

Gestión de la Energía en la Industria

MÓDULO III

SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

FORMOSA | AGOSTO | 2024



INTI

Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo



INTI

Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



I – Metodología | Gestión Energética





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn)

CONJUNTO DE ELEMENTOS INTERRELACIONADOS O QUE INTERACTÚAN PARA ESTABLECER UNA POLÍTICA Y OBJETIVOS ENERGÉTICOS, Y LOS PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS NECESARIOS PARA ALCANZAR DICHOS OBJETIVOS

- △ Metodología de mejores prácticas que garantizan la eficiencia energética sostenible y la mejora continua del desempeño industrial, a partir de acciones implementadas.
- △ Se aplica a todas las variables que afectan al DE que puedan ser controladas por la organización o sobre las que pueda tener influencia.
- △ Es independiente del tipo de energía utilizada.



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Objetivo de la Gestión Energética

Evaluar la utilización de la energía, tanto eléctrica como térmica, mediante **mediciones y análisis**, proponiendo **mejoras** en equipos y procesos **sin disminuir** el nivel de **prestaciones**, con el fin de lograr un **uso eficiente y racional de la energía**, logrando que se vea reflejado en los **costos** de la misma.





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Objetivo de la Gestión Energética

- △ Ayudar a las organizaciones a hacer un mejor uso de sus activos que consumen energía.
- △ Promover las mejores prácticas de utilización de la Energía.
- △ Reducir de emisiones de gases de efecto invernadero.
- △ Permitir (en el caso de implementar Norma IRAM/ISO 50001) la integración con otros sistemas de gestión de la organización.





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Beneficios de la Gestión Energética en la Industria

- △ Genera conocimiento de dónde se consume la energía.
- △ Conocer cuál es el potencial de ahorro y el costo de implementar medidas para la mejora. (Línea de Base).
- △ Lograr procesos más competitivos.
- △ Utilizar menos energía para dar los mismos servicios.
- △ Se puede aplicar a organizaciones de todo tipo.





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Normas y guías de aplicación

IRAM / ISO 50001	Sistema de Gestión de la energía Requisitos con orientación para su uso	Agosto 2018
ISO 50002	Auditoría Energética	23-6-2014
ISO 50003	Requisitos para organismos que realizan la auditoría y certificación del SGEN	14-10-2014
ISO 50004	Guía para la implementación, mantenimiento y mejora de un SGEN	En revisión
ISO 50006	Medición de eficiencia energética utilizando LBE e IDEs	15-12-2014
ISO 50015	Medición y verificación de la eficiencia energética de las organizaciones	11-12-2014
ISO 50007	Servicios de energía. Directrices para implementación y mejora de los servicios de energía para los usuarios.	Desarrollo



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Normas y guías de aplicación

ISO 17441	Directrices técnicas generales para la medición, cálculo y verificación de los ahorros energéticos en proyectos	Mayo 2016
ISO 17442	Eficiencia energética y cálculo de ahorro de energía para países, regiones y ciudades.	Agosto 2015
ISO 17443	Ahorros de energía-Definición de un marco metodológico aplicable al cálculo e informe de ahorros de energía	Junio 2016
ISO 50047	Ahorros de energía- Determinación de los ahorros de energía en organizaciones	Noviembre 2016
ISO 13273-1	Eficiencia energética y fuentes de energía renovables- terminología común internacional. Parte 1: eficiencia energética	Junio 2016
ISO 13273-2	Eficiencia energética y fuentes de energía renovables- terminología común internacional. Parte 2: fuentes de energía renovables	Junio 2016



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Normas y guías de aplicación

ISO 50008	Gestión de la información de edificios de uso comercial para su desempeño energético - Directrices para un enfoque sistémico de recolección de datos	Desarrollo
ISO 50021	Directrices generales para la selección de evaluadores de ahorro de energía	Desarrollo
ISO 50045	Directrices técnicas para la evaluación de los ahorros energéticos en centrales térmicas	Desarrollo
ISO 50044	Evaluación de Ahorro de energía- Evaluación económica y financiera de proyectos de ahorro de energía	Desarrollo
ISO 50046	Métodos generales de cuantificación de ahorro esperado.	Desarrollo
ISO 50049	Métodos de cálculo para las variaciones de eficiencia energética y el consumo energético según países, regiones y ciudades: relación con los ahorros de energía y otros factores.	Desarrollo



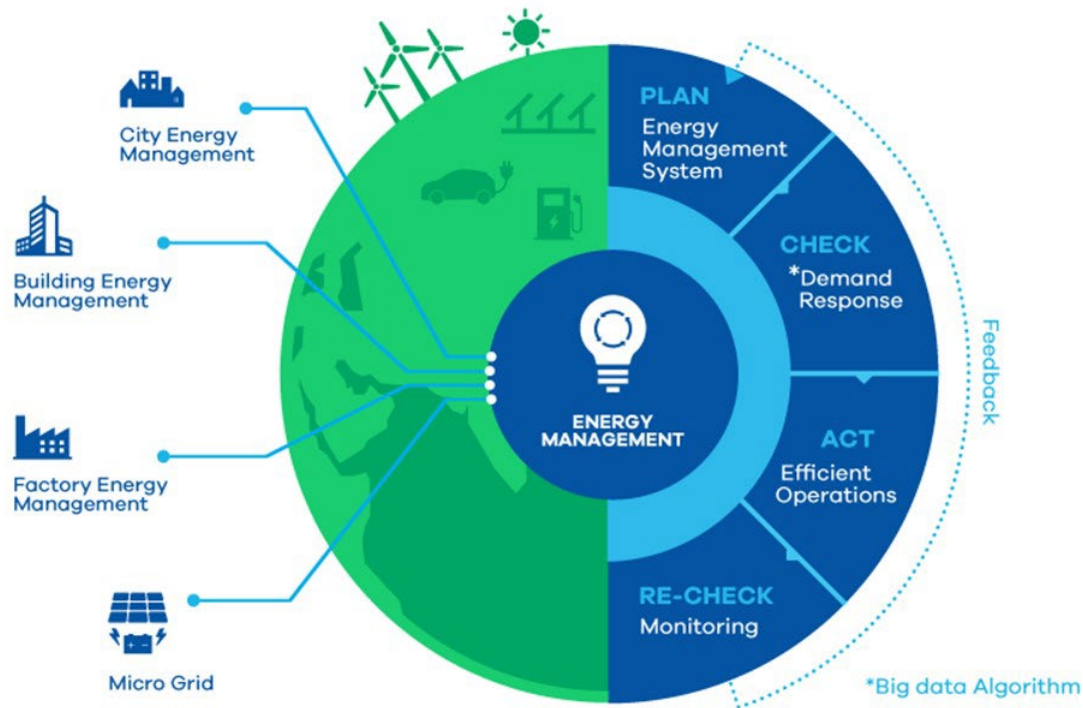
III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Objetivos

△ Permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos para mejorar continuamente el desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía.

△ Proporcionar los requisitos para un proceso sistemático, orientado a la información y basado en hechos, focalizado en la mejora continua del desempeño energético (DE) de corriente, protecciones eléctricas.





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Sistema de Gestión

ESRATEGIAS Y
POLITICAS

PLANEAR

- Organización
- Pre-evaluación
- Evaluación
- Análisis de factibilidad

ACTUAR MEJORA

- Ecoeficiencia

HACER

- Recuperación de energía
- Cambio operacional
- Mantenimiento
- Cambio tecnológicos

REVISAR

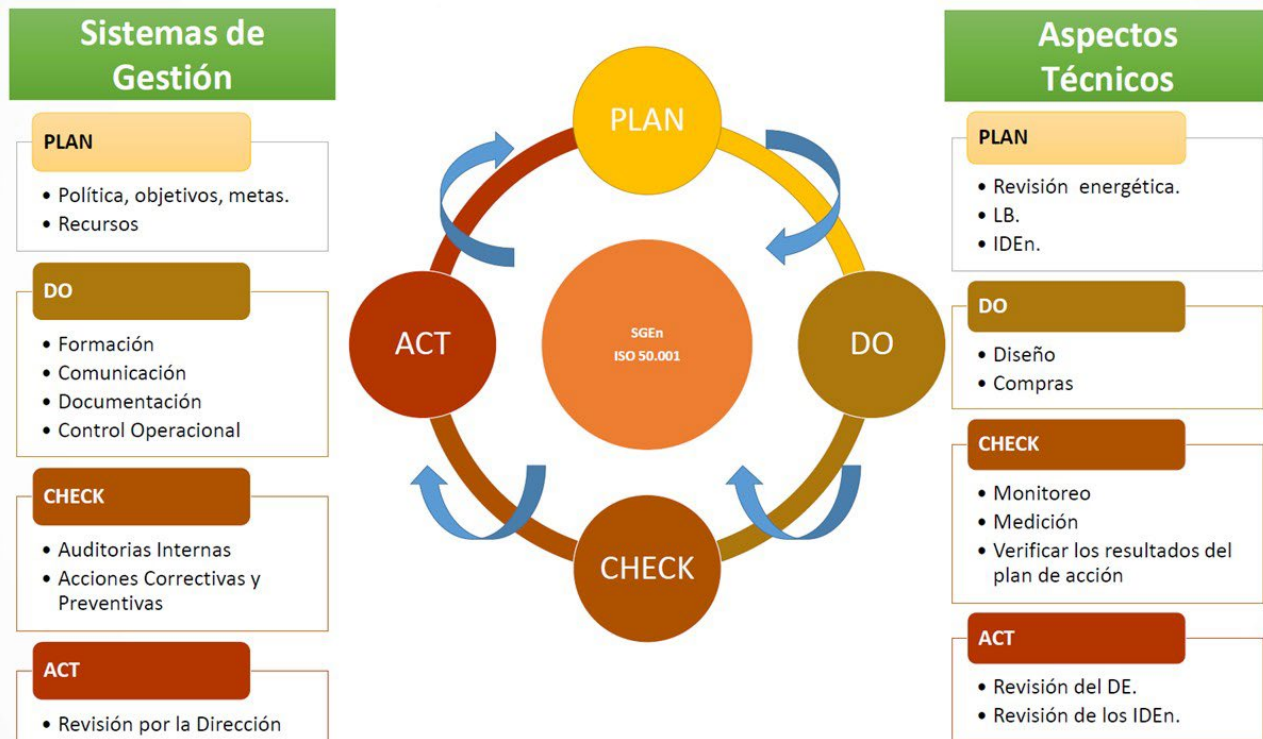
- Auditorias
- Indicadores



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Requisitos PDCA





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Etapas de implementación

Etapas de implementación

1. Obtener el compromiso e involucrar a la dirección.
2. Involucrar a los empleados
3. Crear y organizar un equipo de EE
4. Compilar la información básica existente
5. Identificar las barreras y soluciones para el proceso de evaluación de EE
6. Decidir el enfoque de la evaluación de EE



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Etapas de implementación

Etapas 2: Pre-Evaluación.

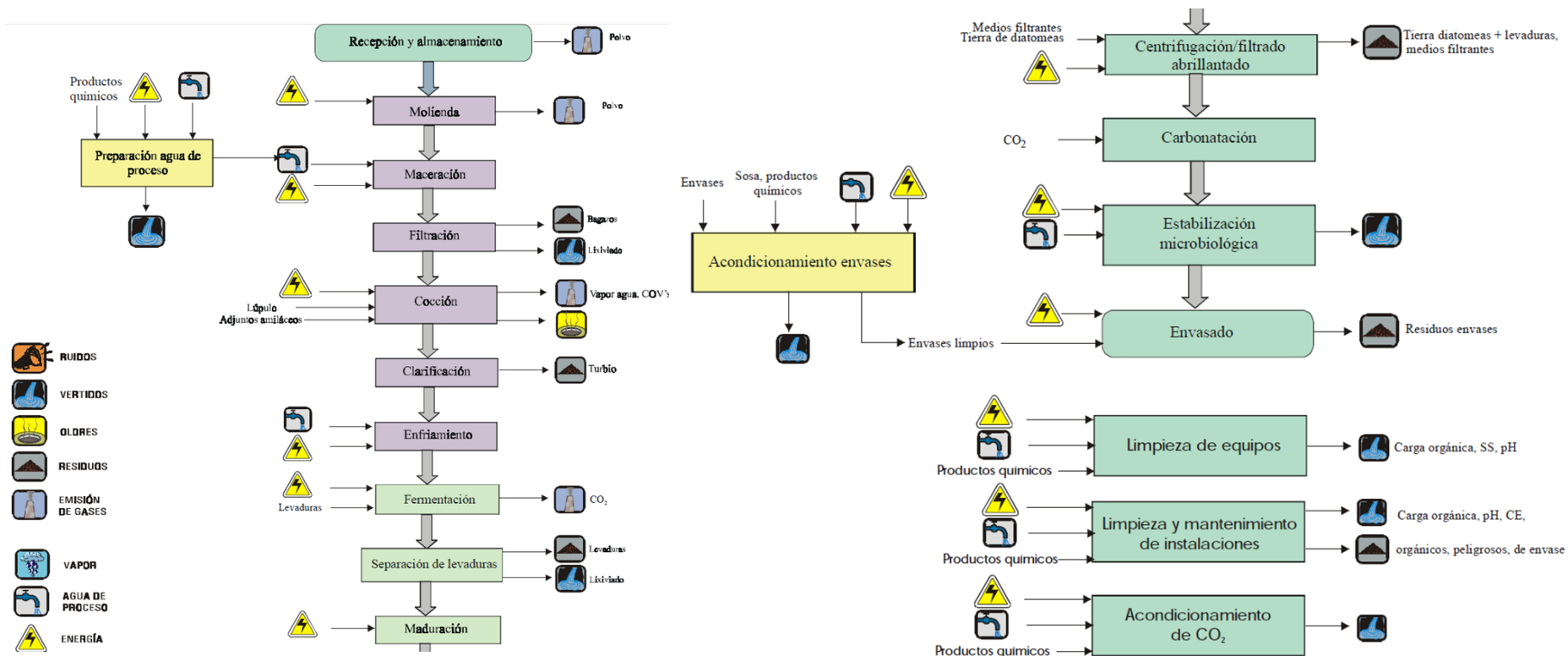
1. Preparar un diagrama de flujo del proceso
2. Conducir una observación o evaluación preliminar
3. Preparar la cuantificación y caracterización de las Ent. Y Sal. De materia y energía
4. Generar la base de datos



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Etapas de implementación | Etapa 2 - Diagrama de flujo del proceso





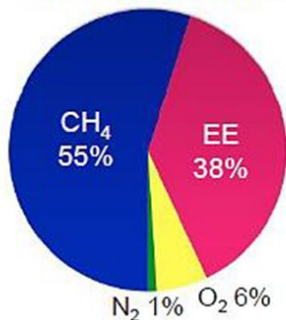
III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Etapas de implementación | Aspectos Importantes (pre evaluación)

- △ Identificar vectores energéticos, costos de la energía utilizada, etc.
- △ Releva como está siendo utilizada la energía (Consumo específicos por áreas, por procesos, por franja horaria, etc.)
- △ Costos de energía vs. Costos de producción.
- △ Indicadores Energía/producto

CONSUMO ENERGÍA



DISTRIBUCIÓN E.ELÉCTRICA





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Etapas de implementación

Etapas de implementación

1. Elaborar un balance de M y E detallado, incluyendo las pérdidas
2. Conducir un diagnostico de causa y efecto
3. Generar opciones
4. Revisión de las opciones



Etapas de implementación

1. Dirigir la evaluación técnica, económica y medioambiental.
2. Seleccionar las opciones factibles.



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Etapas de implementación

Etapas 5: Implementación y Continuación.

1. Preparar el plan para la implementación de PML-EE.
2. Mantener y chequear la evaluación de PML-EE



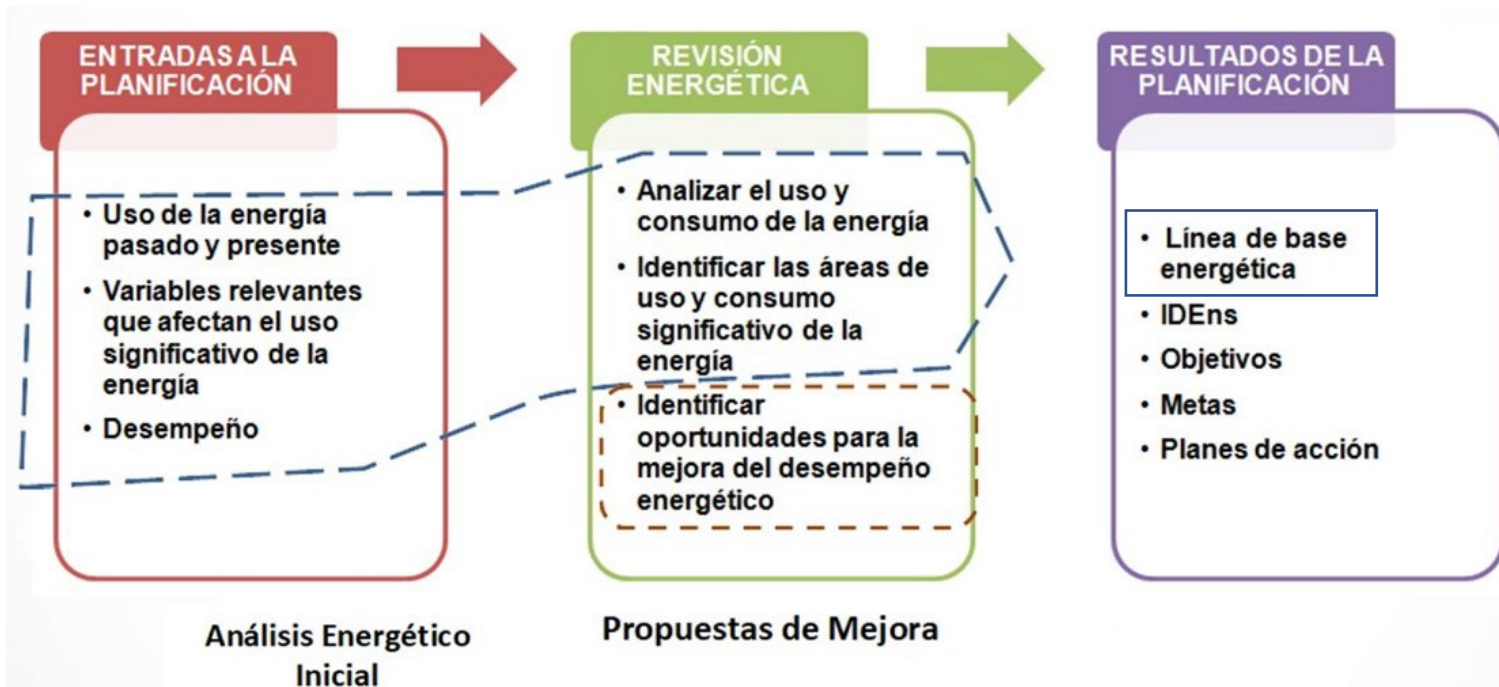
La Norma ISO 50001 nos puede servir de
GUÍA PARA REALIZAR UN DIAGNÓSTICO
ENERGÉTICO sin la necesidad de
implementar la norma.



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Planificación Energética

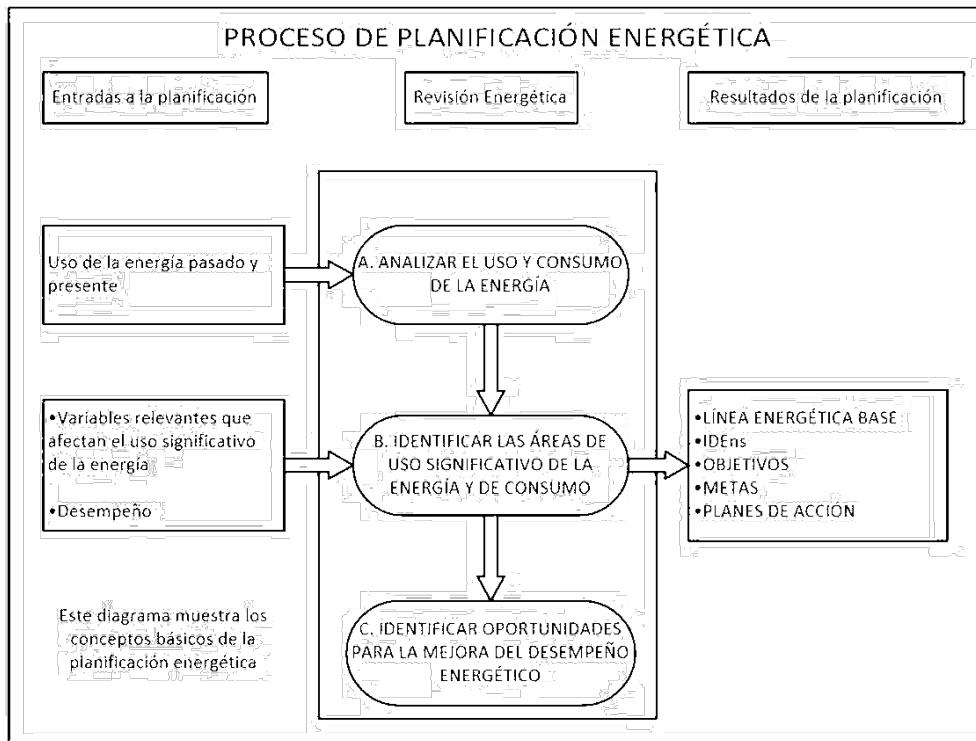




III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

ISO 50001 | Planificación Energética





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Integración con otros sistemas de gestión

Un SGEN puede ser fácilmente integrado a cualquier sistema de gestión ya existente en una organización, como ser:

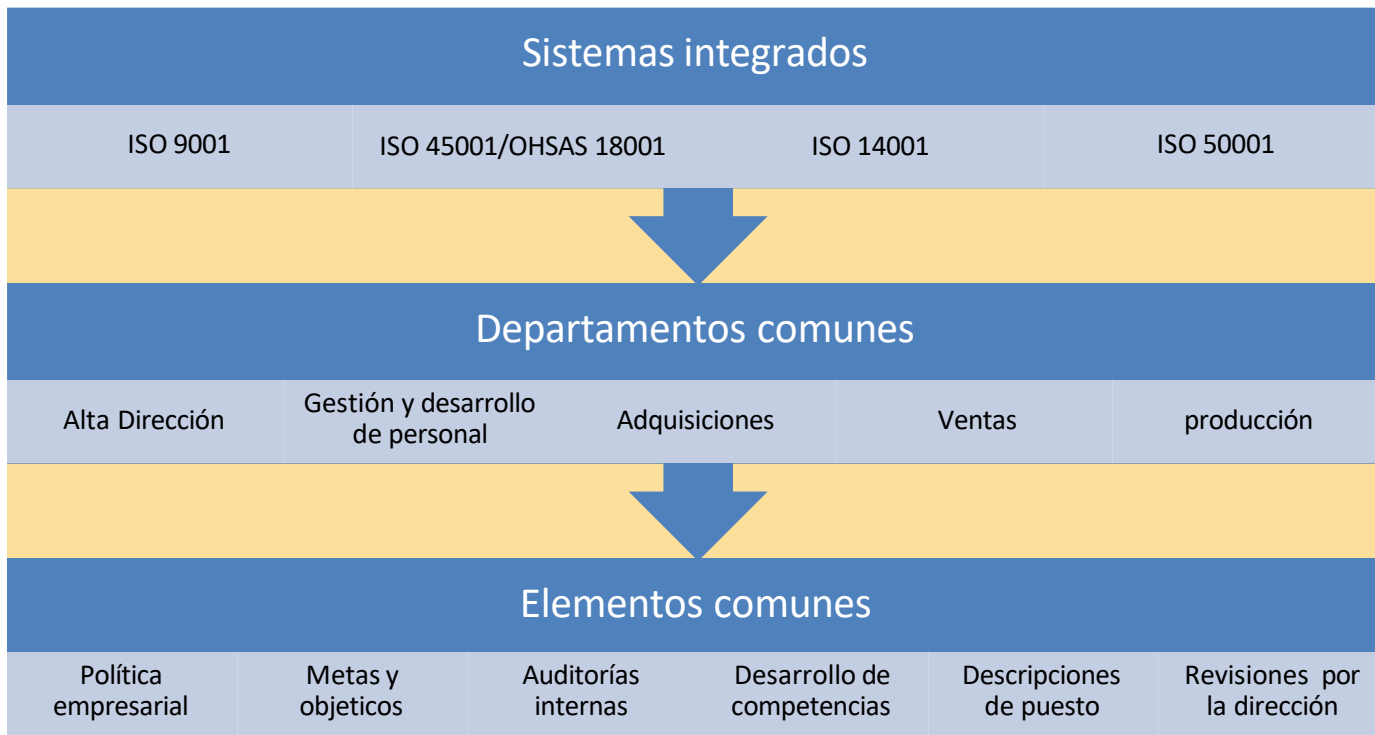
- ✓ Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001.
- ✓ Sistemas de Gestión de Seguridad Alimentaria (ISO 22000).
- ✓ Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (ISO 45001).
- ✓ Sistemas de Gestión Ambiental (14001).



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Integración con otros sistemas de gestión



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía | IRAM / ISO 50001



Definiciones

¿QUÉ ES LA
ENERGÍA?





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía | IRAM / ISO 50001

Definiciones

La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Es decir, el concepto de energía se define como la capacidad de hacer funcionar las cosas.

- △ Energía mecánica
- △ Energía interna (Temperatura).
- △ Energía eléctrica
- △ Energía térmica (Transferencia de calor).
- △ Energía electromagnética (Propagación de onda electromagnéticas).
- △ Energía química, nuclear, etc.



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía | IRAM / ISO 50001

Definiciones

Electricidad, combustible, vapor, aire comprimido, agua y otras similares. Todas ellas pueden ser adquiridas, almacenadas tratadas y utilizadas en un equipamiento o proceso definido, o recuperada de otro proceso.

△ Capacidad de un sistema de producir una actividad externa o de realizar trabajo.





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía | IRAM / ISO 50001



Definiciones

△ **POTENCIA:** cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo. La unidad comúnmente es el kilowatt (kW).

TABLA DE CONVERSIÓN: POTENCIA

	Btu/h	Kcal/h	W
Btu/h	1	0,252	0,293
Kcal/h	3,968	1	1,163
W	3,412	0,860	1

Potencia vs Energía

	Demanda	Energía
 1 hora de operación	1000 W	1000 Wh
 4 horas de operación	250 W	1000 Wh



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía | IRAM / ISO 50001

Definiciones

- △ **Eficiencia energética (EE):** Proporción u otra relación cuantitativa existente entre la salida del desempeño de un servicio, producto, bienes, o energía, y la demanda de energía del mismo. Suele calcularse como energía requerida/energía consumida.
- △ **Desempeño energético (DE):** Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.
- △ **Consumo de energía:** cantidad de energía aplicada. Puede representarse en unidades de volumen y flujo de masa o peso (combustible), o ser convertido en unidades que son múltiplos de julios o vatios-hora (por ejemplo, GJ, kWh).

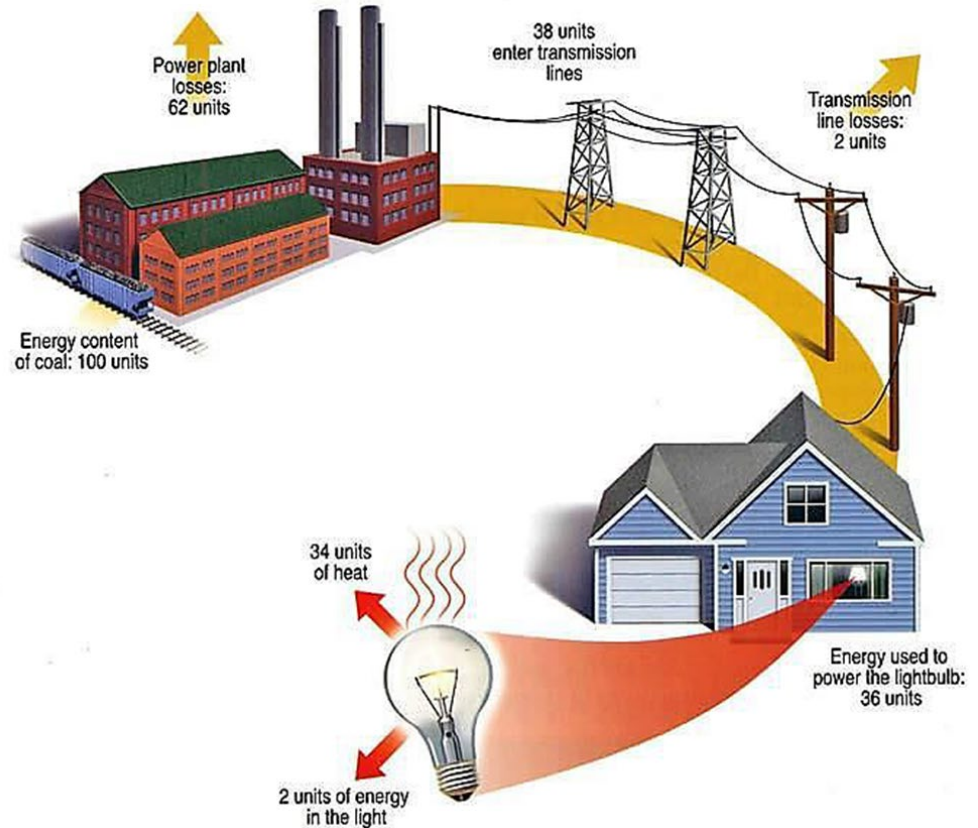
III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planificación, política, IDEn y LBE

Definiciones

SISTEMAS ENERGÉTICOS

- △ Energía perdida durante la conversión, transporte y distribución.
- △ El carbón necesario para encender una lámpara incandescente contiene 100 unidades de energía cuando entra en la planta de producción.
- △ Solo dos unidades de energía finalmente encienden la lámpara.
- △ Las 98 unidades restantes se pierden en el camino en forma de calor.





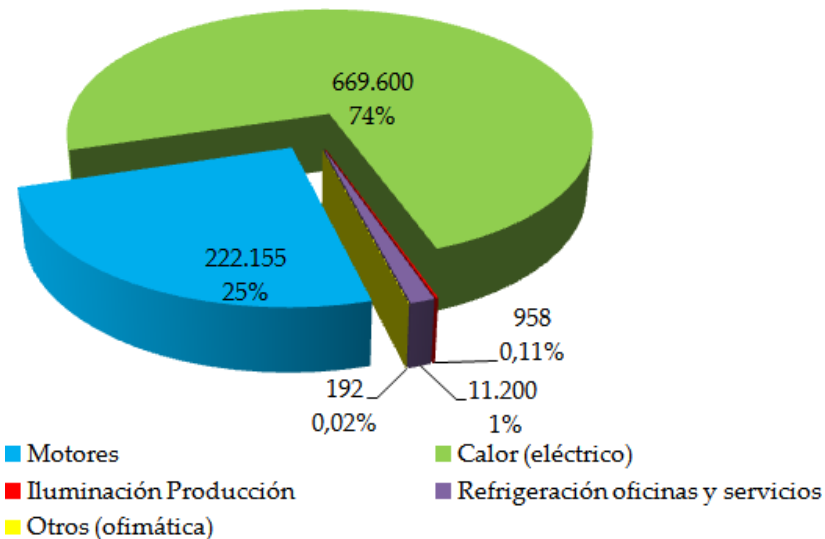
III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planificación, política, IDEn y LBE

Definiciones

USOS SIGNIFICATIVOS DE LA ENERGÍA (USE)

- △ **Uso de la energía:** forma o tipo de aplicación de la energía. Se pueden mencionar, a modo de ejemplo, ventilación; iluminación; calefacción; refrigeración; transporte; procesos; líneas de producción.
- △ **Uso significativo de energía (USE):** Uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para mejora del desempeño energético.



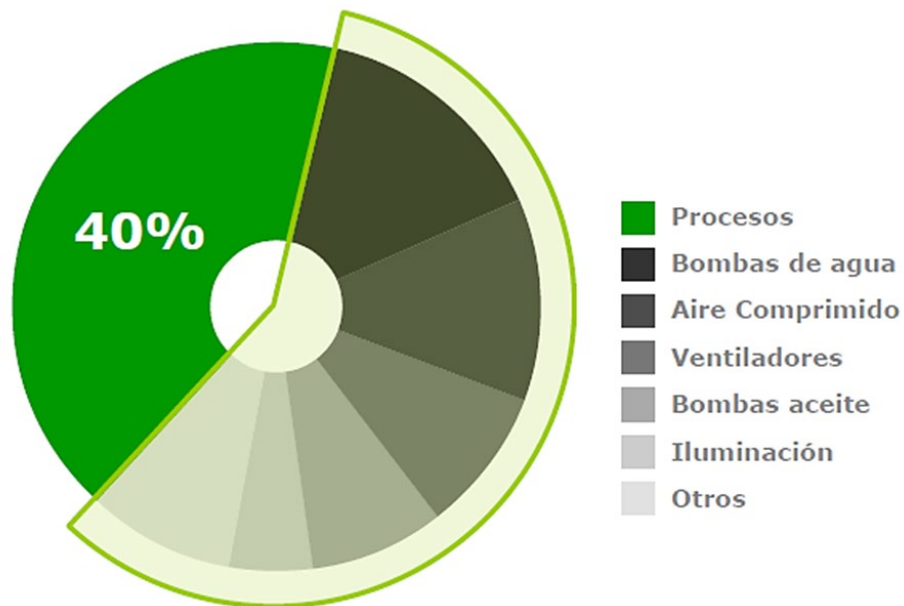
Se deben identificar los operadores que desempeñan sus actividades frente a esos USE



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planificación, política, IDEn y LBE

Usos Significativos de la Energía (USE)



Aproximadamente **60%**
Del consumo de energía
Se encuentra en los
Servicios Auxiliares



**Oportunidades
de mejora**

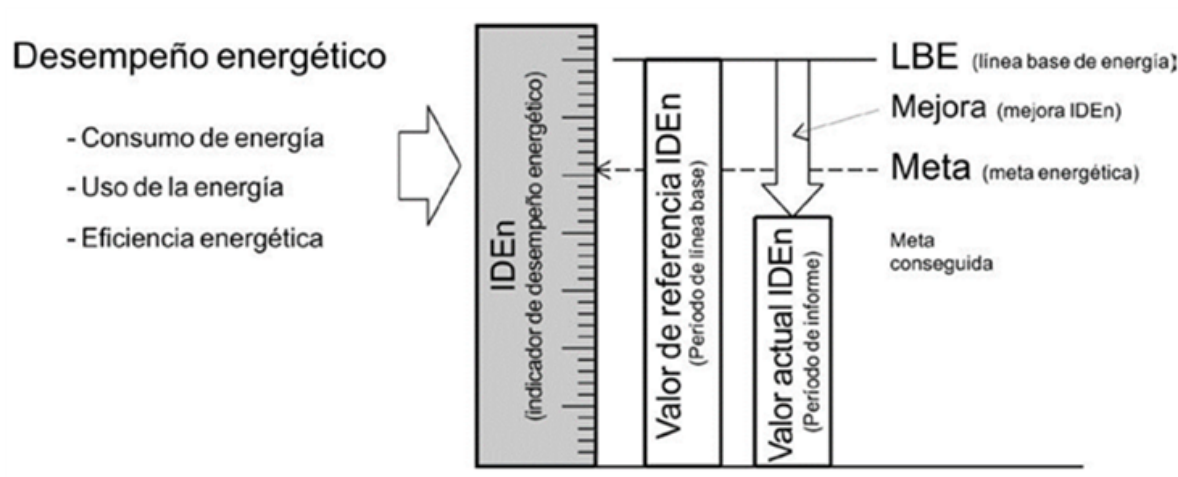


III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planificación, política, IDEn y LBE

ISO 50001 | IDEn y LBE

- △ Los indicadores de desempeño energético (IDEn) y líneas base de energía (LBE) son dos elementos claves interrelacionados de ISO 50001 que permiten la medición, y por lo tanto la gestión de la energía en una organización.
- △ Desempeño energético es un concepto amplio que se relaciona con el consumo de energía, el uso de energía y la eficiencia energética.



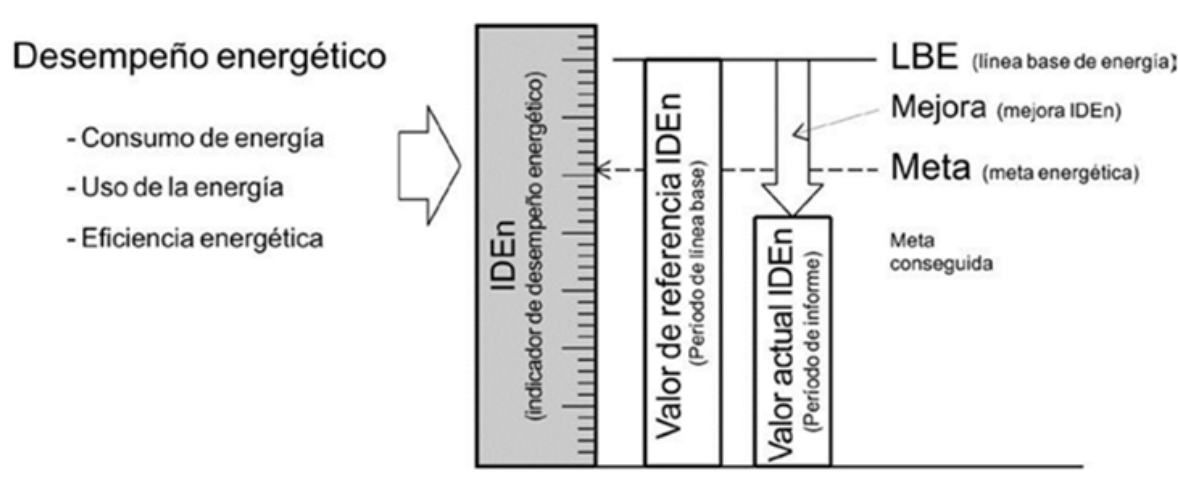


III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planificación, política, IDEn y LBE

ISO 50001 | IDEn y LBE

- △ Las LBEs son referencias cuantitativas utilizadas para comparar los valores de los IDEns en el tiempo y para cuantificar los cambios en el desempeño energético.
- △ Cuantificar el consumo de energía es esencial para medir el desempeño energético y las mejoras de desempeño energético.

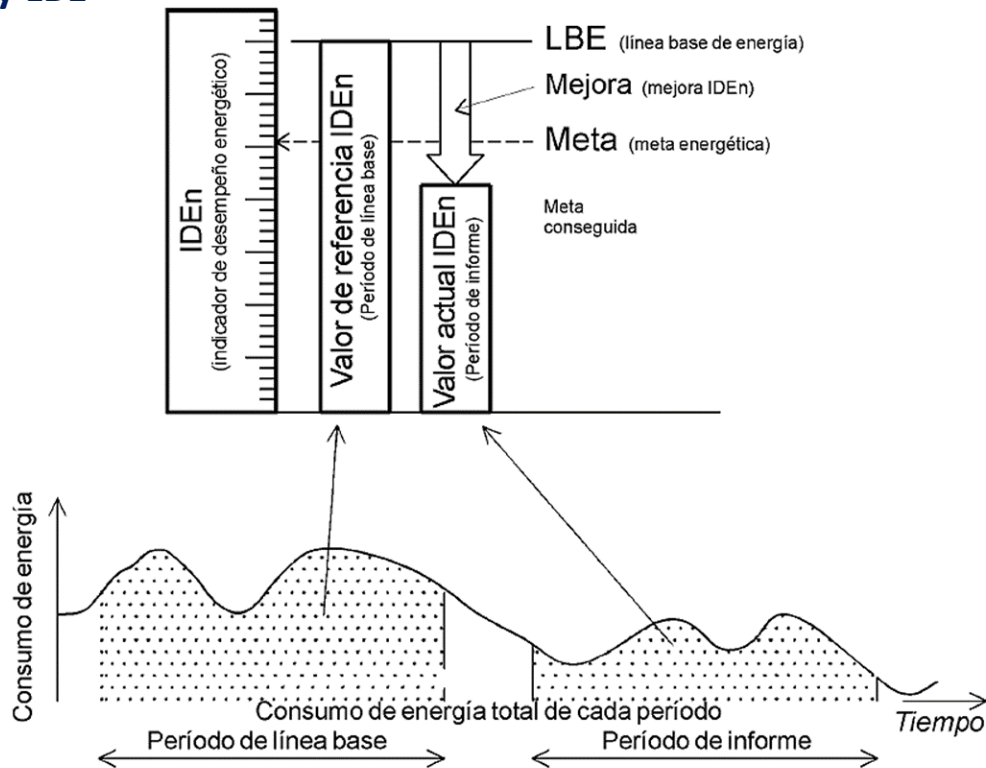




III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planificación, política, IDEn y LBE

ISO 50001 | IDEn y LBE





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Diagnóstico de los Recursos Energéticos

RESULTADOS DE LA PLANIFICACIÓN

- Línea de base energética
- IDEns
- Objetivos
- Metas
- Planes de acción

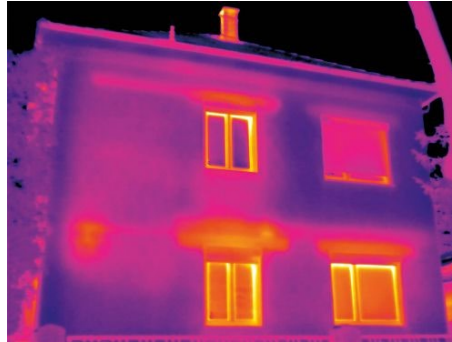
Diagnóstico de los Recursos Energéticos



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Diagnóstico de los Recursos Energéticos





III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Gestión de la Energía y Eficiencia

Diagnóstico de los Recursos Energéticos

- △ Recolección de datos (Equipos, consumos (térmicos y eléctricos), producción)
- △ Análisis de los programas de Producción y Mantenimiento (identificar cualquier problema de operación y mantenimiento, que pudiera afectar en el rendimiento de los equipos).
- △ Inspección de Planta.
- △ Identificación de Indicadores de Desempeño Energético.
- △ Realización de Mediciones (Eléctricas, Térmicas y Gases de Combustión).
- △ Procesamiento y análisis de datos.
- △ Elaboración de informe.



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Contexto de la organización

La organización debe determinar:

- *los factores internos y externos que puedan afectar al SGEN y a su DE,*
- *las partes interesadas que son relevantes para su SGEN y la mejora de su DE.*
- *las necesidades y expectativas de dichas partes,*
- *cuáles de esas necesidades y expectativas puede ser abordadas por el SGEN de la organización.*



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Factores internos que determinan el contexto

- Objetivos estratégicos,
- Gestión de activos,
- Recursos financieros: : impacto en la rentabilidad que puede traer la mejora del DE,
- la satisfacción de los empleados,
- madurez de la gestión de la energía,
- consideraciones de sustentabilidad,
- planes de contingencia cuando se interrumpe la energía,
- tecnología existente,
- riesgos operacionales,
- nivel de productividad

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Factores externos que determinan el contexto

- objetivos sectoriales o nacionales, estándares
- leyes reglamentadas, requisitos corporativos si existiesen, obligaciones de cumplimiento ambiental, las disposiciones oficiales.
- costos de la energía
- limitaciones en abastecimiento de energía, seguridad energética.
- efectos climáticos.
- efecto sobre las emisiones de GEI
- sociales: el mercado, los accionistas, los clientes, los proveedores, y el público en general

Es necesario involucrar a la Alta Dirección en forma directa en esta tarea de manera de diagramar un panorama completo del contexto organizacional.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Determinación del alcance y límites del SGEN

➤ Punto de partida del SGEN

▪ Alcance: alcance implica la definición de los procesos, actividades que se incluirán en el SGEN

▪ Límite: " refiere a las instalaciones que estarán incluidas en él, es la frontera física del SGEN

La organización debe definir y documentar el límite y alcance de SGEN, considerando:

▪ ***asuntos externos e internos surgidos del análisis del contexto,***

▪ ***requisitos surgidos del análisis de expectativas y necesidades de las partes interesadas.***

➤ *Debe haber coherencia entre ambas definiciones ya que no tendría sentido incluir una planta y excluir al mismo tiempo las actividades que en ella se realizan..*

Definir el alcance y los límites del SGEN permite a la organización enfocar sus esfuerzos y recursos en la gestión de la energía y la mejora del desempeño energético.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

¿Cómo definir límite y alcance del SGEN?

1. Definir el nivel deseado para gestionar la energía.
2. Listar las fuentes de energía que utiliza la organización, considerando si son de origen interno o externo.
3. Definir un enfoque (tipo ISO 9001, o por sistema energético).
4. Describir las actividades según nivel y enfoque elegido.

➤ **Tips para definir alcance y límite del SGEN**

- Si se decide excluir alguna fuente de energía, se debe documentar el motivo y fundamentar la decisión.; todas aquellas que puedan gestionarse y signifiquen un ahorro de energía, debieran incluirse.
- Si una organización cuenta con otro sistema de gestión, se sugiere seleccionar los mismos límites y alcances para ambos sistemas de tal manera que estos puedan ser unificados.
- Tomar en cuenta el control que se tiene sobre las actividades y/o áreas a la hora de incluirlas en cualquiera de los dos (información, los medidores instalados.).

Con el tiempo, el alcance y los límites pueden variar debido a la mejora del DE, el cambio organizacional u otras circunstancias, y el SGEN se debería revisar y actualizar si es necesario para reflejar el cambio.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Ejemplo

La organización cuenta con cinco edificios. Dos de los edificios contienen una línea de proceso cada uno. Una línea de proceso utiliza gas natural y la otra electricidad. Una de las líneas de proceso tiene tres equipos y la otra línea, dos equipos. Los tres edificios restantes cuentan con uso mínimo de electricidad para iluminación y trabajo administrativo.

Alcance aceptable	Todas las instalaciones
Límite aceptable	Las líneas de producción
Alcance aceptable	Líneas de producción 1 y 2
Límite aceptable	Dos líneas de producción
Alcance aceptable	Líneas de producción 1 y 2
Límite NO aceptable	Uso de gas natural

Se considera no aceptable la exclusión del uso de electricidad de la línea de producción que se encuentra como parte del alcance

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

¿Cómo demuestra su compromiso la AD?

- *Estableciendo los alcances y límites del SGEN,*
- *Definiendo de la Política energética, objetivos y metas energéticas, compatibles con los lineamientos estratégica de la organización;*
- *integrando los requisitos del SGEN en los procesos de negocios de la organización.*
- *Aprueba e implementa los planes de acción,*
- *Asegura que el SGEN alcance los resultados esperados,*
- *Formando n del Equipo de Gestión de la Energía,*
- *Que los indicadores del Desempeño Energético (IDEn) lo representen en forma adecuada,*
- *Que los procesos sean establecidos e implementados de forma de identificar ya bordar los cambios que afectan al SGEN y al DE dentro de sus alcances y límites,*
- *y también:*
- *Comunicando la importancia de la gestión eficaz de la energía conforme a los requisitos del SGEN*
- *Promoviendo la mejora continua del DE y del SGEN,*
- *Apoyando la contribución de las personas a la eficacia del SGEN y a la mejora del DE.*

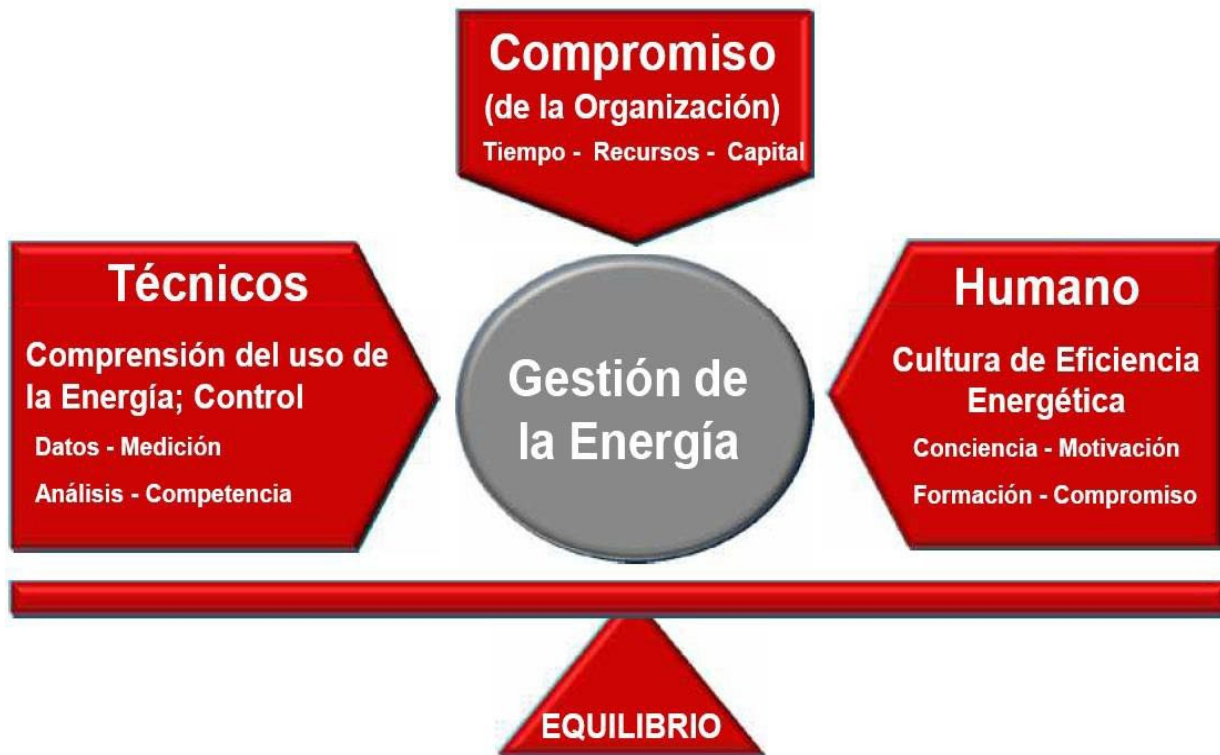
III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

- Para formar el Equipo de Gestión de la Energía, la Alta Dirección debe:
 - Seleccionar a personas motivadas para integrar el equipo de gestión de la energía.
 - Elegir personas de diferentes áreas permite reforzar el compromiso de las mismas en la implementación del SGEN.
 - Capacitar a este equipo antes del inicio de la implementación de la Norma ISO 50001.
 - Facilitar la integración del equipo y tomar el tiempo para desarrollar un ambiente positivo de trabajo.
- Para lograr el compromiso de los demás integrantes de la organización, la Alta Dirección debe:
 - comunicar al personal los avances de la implementación así como los logros alcanzados con el SGEN para que se motiven a seguir participando.
 - Personal de gerencia y/o supervisión debe estar convencido de los beneficios del SGEN, para tener involucramiento en la implementación y participar en las actividades del mismo.
 - No esperar al último momento para involucrar al personal en la implementación del SGEN.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Compromiso



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Política Energética : evidencia del compromiso de la Alta Dirección

Es el documento oficial a través del cual la Alta Dirección demuestra su compromiso con el SGen y le da su apoyo para lograr mejoras continuas en el DE.

- Debe ser firmada por la Alta Dirección; no puede estar firmado por un rango de menor jerarquía ya que es la Alta Dirección la que debe comprometerse a proveer los recursos necesarios para tal mejora.
- Los beneficios de tener una política energética son:
 - Establecer una dirección estratégica para la organización, siendo la política el elemento central del SGen.
 - Dar a conocer, tanto dentro como fuera, el compromiso de la organización para mejorar su DE y sus esfuerzos en el plano de la sustentabilidad.
 - Establecer la gestión de la energía como una prioridad en toda la organización.

La PE tiene que ser difundida a todo el personal y contratistas para demostrar compromiso de la dirección.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Contenido de la Política Energética (PE)

La organización debe establecer una PE que:

- sea apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y consumo de energía de la organización.,
- provea un marco para el establecimiento y revisión de objetivos y metas energéticas,
- alineados con la cultura organizacional y las prioridades de la empresa,
- asegure la disponibilidad de la información y recursos necesarios para el logro de los objetivos establecidos,
- asuma un compromiso con los requisitos legales aplicables y con otros relacionados con el uso y consumo de energía que influyan en la organización,
- apoye la compra de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño con un mejor desempeño energético,
- asuma un compromiso de mejora continua del DE,
- apoye Las actividades de diseño que conduzcan a mejoras del DE.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Consejos para confeccionar la PE

- Mantenerla publicada en lugares visibles dentro del edificio, para conocimiento de prestadores de servicio y personas que transiten por el mismo.
- Utilizar una terminología consistente con la cultura de la organización para su confección.
- Si existen otros sistemas de gestión implementados, puede integrarse a las políticas ya existentes.
- Evitar declaraciones prolongadas que puedan ser difíciles de entender y aplicar por el personal.
- Algunas razones para actualizarla pueden ser:
 - cambios en la propiedad de la organización,
 - cambios en la estructura organizativa,
 - cambios en requisitos legales y otros requisitos de energía,
 - cambios mayores en los usos de energía, fuentes de energía, operaciones
 - Cambios en las condiciones de negocio
 - como parte de la mejora continua.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Política Energética

La clave es establecer un horizonte que incluya compromiso en la mejora continua

- “Asume el compromiso de utilizar eficientemente...
- Impulsará los programas de eficiencia energética...
- Establecerá objetivos y metas para
- Mejorará de manera continua el uso de....
- Asegurará el cumplimiento de los requisitos
- Establecerá estándares de....
- Proveerá de información sobre....”

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Proceso de planificación energética



Sirve para identificar las actividades que afectan al desempeño energético de la organización, así como las acciones que conducen a mejorarlo.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Requisitos legales y otros

Los requisitos legales se refieren a los requisitos obligatorios aplicables relacionados con el uso de energía, el consumo de energía o la eficiencia energética de una organización.

La organización debe:

- ***identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros a los que la organización suscriba.***
- ***revisarlos a intervalos definidos***
- ***tener en cuenta estos requisitos al establecer, implementar y mantener el SGen.***
- ***evaluar su cumplimiento.***
- ***documentar el proceso,***
- ***tener en cuenta cuáles son los riesgos vinculados al proceso de identificación, evaluación y cumplimiento de requisitos legales y las acciones que se tomarán para abordarlos y eliminarlos, o minimizarlos.***

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

¿Cómo implementar este proceso?

1. Identificación de repositorios y/o fuentes oficiales de información legal aplicable.
2. Análisis del marco legal para identificar los requisitos legales en materia energética (uso, consumo y eficiencia).
3. Determinación de cómo los requisitos legales aplican a las actividades de la organización.
4. Registro y documentación de los requisitos legales, como parte del SGEN.
5. Diseño e implementación de procedimientos y métodos para verificar que la organización da cumplimiento a los requisitos legales aplicables.



El proceso que se utiliza para identificar y evaluar el cumplimiento legal debería ser claro y debería incluir una descripción de cómo se evalúa el cumplimiento.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

¿A qué llamamos «requisitos legales»?

- requisitos legales locales, estatales, provinciales, nacionales e internacionales;
- normas de desempeño energético exigidos por la ley para los equipos;
- cumplimiento de regulaciones de energía o requisitos de auditoría;
- reglamentos de energía para edificaciones o instalaciones
- acuerdos con clientes o proveedores;
- directrices no reglamentarias o requisitos organizativos,
- principios voluntarios o códigos de prácticas;
- requisitos de las asociaciones de comercio;
- acuerdos con grupos de la comunidad y organizaciones no gubernamentales;
- compromiso público de la organización o de su organización matriz;
- especificaciones mínimas voluntarias para el desempeño energético por parte del gobierno o por agencias privadas;

USO

La utilización de energéticos en procesos productivos o prestación de servicios.

CONSUMO

Las cantidades permisibles de utilización de energéticos.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Restricción en cuanto al desempeño de instalaciones/sistemas/procesos/equipos.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Consejos para la identificación de requisitos legales

- No confundir las normas relacionadas con el uso y consumo de la energía y la eficiencia energética con las normas de seguridad o ambientales que aplican para equipos o instalaciones energéticos.
- Confeccionar una matriz de requisitos legales, identificando qué puntos de la normatividad afectan a la organización y qué acciones debe tomar para dar cumplimiento.
- Incluir en la matriz de requisitos legales las normas referentes a los equipos (lámparas, motores, compresores).
- Una consideración temprana de los requisitos legales y otros requisitos puede ayudar a la organización en la identificación de las necesidades de datos relacionados a abordar en la revisión energética.
- Realizar un trabajo multidisciplinario involucrando al área legal de las organizaciones, pero también a las de mantenimiento y de producción y a la de compras cuando se trata de la compra de energía.
- Algunas ocasiones en las que se deberían revisar estos tipos de requisitos son:
 - cambios en los requisitos legales aplicables y otros requisitos;
 - cambios en las operaciones de la organización que podrían afectar los requisitos aplicables.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Acciones para abordar los riesgos y oportunidades

La organización debe Identificar riesgos y oportunidades para el SGen, a partir del análisis del contexto de la organización y otras fuentes.

- **Deben ser abordados de manera que:**
 - **se asegure que el SGen puede alcanzar los resultados esperados incluyendo la mejora del DE;**
 - **se prevenga o reduzca los efectos indeseables;**
 - **se logre la mejora continua del SGen y del DE.**
- **Se debe planificar:**
 - **acciones que aborden riesgos y oportunidades;**
 - **la metodología para:**
 - 1. integrar e implementar estas acciones al SGen y a los procesos que afectan al DE;**
 - 2. Evaluar la eficacia de estas acciones.**

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Ejemplo: tratamiento de los riesgos y oportunidades

[illegible]

Probabilidad de ocurrencia		MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS						
Muy probable	> 90 %	1	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
Probable	10 a 90 %	2	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
Moderado	1 a 10 %	3	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Improbable	0,1 a 1 %	4	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
Muy improbable	0,01 a 0,1 %	5	MUY BAJO	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
Extremadamente improbable	< 0,01 %	6	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
		INDICES	6	5	4	3	2	1
			Despreciable	Menor	Moderado	Mayor	Severo	Catastrófico
		Severidad de las consecuencias						

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Objetivos, metas y planes de acción

- ✓ Objetivo energético: “resultado o logro específico para cumplir con la política energética de la organización que se relaciona con la mejora del DE”.
- ✓ Meta energética: “requisito detallado y cuantificable del DE, aplicable a la organización o parte de ella, que tiene origen en los objetivos energéticos y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos”.



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

¿Cómo definir objetivos y metas?

Tomar en cuenta:

- Los requisitos legales y otros requisitos
 - Los USE: (se establece una meta para mejorar el desempeño de un USE).
 - Las oportunidades de mejora del DE.
 - Las condiciones financieras de la organización.
 - Las condiciones operativas y comerciales.
 - Las opciones tecnológicas.
 - El punto de vista de las partes interesadas.
-
- Las organizaciones deben documentar sus objetivos energéticos y sus metas energéticas en el manual del SGen o bien en un documento separado, sin olvidar indicar el número de revisión y código de este documento.
 - Se debe establecer un plazo para el cumplimiento de los objetivos y metas energéticas, pudiendo existir de corto y largo plazo.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planes de acción de gestión de energía

Un plan de acción de gestión de la energía eficaz debería incluir:

- asignación de responsabilidad de las tareas del plan de acción de gestión de la energía;
- declaración de los objetivos y metas que aborda el plan de acción;
- resumen de las medidas para alcanzar los objetivos y metas;
- medidas que se tomarán para monitorear el desempeño energético;
- cambios necesarios en la competencia, formación y toma de conciencia;
- cambios necesarios en controles operacionales y comunicación;
- asignación de los recursos para la aplicación del plan de acción;
- métodos para verificar la mejora del DE lograda por la ejecución del plan de acción;
- métodos para comprobar la eficacia del plan de acción para todas las actividades del plan de acción (es decir, fueron todas las actividades del plan de acción realizadas y si funcionaron);
- programación de las acciones planeadas;
- programación para la revisión y actualización del plan.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planes de acción

ALGUNOS ASPECTOS RELEVANTES DE UN PLAN DE ACCIÓN						
Objetivo	Meta	Actividad dentro del Plan de Acción	Indicadores de desempeño energético	Control operacional	Medición y seguimiento	Validación
Se cumple con:						
Área donde se planea reducir (uso de energía)	Cuantificación	Actividades a realizar	IDEn asociado(s)	Especificación, hoja de trabajo, instrucciones	Parámetros a los que se les dará seguimiento	Responsables
Ejemplo:						
Reducción del consumo de diésel	15 %	Programa de capacitación para operadores	L/km	Instrucciones de trabajo	Rendimiento de combustible	Área de recursos materiales

Un plan de acción puede conducir a la revisión de criterios de operación y prácticas de mantenimiento, los cuales podrían requerir cambios a los controles de los procesos y procedimientos de mantenimiento, así como, nueva formación para los operadores.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Ejemplos

Objetivo	Meta	Acciones	Indicador	Responsable	Plazo
Disminuir consumo de energía en los secadores de cerámicas	Disminuir 50% el consumo de gasoil	Recuperar calor del horno de cocción de cerámicos y conducirlo a los secaderos.	Litros de gasoil ahorrados	Sector de mantenimiento	2 meses
Instalar equipos de medición de energía en las líneas de producción	Verificar al menos 2 puntos significativos de potencia activa en la línea de producción	Identificación de ubicaciones adecuadas.	Nº de equipos medidores instalados/Nº	Jefe de montajes	1 mes
		Cotización de equipos de panel.	totales a instalar		

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

En resumen...



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Revisión energética

- Objetivo: entender qué y cómo se consume la energía.
- Consideraciones:
 - Primer muestreo que se tiene del DE
 - Detección de los sitios dónde se producen los mayores consumos y cuáles serían los mecanismos para reducirlos

“Uso y consumo, pasado y presente de la energía”



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Pasos para realizar la Revisión energética

Identificar y evaluar los requisitos legales y de otra índole

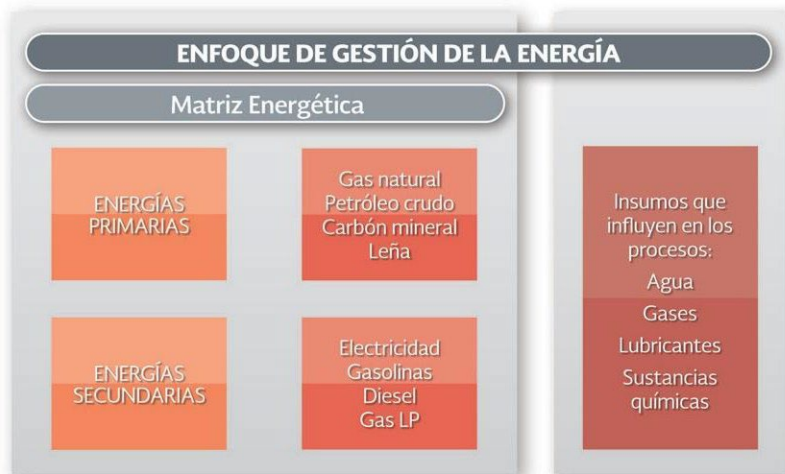
Recopilar datos sobre usos y consumos de energía.

Definir los Usos Significativos de la Energía (USE)

Establecer LBE n e IDEn

Registrar oportunidades de mejora del desempeño energético

Desarrollar un sistema de seguimiento para medición, seguimiento y análisis de datos.



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Ejemplo de Revisión energética-Iluminación

Área	Categoría	Nº de Lámparas	Tipo de lámparas	Potencia nominal de la lámpara (W)	Potencia total	Horas diarias	kWh/día	Días por mes	kWh/mes	¿Cómo se controla la luz?
Ofimática	Oficina A	6	2 luminarias de 3 tubos cada una de 36 W + 8 de balasto	44	264	11	2,90	22	63,9	Llave On/Off
	Calidad	12	4 luminarias de 3 tubos cada una de 36 W + 8 de balasto	44	528	11	5,81	22	127,8	Llave On/Off
	TOTAL								191.7	



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Indicadores del DE (IDEn)

«Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo define la organización»

- Debe ser apropiado para las actividades de la organización.
- Para asegurar que se está cumpliendo con las metas de desempeño o para alertar sobre posibles problemas en una fase temprana.
- Información documentada.



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Beneficios de la determinación de IDEn

- Evidenciar la mejora del desempeño energético de la organización.
- Permitir hacer comparaciones entre las instalaciones de una misma organización o entre organizaciones (benchmarking interno o externo).
- Medir los ahorros reales obtenidos y comparar contra los esperados de acuerdo con la planificación energética.
- Verificar el cumplimiento de las metas y objetivos del SGEN.
- Comunicar de manera sencilla información sobre el desempeño energético de la organización, en particular a la alta dirección.
- Proporcionar información confiable sobre el desempeño energético de la organización, que permite tomar las mejores decisiones en referencia al SGEN.

Los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn) son unas herramientas muy útiles para medir el desempeño energético de una organización, en particular cuando el consumo energético es muy variable de un mes al otro debido a la influencia de diferentes factores.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Indicadores de Desempeño Energético

Consumo energético	IDEn	Unidades	
Consumo de electricidad para iluminación en una organización	Consumo eléctrico por unidad de Superficie Consumo eléctrico por trabajador	kWh/m ² kWh/trabajador	kJ/m ² kJ/trabajador
Consumo de combustible de un avión	Consumo de combustible por distancia Recorrida Consumo de combustible por pasajero	kJ/km kJ/pasajero	kWh/km kWh/pasajero
Consumo de electricidad en un equipo determinado de una fábrica de papel	Electricidad por superficie de producto final	kWh/m ² de papel producido	kJ/m ² de papel producido
Consumo de gas natural en los hornos de una panadería	Gas natural consumido por unidad de producto Gas natural consumido por masa de producto producido	kJ/pan horneado kJ/kg de pan horneado	kWh/pan horneado kWh/kg de pan horneado

Si una organización establece un solo IDEn global, no podrá saber de dónde viene la mejora del desempeño energético y no podrá identificar problemas de manera preventiva. Sin embargo, hay que considerar que el seguimiento de los IDEn implica tener datos provenientes de mediciones, continuas o puntuales, en particular de los consumos energéticos.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Ejemplo de Indicadores de Desempeño Energético



Este indicador se debe utilizar con cuidado porque no refleja la carga base de la organización, sino que simplemente muestra la proporcionalidad entre la producción y el consumo energético, aunque en realidad, la planta sigue consumiendo energía aunque no tenga producción.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

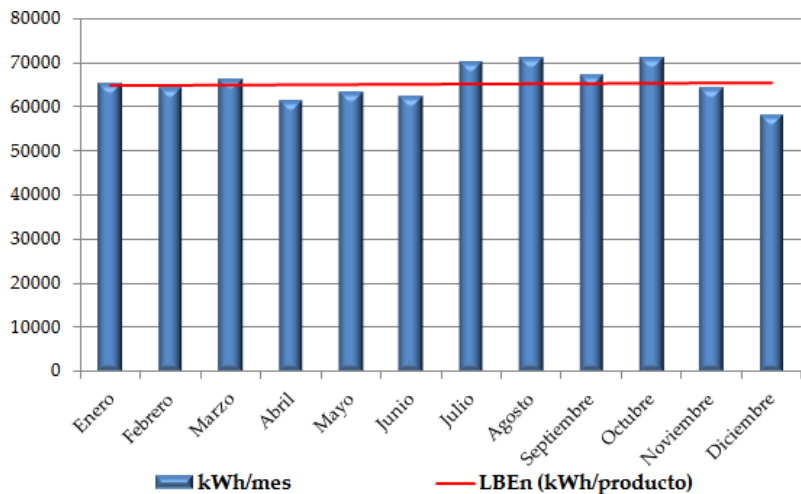
¿Qué es la Línea de Base de la Energía (LBE)

•Es una referencia cuantitativa que proporciona una base para la comparación del DE, que refleja un período de tiempo especificado.

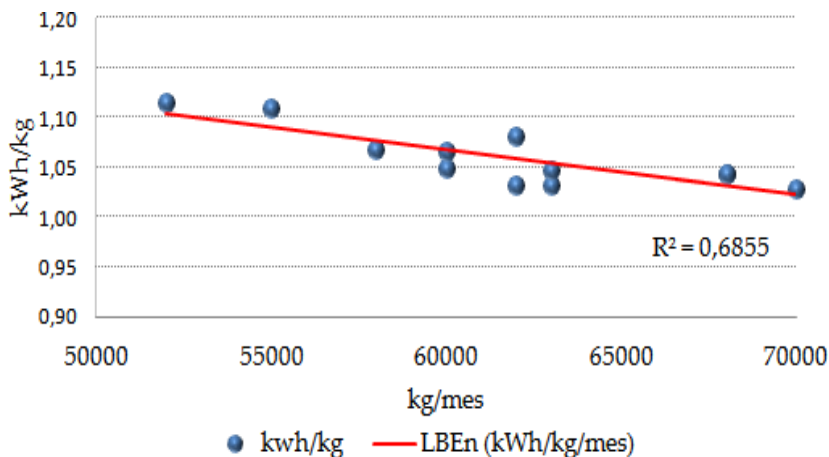
- Se puede normalizar usando variables que afecten el uso y/o consumo de energía.
- La LBE se utiliza también para calcular ahorros de energía, como una referencia antes y después de la implementación de acciones de mejora del desempeño energético.
- Se puede tratar de los consumos históricos o de los consumos calculados considerando que la organización no hubiera realizado acciones de mejora del DE.
 - Debe quedar documentado cómo se elabora la línea de base energética y a partir de qué información, en qué situaciones se cambiará.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Línea de Base de la Energía (LBE)



Consumo de energía absoluto



Consumo específico de energía

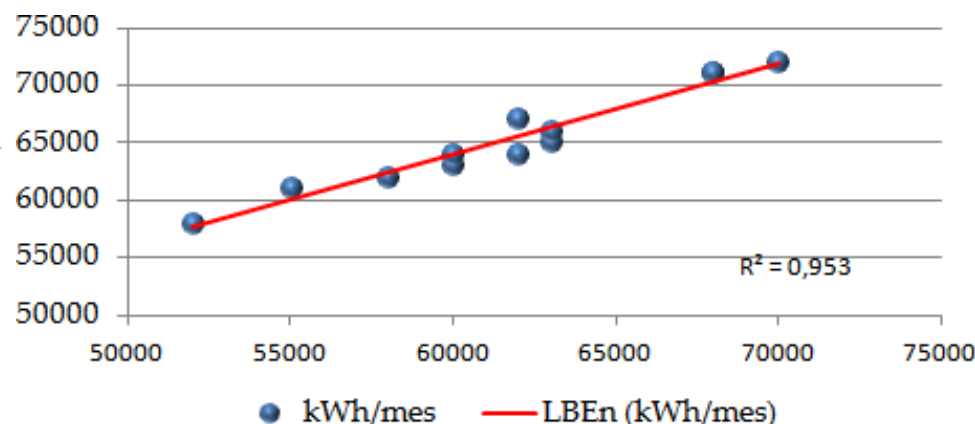
III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Línea de Base de la Energía (LBE)

Consumo de energía en función de la producción

Consumo en función de la producción $\rightarrow C = f(P)$ como LBEn

$$\begin{array}{ccc} \text{Consumo} & & \text{Consumo no asociado} \\ \text{(kWh/mes)} & & \text{a la producción (kWh)} \\ \downarrow & \text{Producción} & \downarrow \\ C = mP + C_o & & \\ \uparrow & & \\ \text{Cte de proporcionalidad} & & \\ \text{(kWh/producto)} & & \end{array}$$



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planes para la recolección de datos

La organización debe identificar las variables y/ o parámetros de sus operaciones que deban ser medidos, monitoreados y analizados en intervalos que también sean definidos, y asegurar que los planes para llevar a cabo estas acciones estén acordes a su tamaño, complejidad, recursos y el equipamiento de medición y seguimiento que posea.

Información documentada:

- Variables relevantes para los USE,
- Consumo de energía relacionado con los USE de la organización,
- Criterios de operación relacionados con los USE,
- Factores estáticos, en caso que apliquen,
- Información especificada en los planes de acción.
- Los instrumentos de medición
- La forma en que la organización toma los datos, los monitorea, analiza y asegura su trazabilidad y exactitud.

El plan de medición es una de las salidas del proceso de planificación energética.

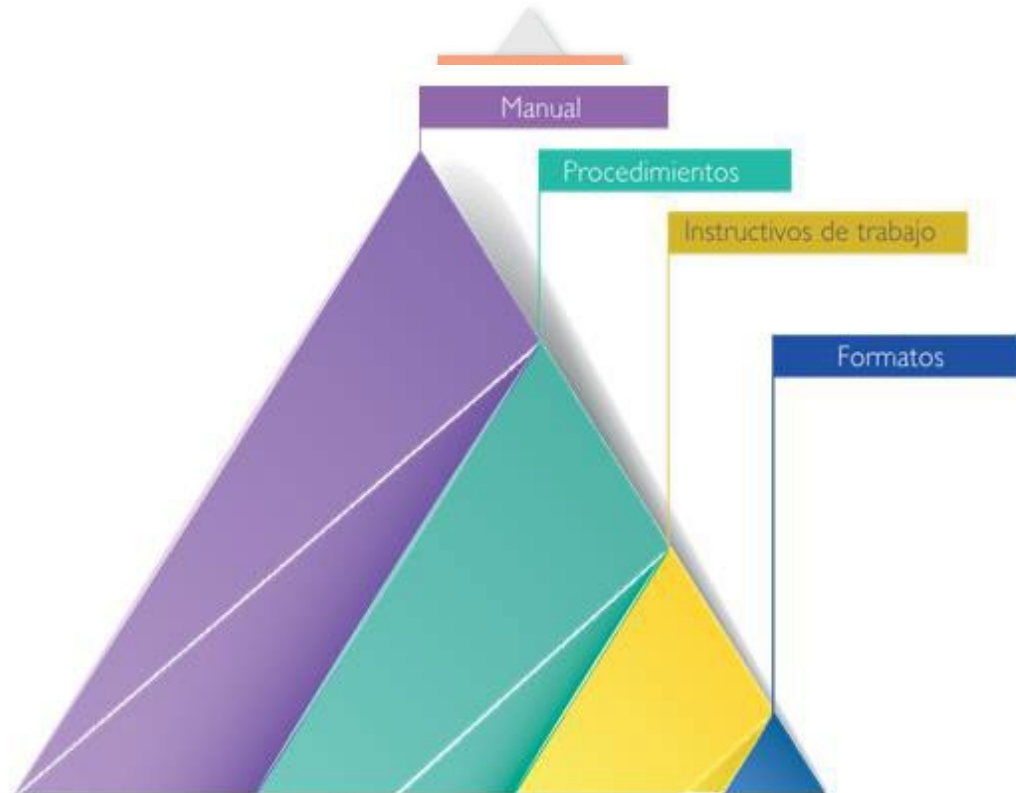
III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Planes para la recolección de datos

Fecha:					
Preparado por:					
Fuentes de energía/Usos de energía/Consumo de energía	Área	¿Cómo se va a dar seguimiento/medir?	Frecuencia de medición	¿Cómo se van a analizar los datos?	Calibración requeridas
Gas natural de los secadores	Producción	Medidor de consumo	Medición continua	Seguimiento continuo de parte del operador para vigilar cambios en consumos	Calibración anual del equipo por el fabricante

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

**Información
documentada**



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

¿Qué registros debemos mantener?

- revisión energética;
- oportunidades de energía;
- línea base de energía;
- IDEs;
- metodología para determinar y actualizar los IDEs;
- la competencia y la formación;
- diseño;
- medición y monitoreo de las características clave;
- calibración;
- evaluación de la conformidad;
- auditoría interna;
- acciones correctivas y preventivas;
- revisión por la dirección.

Una organización puede mantener registros adicionales de acuerdo a sus necesidades.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Operación-Controles operacionales

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos relativos a sus USE, necesarios para cumplir los planes de acción a través de:

- Establecimiento de criterios para los procesos, incluyendo la operación y mantenimiento eficaz de las instalaciones, equipamiento, sistemas procesos consumidores de energía donde su ausencia pueda conducir a una desviación significativa del DE pretendido.
- Comunicación de los criterio a las personas cuyo competencia tenga impacto sobre los USE
- Implementación de controles de los procesos de acuerdo a los criterios, incluyendo la operación y el mantenimiento de instalaciones, equipamiento sistemas y procesos.
- La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de cambios no intencionados, tomando medidas para mitigar cualquier efecto adverso, si fuese necesario.
- La organización debe asegurar que los USE subcontratados o procesos relacionados con USE subcontratados sean controlados

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Fallas en eficiencia energética en el proceso de diseño

- fallas al considerar el costo del ciclo de vida del equipamiento, incluido el equipamiento pequeño o auxiliar;
- incorporación de equipos, sistemas y procesos existentes en nuevos diseños cuando existen disponibles alternativas de mayor eficiencia energética;
- sobredimensionamiento de sistemas,
- no dedicar tiempo suficiente para considerar la eficiencia energética en el diseño de detalles;
- diseño que no tiene en cuenta el DE con la fluctuación o variación de las cargas;
- uso de soluciones estandarizadas en lugar de soluciones diseñadas para satisfacer las necesidades del sistema;
- la falta de integración de sistemas de control automatizados para maximizar el DE;
- la falta de atención a los sistemas pequeños o auxiliares,

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Adquisición

n

La organización debe implementar tres elementos en relación con las compras de servicios de energía, equipos y productos:

- *Aviso a empresas proveedoras para USE*
- *Determinación de criterios de compras*
- *Especificaciones de compra de energía*

El DE debe convertirse en uno de los aspectos a evaluar antes de tomar la decisión de compra, de la misma manera que se hace con otros aspectos tales como el costo del producto, equipo o servicio, la experiencia de la empresa proveedora, el tiempo de entrega, las condiciones de pago,

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Adquisición de servicios energéticos

- Los servicios de energía pueden incluir:
 - consultoría energética;
 - empresas de servicios energéticos;
 - proveedores de servicios energéticos;
 - formación;
 - auditorías energéticas.

Compra de energía

- En los mercados competitivos, puede haber oportunidades para reducir los costos en la compra de electricidad y combustibles.
- Es necesario tener cuidado al comparar cotizaciones para la compra de energía para asegurar que un menor costo no se traduce en un mayor consumo de energía con el tiempo.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

“Constituye la gestión del DE mediante la comparación regular del uso de la energía real con el esperado»

Evaluación del desempeño



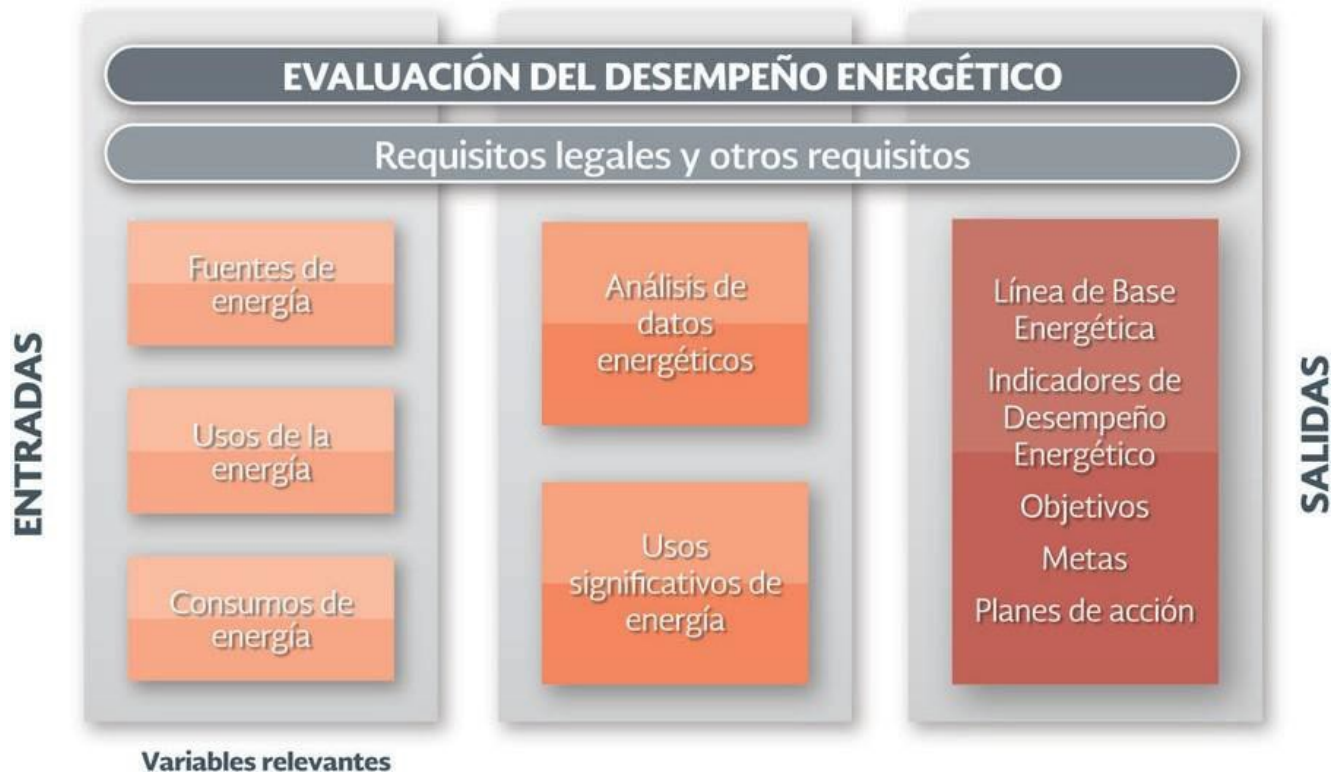
III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Evaluación del desempeño

Seguimiento, medición, análisis y evaluación del DE y SGEN.

- La organización debe determinar para, el DE y el SGEN:
- Qué debe ser monitoreados y medido incluyendo, como mínimo, lo siguiente:
 - Eficacia de los planes de acción para el logro de objetivos y metas energéticas;
 - IDEn
- Operación de USE;
 - Las fuentes de energía, los usos y consumos de energía.
 - El uso y consumo futuro de energía
- Las oportunidades de mejora del desempeño energético priorizadas
- Consumo real de energía vs el esperado
- Los métodos para el seguimiento, medición, análisis y evaluación para asegurar la validez de los resultados;
- Frecuencia de la medición y el seguimiento;
- Frecuencia de análisis y evaluación de los resultados de la medición y el seguimiento.
- Analizar desviaciones significativas y dejar registro.
- Documentar el proceso y mantener registros

III – Sistemas integrados de gestión de la energía



III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Seguimiento, medición y análisis

- Para obtener y analizar los datos con el fin de determinar si el desempeño energético está mejorando, y si el control operacional se ha mantenido.
- Se aplica a los USE, variables relevantes que afectan a los USE, IDEn y planes de acción.
- El plan de medición es resultado del proceso de planificación energética y debería describir:
 - lo que se mide y sigue;
 - por qué es medido;
 - cómo se mide
 - valores esperados;
 - desviaciones significativas de la medición;
 - las medidas que se deberían adoptar para una desviación significativa;
 - personal responsable de la recolección y medición de datos;
 - qué y dónde se registra;
 - si algunas mediciones o parámetros son especialmente críticos de proceso o de seguridad;
 - necesidades de medición futuras.

III – Sistemas integrados de gestión de la energía

Tendencias y desviaciones

- Las frecuencias definidas para el seguimiento y la medición deberían tener en cuenta el análisis de las tendencias apropiadas.
- Hay dos tipos de mediciones que normalmente están contempladas en el plan de medición:
 - para elementos necesarios para un IDEn y medidas de DE.
 - para parámetros críticos necesarios para la operación o el mantenimiento eficaz.
- Cuando las condiciones de operación han cambiado, puede que sea necesario cambiar el consumo de energía esperado y el plan de medición.
- La organización determina cuando una desviación es significativa. Las desviaciones pueden ser positivas o negativas y se pueden identificar:
 - siguiendo el progreso hacia objetivos y metas energéticas usando cuadros de control de procesos u otras herramientas;
 - siguiendo desviaciones entre IDEn y metas asociadas, (por ejemplo, cuadro de control de suma acumulativa).

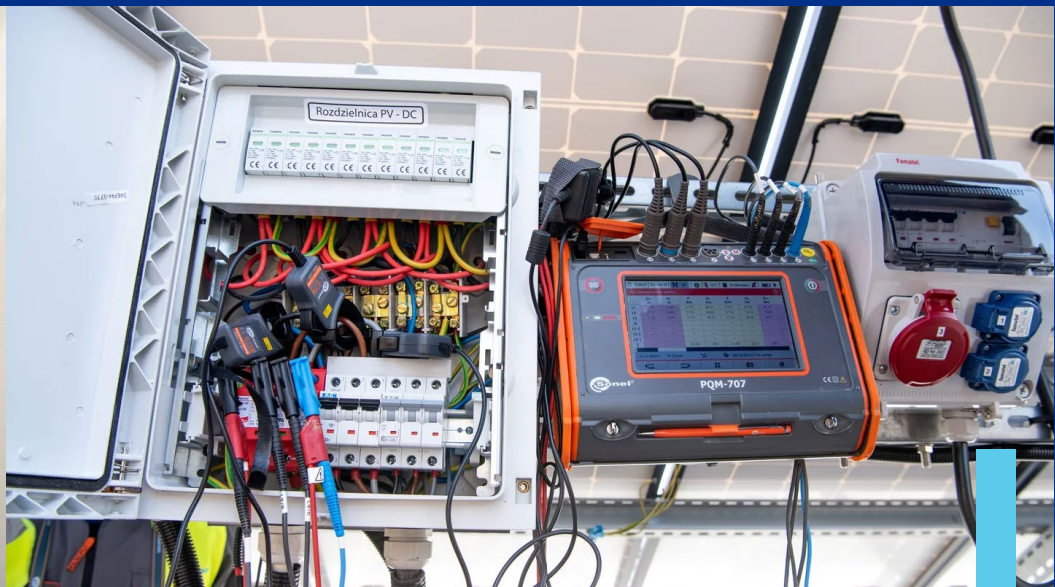
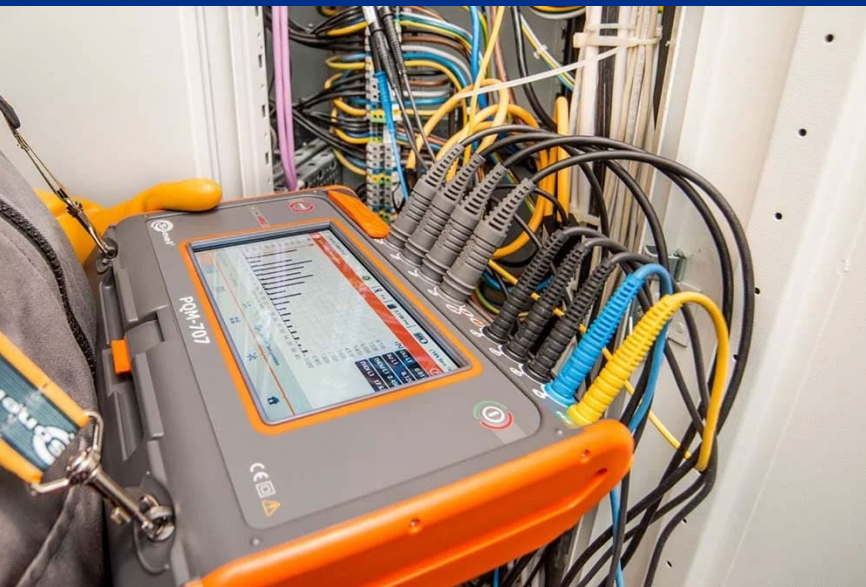


INTI

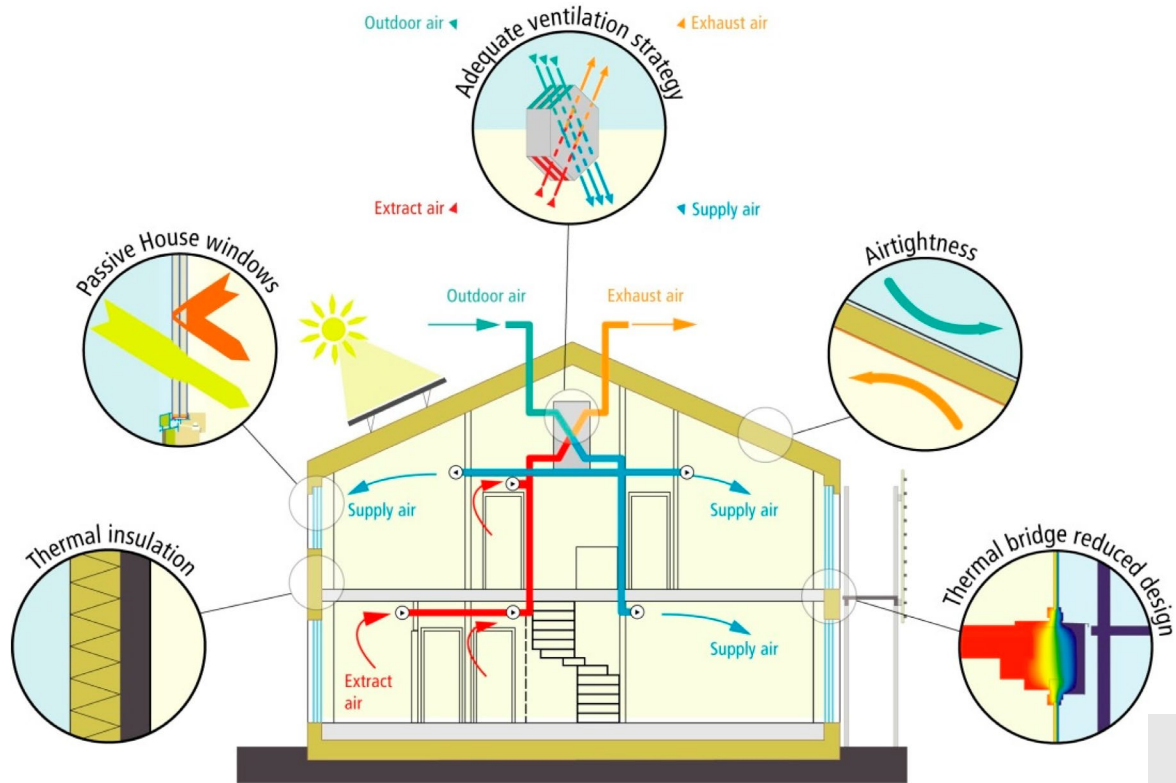
Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



II – Instrumentación y Medición



¿Para qué, por qué y con qué medimos?





¿Para qué y por qué medimos?

1.

COMPRENSIÓN DEL MUNDO FÍSICO

La medición nos permite cuantificar las propiedades y el comportamiento de los sistemas físicos.

Desde la masa y la longitud hasta la temperatura y la carga eléctrica, las mediciones nos brindan datos objetivos que sustentan nuestras teorías y modelos científicos.





¿Para qué y por qué medimos?

2.

REPRODUCIBILIDAD Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

La medición nos permite comparar resultados de diferentes experimentos, independientemente de quién los haya realizado, dónde y cuándo.

Esto es crucial para el progreso científico, ya que permite verificar y refinar nuestras teorías.





¿Para qué y por qué medimos?

3.

CONTROL Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

En el ámbito industrial y tecnológico, la medición es fundamental para controlar y optimizar procesos.

Desde la fabricación de productos hasta la generación de energía, las mediciones precisas garantizan la calidad y eficiencia.





¿Para qué y por qué medimos?

4.

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y TOMA DE DECISIONES

En áreas como la seguridad y el medio ambiente, la medición es esencial para evaluar riesgos y tomar decisiones informadas.

Por ejemplo, la medición de la contaminación del aire o la radiación nos permite tomar medidas para proteger la salud pública.





¿Para qué y por qué medimos?

5.

DESARROLLO TECNOLÓGICO

La innovación tecnológica depende en gran medida de mediciones precisas y confiables.

Desde el diseño de nuevos materiales hasta el desarrollo de dispositivos electrónicos, las mediciones son claves para evaluar el rendimiento y la viabilidad de las nuevas tecnologías.





¿Para qué y por qué medimos?

6.

CUANTIFICAR LA INCERTIDUMBRE

La expresión de Incertidumbres nos proporciona un marco para evaluar y cuantificar la incertidumbre en las mediciones, lo que es crucial para la confiabilidad de los resultados.

Datos independientes de opiniones o interpretaciones subjetivas.





¿Qué es la INCERTIDUMBRE?

INCERTIDUMBRE

Significa *duda*. Así, en su sentido más amplio, “*incertidumbre de medida*” **significa duda sobre la validez del resultado de una medición.**

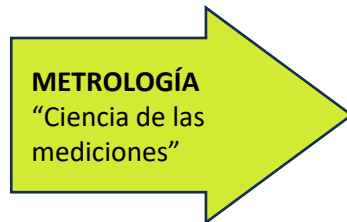
- Δ A la hora de expresar el resultado de una medición de una magnitud física, es obligado dar alguna indicación cuantitativa de la calidad del resultado, de forma que quienes utilizan dicho resultado puedan evaluar su idoneidad.
- Δ Sin dicha indicación, las mediciones no pueden compararse entre sí, ni con otros valores de referencia dados en especificaciones o normas.



II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

Por ello es necesario establecer un procedimiento fácilmente comprensible y aceptado universalmente para caracterizar la calidad del resultado de una medición; esto es, para evaluar y expresar su incertidumbre.





¿Qué es una MEDICIÓN?

MEDICIÓN

El objetivo de una **medición** es determinar el **valor** del **mensurando**; esto es, el valor de la **magnitud particular** bajo medición. Por tanto, una medición comienza con una adecuada definición del mensurando, del **método de medida** y del **procedimiento de medida**.

- Δ En general, el **resultado de una medición** es sólo una aproximación o **estimación** del valor del mensurando, y únicamente se halla completo cuando está acompañado de una declaración acerca de la **incertidumbre** de dicha estimación.



II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

EJEMPLO

Si la longitud de una barra de acero de valor nominal un metro debe determinarse con exactitud **micrométrica**, su especificación debe **incluir** la **temperatura** y la **presión** a las que se **define la longitud**.

Así, el mensurando debe especificarse, por ejemplo, como la longitud de la barra a 25,00 °C y a 101.325 Pa (más cualquier otro parámetro que se considere necesario, como la forma en que la barra debe estar apoyada).

No obstante, si la longitud va a determinarse únicamente con exactitud milimétrica, su especificación no requerirá definir una temperatura o una presión, ni el valor de ningún otro parámetro.





II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

Sobre el método para evaluar y expresar la incertidumbre del resultado de una medición debe ser:

UNIVERSAL el método debe ser aplicable a toda clase de mediciones y a todo tipo de datos de entrada empleados en mediciones.

Sobre magnitud utilizada para expresar la incertidumbre debe ser:

- Δ **CONSISTENTE INTERNAMENTE:** debe poder obtenerse directamente a partir de las componentes que contribuyen a ella, así como ser independiente de como estén agrupadas dichas componentes y de la descomposición de sus componentes en subcomponentes.
- Δ **TRANSFERIBLE:** debe ser posible utilizar directamente la incertidumbre obtenida para un resultado, como componente en la evaluación de la incertidumbre de otra medición en la que intervenga ese primer resultado.



II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

En la práctica existen numerosas fuentes posibles de incertidumbre en una medición, entre ellas

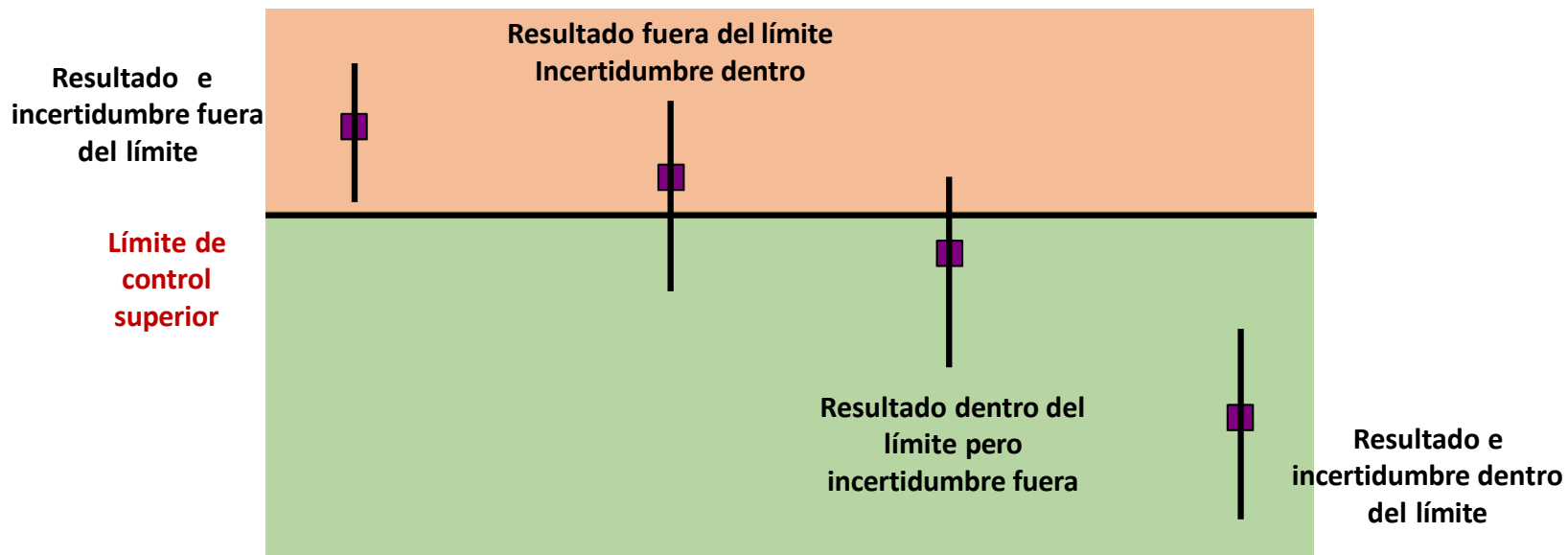
- Δ definición incompleta del mensurando;
- Δ realización imperfecta de la definición del mensurando;
- Δ muestra no representativa del mensurando, la muestra analizada puede no representar al mensurando definido;
- Δ conocimiento incompleto de los efectos de las condiciones ambientales sobre la medición, o medición imperfecta de dichas condiciones ambientales;
- Δ lectura sesgada de instrumentos analógicos, por parte del técnico;
- Δ resolución finita del instrumento de medida o umbral de discriminación;
- Δ valores inexactos de los patrones de medida o de los materiales de referencia;
- Δ valores inexactos de constantes y otros parámetros tomados de fuentes externas y utilizados en el algoritmo de tratamiento de los datos;
- Δ aproximaciones e hipótesis establecidas en el método y en el procedimiento de medida;
- Δ variaciones en las observaciones repetidas del mensurando, en condiciones aparentemente idénticas.

II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física



Incertidumbre de medición y cumplimiento de las especificaciones



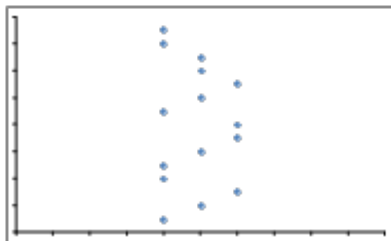
II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

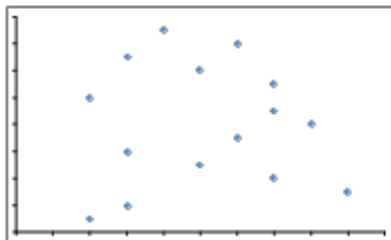


Repetibilidad (Precisión) vs. Exactitud (Accuracy)

Caracteriza la *dispersión* de valores



Baja dispersión = Alta Repetibilidad



Alta dispersión = Baja Repetibilidad

Ecuación:
$$s(x_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Caracteriza la *diferencia* entre los valores y un valor de referencia.



Poca diferencia = Gran Exactitud



Gran diferencia = Poca Exactitud

Ecuación:
$$E = V_{medido} - V_{referencia}$$

II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física



RESULTADOS PRECISOS PERO NO JUSTOS



Promedio

Objetivo



¡!

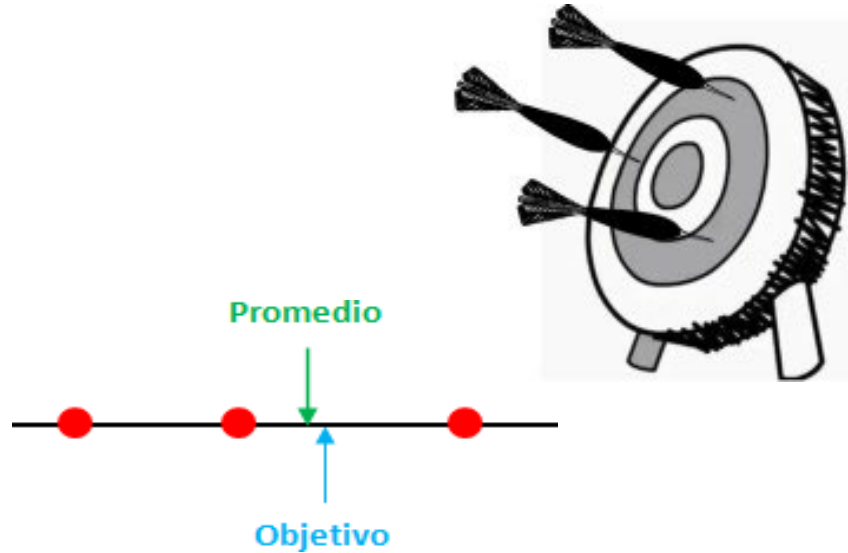
¡No hay exactitud!

II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física



RESULTADOS JUSTOS PERO NO PRECISOS



¡!

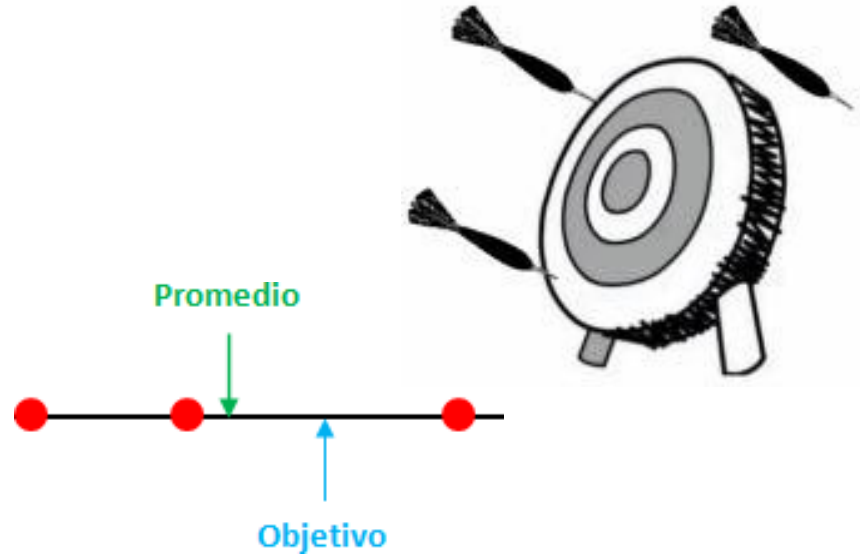
¡No hay exactitud!



II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

RESULTADOS NI JUSTOS NI PRECISOS



¡!

¡No hay exactitud!



II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

RESULTADOS JUSTOS Y PRECISOS



¡!

¡Hay exactitud!

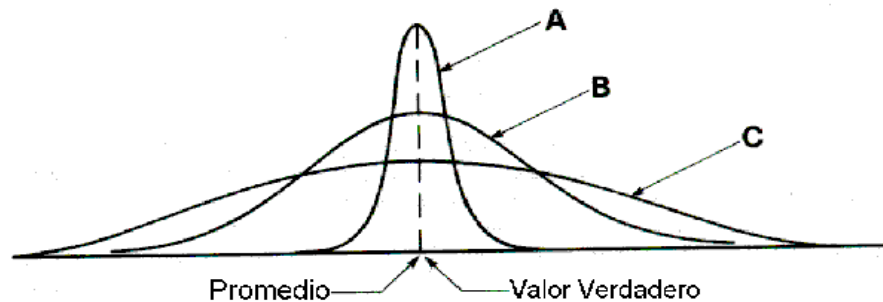


II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

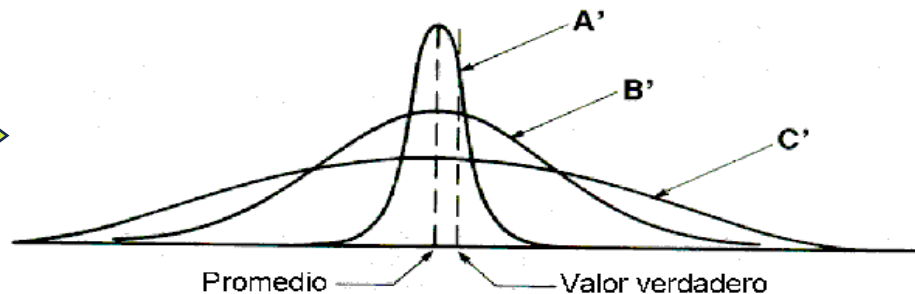
SIN ERROR

En el proceso de
medición



CON ERROR

En el proceso de
medición





II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

ERROR ESTADÍSTICO

Surge por ***variaciones impredecibles*** en las cantidades que influyen en la medición. El efecto de tal variación, denominada variación al azar, da lugar a variaciones en sucesivas mediciones del mesurando.

Δ Este error no puede compensarse por correcciones pero puede disminuirse incrementando el número de mediciones.



II – Instrumentación y Medición

Introducción a la incertidumbre física

ERROR SISTEMÁTICO

Se define como un **componente del error** que, en el transcurso de un cierto número de análisis del **mismo mesurando**, **se mantiene constante** o varía de modo predecible..

- Δ **Es independiente del número de mediciones y no puede reducirse incrementando el número de mediciones bajo las mismas condiciones de medición.**
- Δ **Puede estar originado en un defecto del instrumento, en una particularidad del operador o del proceso de medición, etc.**

¿Con qué, medimos?



II - Desarrollo y Resultados

Materiales y Metodología Instrumental y técnica

MÉTODO DE MEDICIÓN (Directa)

△ IRAM-ISO 50001:2018

△ IRAM-ISO 50006:2019

△ IRAM 2023:1979

△ IRAM 2265:1982

△ IEC/EN 61010-031

△ ISO 18434-1

△ Directrices: DIN EN 13187. DIN EN 473. DIN 54191:2017-10. DIN 54162. ASNT SNT-TC-1, , ASTM E1862-14, ASTM E1933-14

II - Desarrollo y Resultados

Materiales y Metodología

Instrumental y técnica

INSTRUMENTOS/EQUIPAMIENTO A EMPLEADO

- △ Pinza cofimétrica digital. Marca Mastech, modelo MS2205.
- △ Pinza cofimétrica digital. Marca UNI-T, modelo UT243.
- △ Pinza amperométrica. Marca FLUKE, modelo 323
- △ Medidor Multifunción, Marca Sonel, Modelo MPI-502
- △ Analizador de Calidad de Energía. Marca Fluke, Modelo 434-II.
- △ Cámara Termográfica Profesional. Marca Testo, modelo 870-2.



II - Desarrollo y Resultados

Parámetros de soporte | Termografía

Objetivo

Obtener los valores medios de temperatura de funcionamiento de los cuadros electromecánicos, a los fines de correlacionar los valores registrados de emisividad con la temperatura de trabajo en la que se realizaron las mediciones eléctricas.

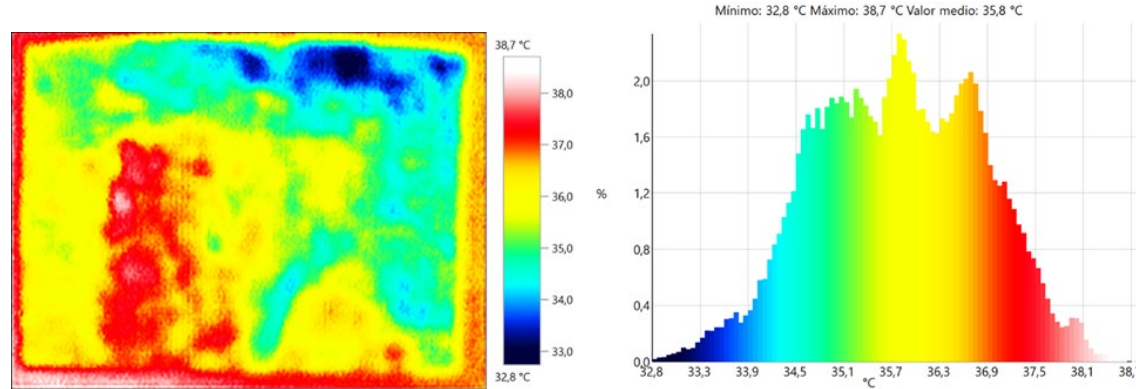


Figura 2.1.2.1 Izquierda: Imagen termográfica de calibración por método reflector según ISO 18434-1 (reflector D'lambert) para la zona TGBT-M2-4. Derecha: valor medio de la temperatura reflejada $T_{\text{refl}} = 35,8 \text{ °C}$, obtenida de la matriz histograma de la distribución espacial de la radiación de fondo reflejada.



II - Desarrollo y Resultados

Parámetros de soporte | Termografía

Objetivo

Obtener los valores medios de temperatura de funcionamiento de los cuadros electromecánicos, a los fines de correlacionar los valores registrados de emisividad con la temperatura de trabajo en la que se realizaron las mediciones eléctricas.

Tabla 2.1.2.1 Factor de corrección por velocidad del aire ($C_{v/A}$) y valor de la radiación de fondo (T_{refl}) empleados para el reajuste de los datos adquiridos experimentalmente.

Parámetro de Corrección*	Valor							
	TGBT-M2-4	TGBT-M1-2	TGBT#3	TGBT#5	TDBTL1	TDBTL2	TDBTL3	TDBTL4
Factor corrección vel. aire ($C_{v/A}$)	1							
Temp. reflex (T_{refl}) (°C)	38,5	34,3	38,9	37,0	33,3	33,4	32,6	32,5

II - Desarrollo y Resultados

Parámetros de soporte | Calidad de aire

Objetivo

Obtener los valores medios de temperatura, humedad relativa y velocidad del aire *in situ* de los cuadros electromecánicos, a los fines de correlacionar los valores registrados con la temperatura de trabajo estacional en la que se realizaron las mediciones eléctricas.

Tabla 2.1.1.1 Parámetros ambientales de referencia y registrados experimentalmente con su respectiva incertidumbre

Zona de Medición	Parámetros Ambientales (Valor \pm U)					
	CO ₂ (ppm)	Presión (hPa)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Humedad Absoluta (g/m ³)	Velocidad del aire (m/s)
Condiciones de Referencia*		1013,25	0			
TGBT-M2-4	619 \pm 16	1003,4 \pm 0,2	32,4 \pm 0,1	51,3 \pm 0,6	17,8 \pm 0,2	0,06 \pm 0,07
TGBT-M1-2	663 \pm 64	1004,0 \pm 0,1	34,5 \pm 0,1	50,7 \pm 0,4	19,6 \pm 0,1	0,07 \pm 0,08
TDBTL1	581 \pm 20	1000,1 \pm 0,2	34,3 \pm 0,1	57,7 \pm 0,7	22,0 \pm 0,2	0,07 \pm 0,07
TDBTL2	717 \pm 12	1001,1 \pm 0,1	33,3 \pm 0,1	46,0 \pm 0,2	16,7 \pm 0,1	0,24 \pm 0,21
TDBTL3	2971 \pm 40	1000,0 \pm 0,1	29,9 \pm 0,1	60,4 \pm 0,5	18,3 \pm 0,1	0,10 \pm 0,15
TDBTL4	2971 \pm 40	1000,0 \pm 0,1	29,9 \pm 0,1	60,4 \pm 0,5	18,3 \pm 0,1	0,10 \pm 0,15

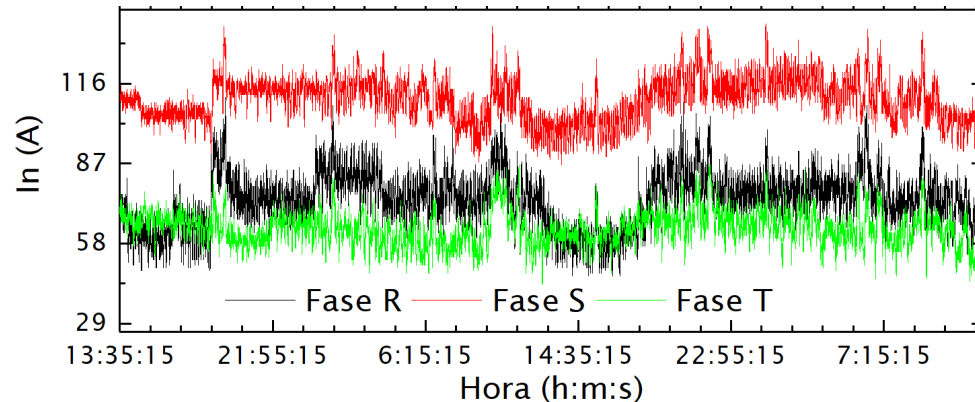
* Condición ISA (International Standard Atmosphere) T = 273,16 K y P = 1013,25 hPa (abs) de aire seco.

II - Desarrollo y Resultados

Parámetros eléctricos | Interpretación de datos

Objetivo

- △ Obtener resultados significativos para los valores de la energía consumida (kWh), el factor de potencia promedio, la potencia activa (kW) y la intensidad de corriente eléctrica (A), en función del tiempo medido (hs).
- △ Evaluación de la incertidumbre (U) global en las etapas de actividad representativas.
- △ Realizar estimaciones de detalle mediante el relevamiento de los procesos y simulaciones.





II - Desarrollo y Resultados

Parámetros eléctricos | Interpretación de datos Construcción de la estimación

Consumo energético estimado (kWh)

$$E_{est} = P_{placa} \times f_c \times f_u \times t_{UE} \times f_{prod}$$

Factor de utilización

Factor de producción

Energía estimada (kWh)

Potencia placa (kW)

Factor de carga

Tiempo de Uso y Explotación (h/sem/mes)

Consumo energético medido (kWh)

$$E_{med} = P_{activa} \times f_u \times t_{med}$$

Factor de utilización en medición

Energía medida (kWh)

Potencia activa (kW)

Tiempo medición (h)



II - Desarrollo y Resultados

Parámetros eléctricos | Interpretación de datos Construcción de la estimación

Consumo energético estimado (kWh)

△ Consumo energético estimado por relevamiento (kWh) (Mayor precisión)

Tabla 2.2.1.1 Estimación de consumo energético medio relevado (kWh/h) en Línea de Producción #1, con un objetivo práctico de 12000 botellas. Potencia instalada (kW), factor de carga (%) y factor de utilización (%).

Ítem	Pasos del proceso	Descripción funcional	Motores instalados	Potencia instalada (kW)	Factor de carga (%)	Factor de utilización (%)	Consumo medio (kWh/h)
1	Despaletizado de cajas con botellas de vidrio de 1,5 litros vacías	El auto-elevador ...	3	5,00	50	88	2,20
...
24	Paletizado de botellas llenas	...	5	25,15	100,00	66	16,60
TOTALES			127	229,08			106,12



II - Desarrollo y Resultados

Parámetros eléctricos | Interpretación de datos Construcción de la estimación

Consumo energético estimado (kWh)

△ Consumo energético estimado por simulación (kWh) (Precisión depende de la cantidad de información).

Ubicación del Equipo	TIPO	Un	TIPO DE GAS	Cant (g)	Cap (Frig/h)	Estimación de potencias instaladas					Forma de uso			Consumo estimado (kWh)		
						C.E.F.	kW-ter	kW-Comp	kW-Evap	kW-Cond	Días/semana	Hs/día	% en ON	Semana	Diario máx.	Hora máx.
Área de administración											Datos del Cliente y estimaciones			Se supone F. de carga = 90 %		
Caja	Ventana	1	R22	650	3000	3,10	3,46	1,12	0,06	0,09	6,00	8,00	75,00	45,86	6,92	0,86
Oficina control de facturación	Split	1	R22	1000	4500	3,10	5,20	1,68	0,08	0,13	6,00	8,00	75,00	68,79	10,38	1,30
Oficina Gte. Finanzas	Split	1	R22	500	2250	3,10	2,60	0,84	0,04	0,07	6,00	8,00	75,00	34,40	5,19	0,65
Oficina jefatura administración	Split	1	R22	500	2250	3,10	2,60	0,84	0,04	0,07	6,00	8,00	75,00	34,40	5,19	0,65
Oficina auditoría interna	Split	1	R22	1000	4500	3,10	5,20	1,68	0,08	0,13	6,00	8,00	75,00	68,79	10,38	1,30
Oficina auxiliar tesorería																
Oficina de compras	Split	1	R22	650	3000	3,10	3,46	1,12	0,06	0,09	6,00	8,00	75,00	45,86	6,92	0,86
	Split	1	R22	500	2250	3,10	2,60	0,84	0,04	0,07	6,00	8,00	75,00	34,40	5,19	0,65
Oficina contaduría	Split	1	R22	500	2250	3,10	2,60	0,84	0,04	0,07	6,00	8,00	75,00	34,40	5,19	0,65
Oficina de ti	Split	1	R410	1000	5500	3,60	6,35	1,76	0,09	0,14	6,00	8,00	75,00	72,40	10,92	1,37
Oficina SIG	Split	1	R410	1000	5500	3,60	6,35	1,76	0,09	0,14	6,00	8,00	75,00	72,40	10,92	1,37
Oficina tesorería	Split	1	R22	500	2250	3,10	2,60	0,84	0,04	0,07	6,00	8,00	75,00	34,40	5,19	0,65
SUB -TOTAL MENSUAL (kWh)														2331,82		
SUB -TOTAL ANUAL (kWh)														28474,82		



II - Desarrollo y Resultados

Parámetros eléctricos | Interpretación de datos Construcción de la estimación

Consumo energético medido (kWh)

△ Consumo energético estimado por medición directa.

Parámetros energéticos Línea #1*											
Sector de medición	Energía (KWh)	Tiempo medido (hs)	FP Promedio	Potencia Activa (kW)			In Corriente (A)			% del total de Potencia Activa Promedio	% del total de In de Corriente Eléctrica
				Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio		
Carbonatador	1,64	0,10	0,84	4,68	55,75	16,42	9,10	86,70	28,99	27%	22%
Decapsuladora	0,03	0,10	0,81	0,06	3,00	0,35	0,10	6,90	0,65	1%	1%
Depaletizadora	0,16	0,10	0,47	0,09	4,32	1,61	0,20	23,90	6,23	4%	5%
Desencajonadora	0,17	0,10	0,65	0,72	5,76	1,73	1,10	12,60	4,17	3%	3%
Encajonadora	0,19	0,10	0,75	0,60	6,00	1,86	1,00	11,60	3,93	3%	3%
Inspector botellas vacías	0,18	0,10	0,74	1,68	2,64	1,82	3,50	4,90	3,77	3%	3%
Lavadora San Martin	2,90	0,48	0,50	0,24	18,42	6,82	1,00	39,40	20,44	14%	16%
Llenadora	0,19	0,10	0,74	1,74	2,31	1,95	3,30	4,70	3,90	3%	3%
Magazin	0,01	0,10	0,24	0,00	0,48	0,09	0,40	3,10	0,78	0,4%	1%
Paletizadora	0,25	0,10	0,42	0,69	5,19	2,49	3,20	17,80	9,03	6%	7%
Transporte ZH	0,55	0,10	0,66	4,23	8,82	5,47	10,20	22,60	12,32	10%	9%
Transporte ZS	1,28	0,10	0,55	9,87	15,48	12,84	25,40	42,30	35,50	26%	27%
TOTAL	7,56		7,36	24,60	128,17	53,45	58,50	276,50	129,70	100%	100%
Global de Línea Total	732,88	24	0,71	2,10	125,30	38,57	4,26	275,10	82,88	100%	100%
Global de Línea Activo	236,79	4,11		4,62	116,10	57±15				100%	100%

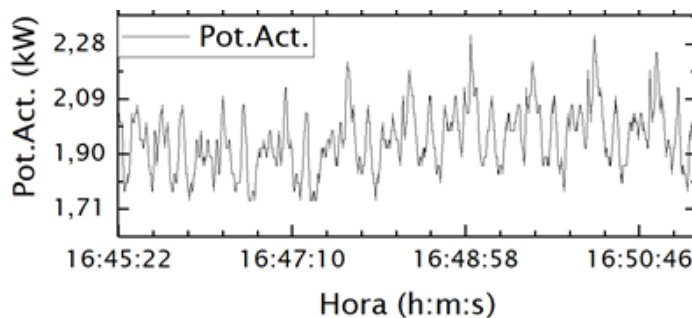


II - Desarrollo y Resultados

Parámetros eléctricos | Interpretación de datos Construcción de la estimación

Consumo energético medido (kWh)

△ Consumo Total (kWh) (suma de elementos individuales del proceso).



$$E_{med} = \sum_{i=1}^n P_{activa_i} \times f_{ui} \times t_{med_i}$$

Figura 2.2.2.9 Línea de Producción #1 Llenadora. Potencia activa. Medición de 0,10 hs. Lugar de medición: TGBT Línea #1.

TOTAL	7,56		7,36	24,60	128,17	53,45	58,50	276,50	129,70	100%	100%
Global de Línea Total	732,88	24	0,71	2,10	125,30	38,57	4,26	275,10	82,88	100%	100%
Global de Línea Activo	236,79	4,11		4,62	116,10	57±15				100%	100%

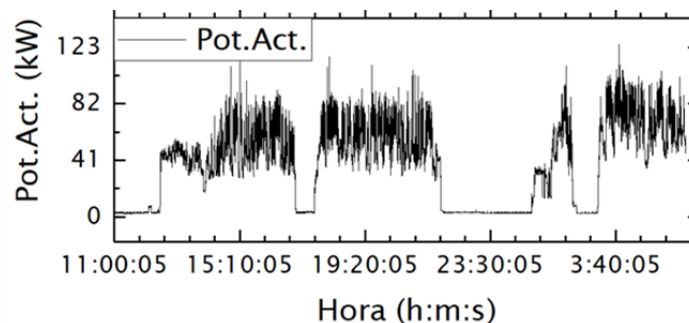


II - Desarrollo y Resultados

Parámetros eléctricos | Interpretación de datos Construcción de la estimación

Consumo energético medido (kWh)

△ Consumo Global de Línea Total (kWh) (Medición simultánea de todos los elementos del proceso en producción).



$$E_{med} = P_{activa} \times f_u \times t_{med}$$

Figura 2.2.2.1 Línea de Producción #1 Global. Potencia activa. Medición de 24 hs. Lugar de medición: TGBT Línea #.

TOTAL	7,56		7,36	24,60	128,17	53,45	58,50	276,50	129,70	100%	100%
Global de Línea Total	732,88	24	0,71	2,10	125,30	38,57	4,26	275,10	82,88	100%	100%
Global de Línea Activo	236,79	4,11		4,62	116,10	57±15				100%	100%



II - Desarrollo y Resultados

Parámetros eléctricos | Interpretación de datos Construcción de la estimación

Consumo energético medido (kWh)

- △ Consumo Global de Línea Activo (kWh) (Medición simultánea de todos los elementos del proceso en producción **en régimen de operatividad representativo**).

$$E_{med} = P_{activa} \times f_u \times t_{med}$$

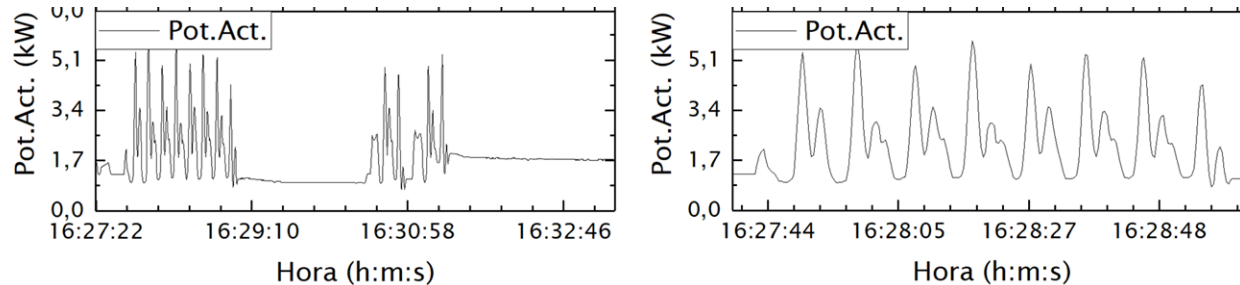


Figura 2.2.2.5 Línea de Producción #1 Desencajonadora (Izquierda: medición completa; derecha: detalle de 60 s).

TOTAL	7,56		7,36	24,60	128,17	53,45	58,50	276,50	129,70	100%	100%
Global de Línea Total	732,88	24	0,71	2,10	125,30	38,57	4,26	275,10	82,88	100%	100%
Global de Línea Activo	236,79	4,11		4,62	116,10	57±15				100%	100%



II - Desarrollo y Resultados

Resultados por línea | Línea #1

Consumo energético medido (kWh)

Parámetros energéticos Línea #1*											
Sector de medición	Energía (KWh)	Tiempo medido (hs)	FP Promedio	Potencia Activa (kW)			In. de Corriente Eléc. (A)			% del total de Potencia Activa Promedio	% del total de In de Corriente Eléctrica
				Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio		
Carbonatador	1,64	0,10	0,84	4,68	55,75	16,42	9,10	86,70	28,99	17,9%	22%
Decapsuladora	0,03	0,10	0,81	0,06	3,00	0,35	0,10	6,90	0,65	7,6%	7,5%
Depaletizadora	0,16	0,10	0,47	0,09	4,32	1,61	0,20	23,90	6,23	3,5%	5,5%
Desencajonadora	0,17	0,10	0,65	0,72	5,76	1,73	1,10	12,60	4,17	0,1%	0,5%
Encajonadora	0,19	0,10	0,75	0,60	6,00	1,86	1,00	11,60	3,93	2,7%	2,4%
Inspector botellas vacías	0,18	0,10	0,74	1,68	2,64	1,82	3,50	4,90	3,77	35,1%	33,2%
Lavadora San Martin	7,47	0,31	0,70	0,00	29,01	25,27	0,00	60,40	54,33	2,5%	2,3%
Llenadora	0,19	0,10	0,74	1,74	2,31	1,95	3,30	4,70	3,90	2,6%	2,4%
Magazín	0,01	0,10	0,24	0,00	0,48	0,09	0,40	3,10	0,78	2,4%	2,5%
Paletizadora	0,25	0,10	0,42	0,69	5,19	2,49	3,20	17,80	9,03	2,2%	3,8%
Transporte ZH	0,55	0,10	0,66	4,23	8,82	5,47	10,20	22,60	12,32	0,5%	0,4%
Transporte ZS	1,28	0,10	0,55	9,87	15,48	12,84	25,40	42,30	35,50	22,8%	17,7%
TOTAL	12,13		7,56	24,36	138,76	71,90	57,50	297,50	163,58	100%	100%
Global de Línea Total	732,88	24	0,71	2,10	125,30	38,57	4,26	275,10	82,88	100%	100%
Global de Línea Activo	236,79	4,11		4,62	116,10	57±15				100%	100%



II - Desarrollo y Resultados

Resultados por línea | Línea #1

Consumo energético medido (kWh)

Distribución del total de la Potencia Activa promedio (%)

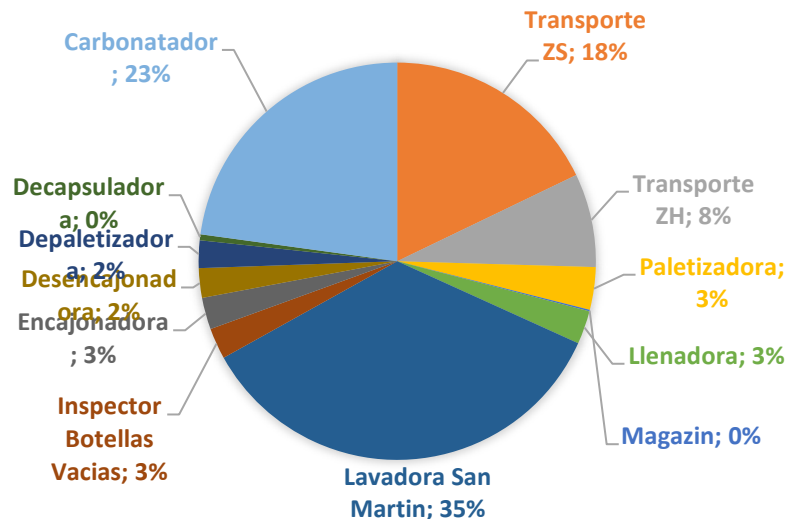


Figura 2.2.1

Gráfico de distribución en porcentajes del total de la Potencia Activa Promedio para la Línea de Producción #1.



II - Desarrollo y Resultados

Resultados por línea | Iluminación Consumo energético medido (kWh)

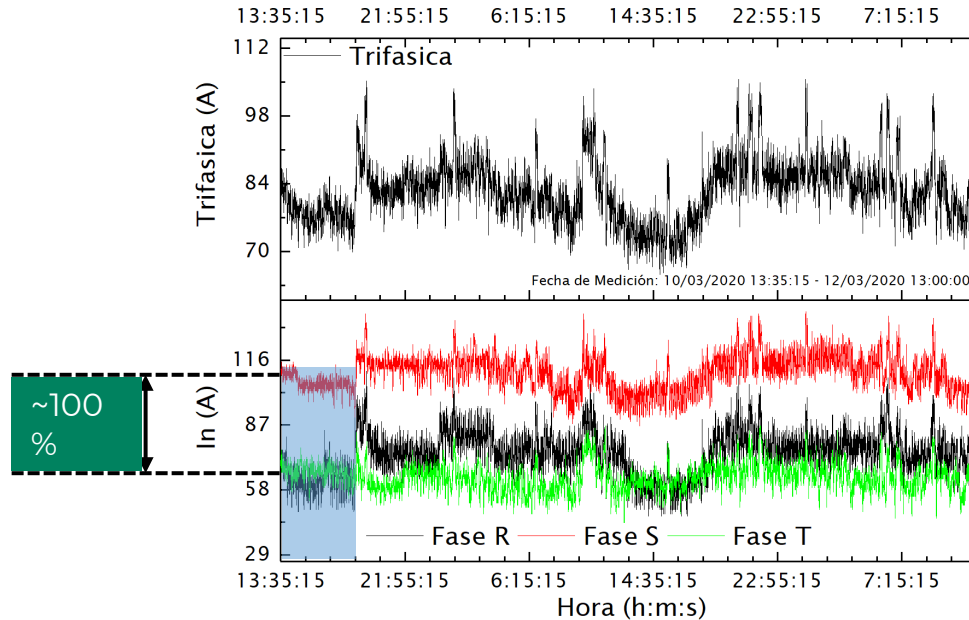


Figura 2.7.1.2.2 Tablero general de Iluminación. Intensidad de corriente eléctrica trifásica (arriba) y por fases (abajo). Medición de 48 hs. Lugar de medición: TGBT 1 Masterpact 1, emplazado en zona de sala de máquinas.



II - Desarrollo y Resultados

Resultados por línea | Administración Consumo energético medido (kWh)

Figura 2.7.2.1. Valores de energía consumida (kWh), tiempo medido (hs), factor de potencia promedio, potencia activa (kW), intensidad de corriente eléctrica (A) para el Tablero General de del edificio de administración emplazado en TGBT 1 Masterpack 1, zona de patio de máquinas.

Parámetros energéticos TG Edificio Administración									
Sector de medición	Energía (kWh)	Tiempo medido (hs)	FP Promedio	Potencia Activa (kW)			In. de Corriente Eléc. (A)		
				Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio
Edificio Administración	1194,65	42,76	0,81	17,67	44,16	27,92	35,08	73,77	50,08



II - Desarrollo y Resultados

Resultados por línea | Administración Consumo energético medido (kWh)

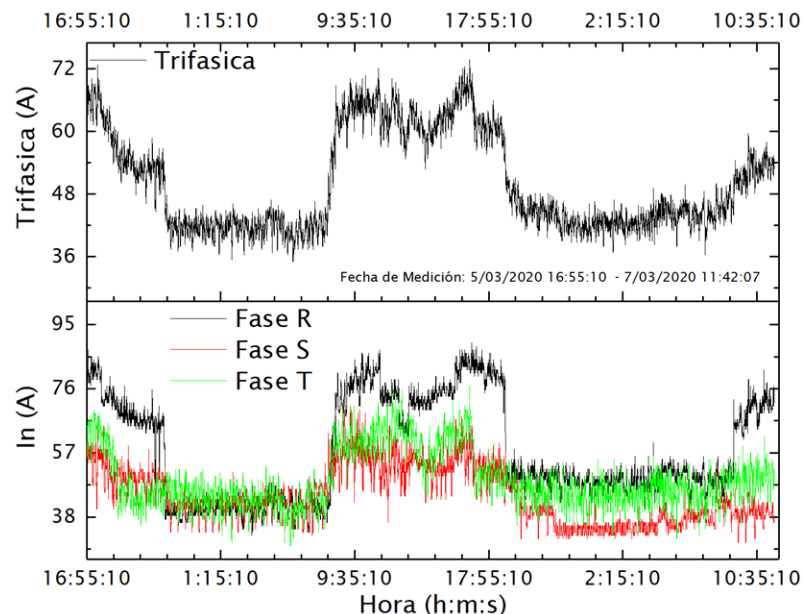


Figura 2.7.2.1

Tablero general del Edificio de Administración. Intensidad de corriente eléctrica trifásica (arriba) y por fases (abajo). Medición de 48 hs. Lugar de medición: TGBT 1 Masterpact 1, emplazado en zona de sala de máquinas.

MUCHAS GRACIAS

-  INTIArg
-  @INTIargentina
-  INTI
-  @intiargentina
-  canalinti



Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo