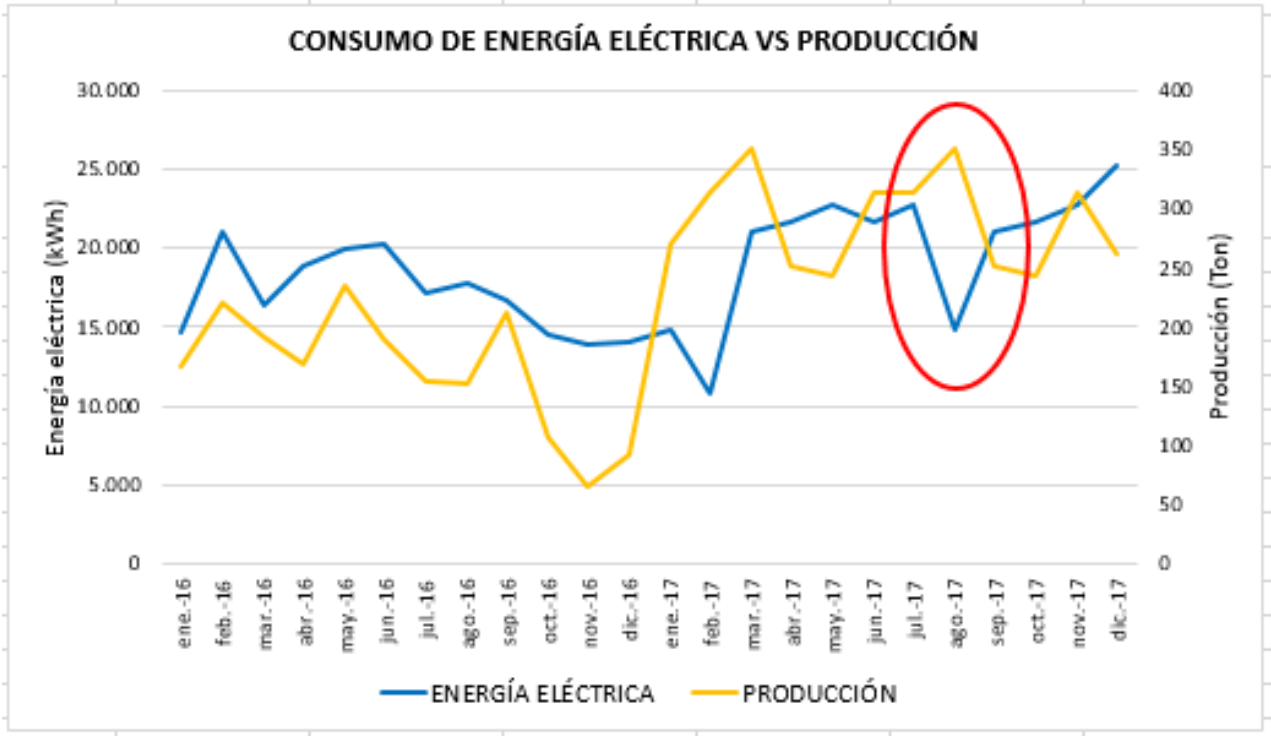
Elaboración propia.

Línea de Base Energética: Otros análisis

Comportamiento del consumo de energéticos vs Producción

Identificar los períodos de tiempo en donde se presentan comportamientos atípicos de estas variables.

Identificar causas negativas y tomar medidas de acción frente a dichas causas para evitar que se repliquen en el tiempo.



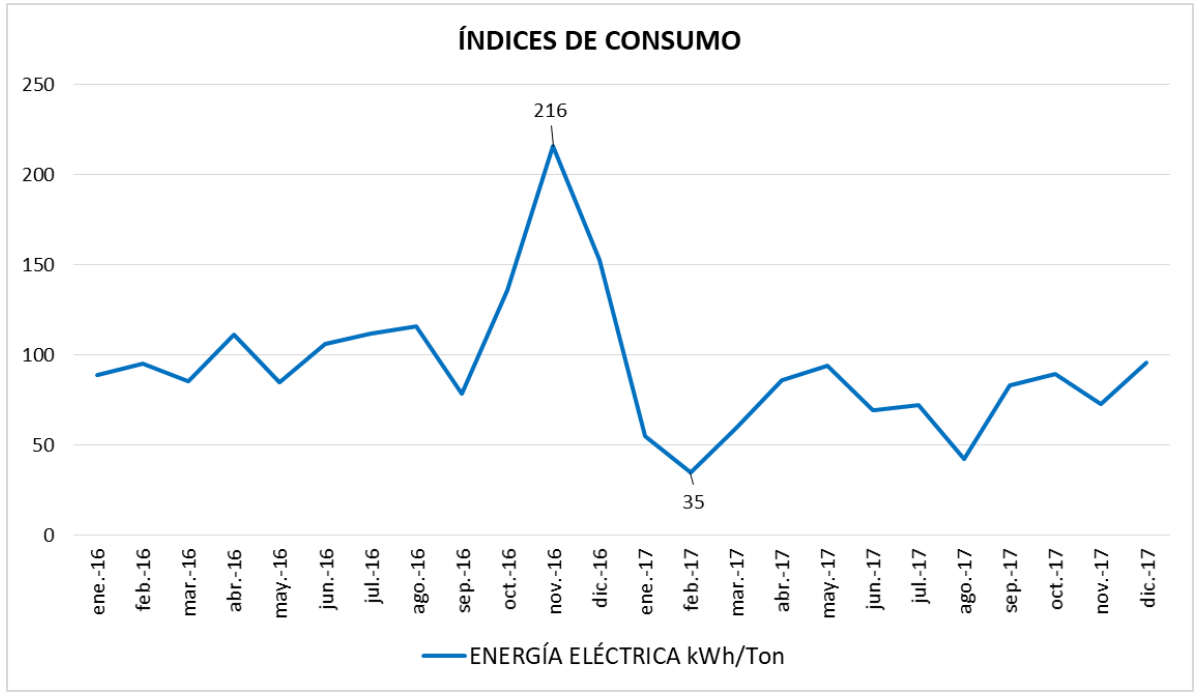
Elaboración propia.

Indicadores de Desempeño Energético

Son aquellos que se establecen con el fin de realizar un **seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético de determinado proceso, área o equipo.**

Un Indicador de Desempeño Energético (IDE) es un valor cuantitativo, medible que refleja la eficiencia, el uso y el consumo de la energía del elemento donde se define, permite evaluar cambios y hacer seguimiento en el tiempo.

Se establecen por cada uso significativo de energía y por tipo de energético utilizado.



Elaboración propia.

Identificación de medidas

Identificar, priorizar y registrar oportunidades de mejora del desempeño energético

Cómo nos podemos apoyar?

- ✓ Recomendaciones del fabricante.
- ✓ Manual de operaciones y de automatización y control.
- ✓ Experiencias del personal de operación.
- ✓ Experiencias del personal de mantenimiento.
- ✓ Experiencias de expertos internos de proceso
- ✓ Guías de expertos en eficiencia energética.
- ✓ Benchmarking del desempeño de equipos similares.
- ✓ Hoja de vida del equipo o proceso.

Identificación de medidas

Identificar, priorizar y registrar oportunidades de mejora del desempeño energético

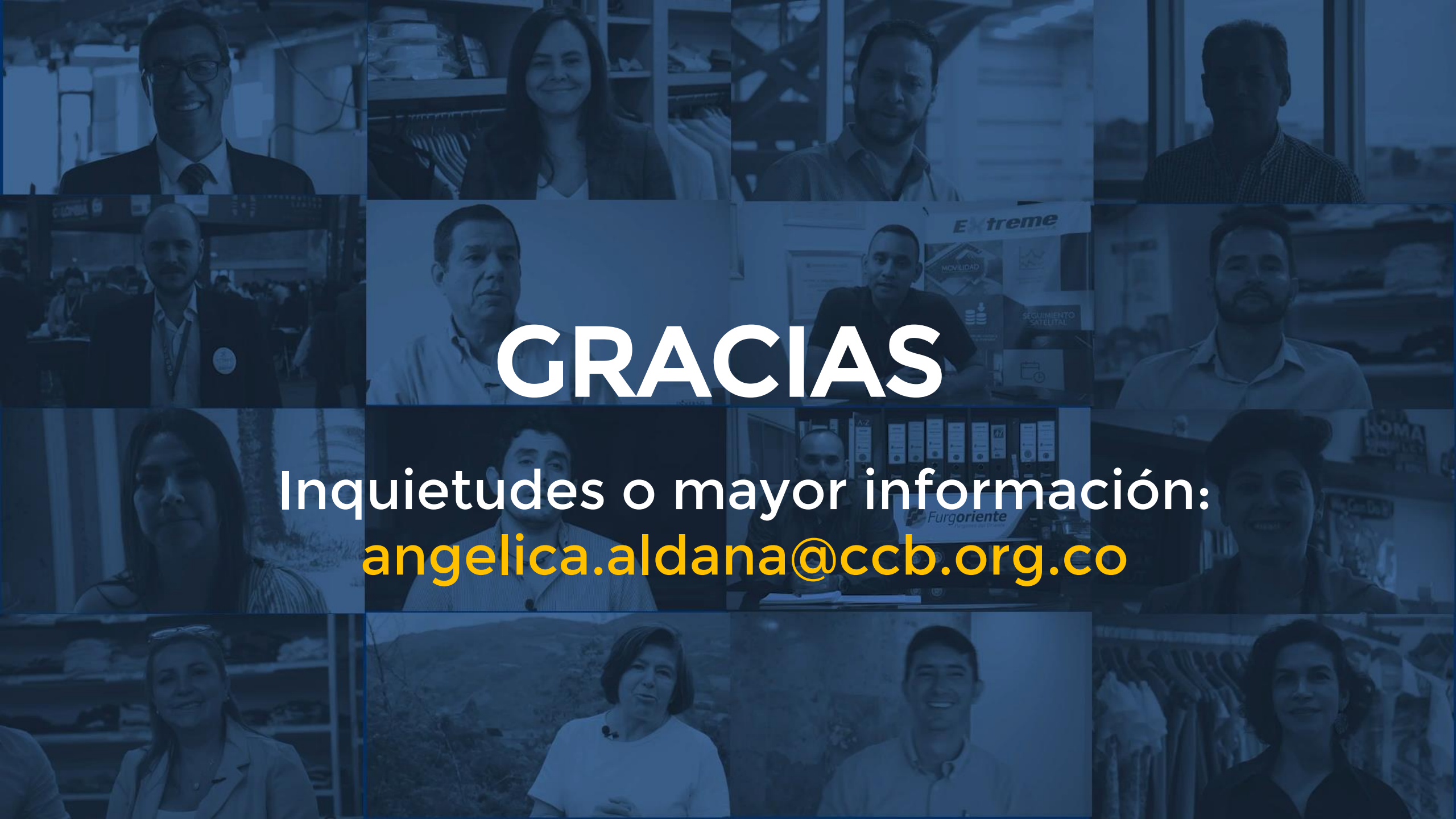
Cómo nos podemos apoyar?

- ✓ Diagnóstico energético.
- ✓ Pruebas de campo.
- ✓ Necesidades energéticas del proceso productivo.
- ✓ Conferencias, entrenamientos y trabajo virtual.
- ✓ Ingenieros de ventas - Proveedores
- ✓ Bibliografía, revistas, periódicos, guías de buenas prácticas.
- ✓ Sugerencias de empleados no especialistas.

Bibliografía

- *Herramientas para el análisis de Caracterización de la Eficiencia Energética.* http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf
- *Implementación de un sistema de Gestión de la Energía. Guía con base en la norma ISO 50001* http://reciee.com/pdf/2013%20-%20Implementaci%C3%B3n%20SGIE,%20Gu%C3%ADa%20con%20Base%20ISO%2050001%20(1).pdf
- *Calculadora de Emisiones – UPME.* http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html
- *Sistema de Gestión Integral de la Energía. Guía para la Implementación* http://reciee.com/pdf/2013%20-%20Implementaci%C3%B3n%20SGIE,%20Gu%C3%ADa%20con%20Base%20ISO%2050001%20(1).pdf
- *Proceso de identificación de oportunidades de ahorro de energía. CONUEE, Octubre 2009*
- Guía didáctica para el desarrollo de auditorias energéticas. http://bdigital.upme.gov.co/handle/001/902
- Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa. https://4.interreg-sudoe.eu/contenido-dinamico/libreria-ficheros/11268EB8-CE46-5D93-D5CC-6F82D70A6841.pdf

Ejemplo de aplicación – Caso de estudio



GRACIAS

Inquietudes o mayor información:

angelica.aldana@ccb.org.co