



Santa Fe

PROVINCIA

Secretaría de Energía de Santa Fe

SGEn según ISO 50001:2018

Subsecretaría de Energías Renovables y
Eficiencia Energética

Formación y Actualización de «Gestores Energéticos para la
Industria»

Módulo C

Por Mgtr. Ing. Andrea Afranchi



ASPECTOS CLAVES DE UN SGE_n

C 03 - REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS (cont.)

CONTENIDO

C.3. REVISIÓN DE LOS PRINCIPALES REQUISITOS DE LA NORMA (cont.)

C.3.1. Cierre de la Planificación Energética

- Indicadores de Desempeño Energético
- Línea de Base Energética
- Recopilación de Datos

C.3.2. Operaciones

- Control Operacional
- Diseño y Adquisiciones

C.3.3. Evaluación de Desempeño

- Seguimiento, Medición, Análisis & Evaluación

Operación & Seguimiento del SGE

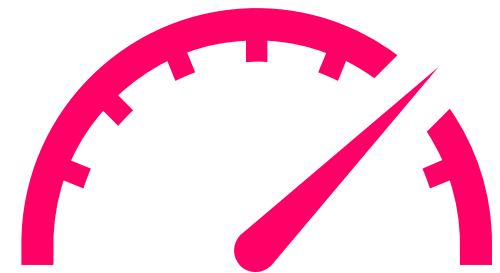


6.4 Indicadores de Desempeño Energético

REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS

6.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

- 🔥 La organización debe **identificar los IDEn apropiados** para realizar un seguimiento, análisis y medición de su DE; y demostrar la mejora del mismo.
- 🔥 **La metodología para determinar y actualizar** los IDEn debe **documentarse y revisarse** regularmente.
- 🔥 Los IDEn deben revisarse y **compararse con la LBen**.
- 🔥 Los IDEn deben actualizarse en caso de que dejen de ser representativos.



DEFINICIÓN



3.4.4 Indicador de desempeño energético, IDEn:

Medida o unidad del *desempeño energético* (3.4.3), según de lo define la *organización* (3.1.1).

NOTA 1 - Los IDEn pueden expresarse usando una métrica simple, una proporción, o un modelo, dependiendo de la naturaleza de las actividades que se miden.

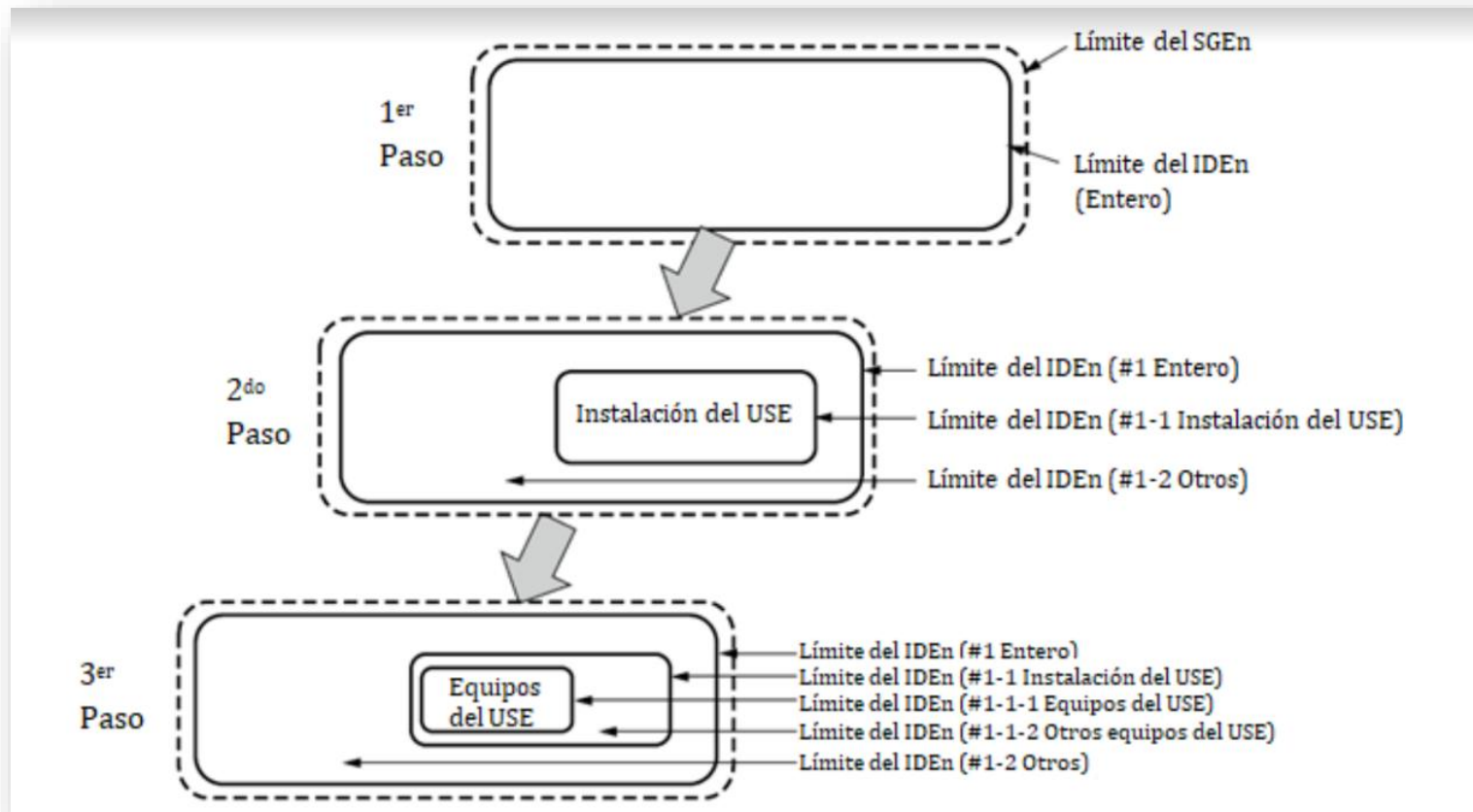
NOTA 2 – Véase la Norma ISO 50006 para información adicional sobre los IDEn.



ISO 50001:2018

IDEn según la ISO 50006:2023

Los IDEn se deberían desarrollar para satisfacer las necesidades y expectativas de diferentes usuarios y ser fácilmente comprensibles.



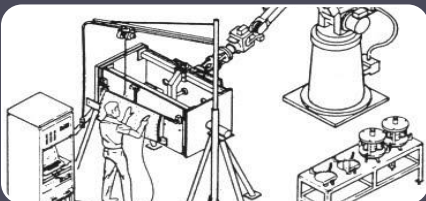
ISO 50006:2023

IDEn - Niveles y formatos



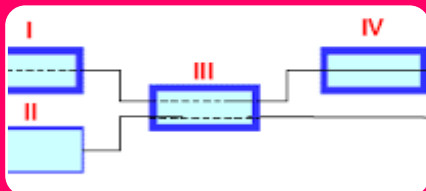
Instalación: “Macro – Indicadores” (relaciones)

- Intensidad Energética
- Indicador de Desempeño Energético



Proceso (modelos)

- Producto
- Sistema - Línea de Producción



Sistema energético (modelos)

- Sistemas térmicos (Vapor, hornos)
- Sistemas Eléctricos (Iluminación, Aire comprimido)

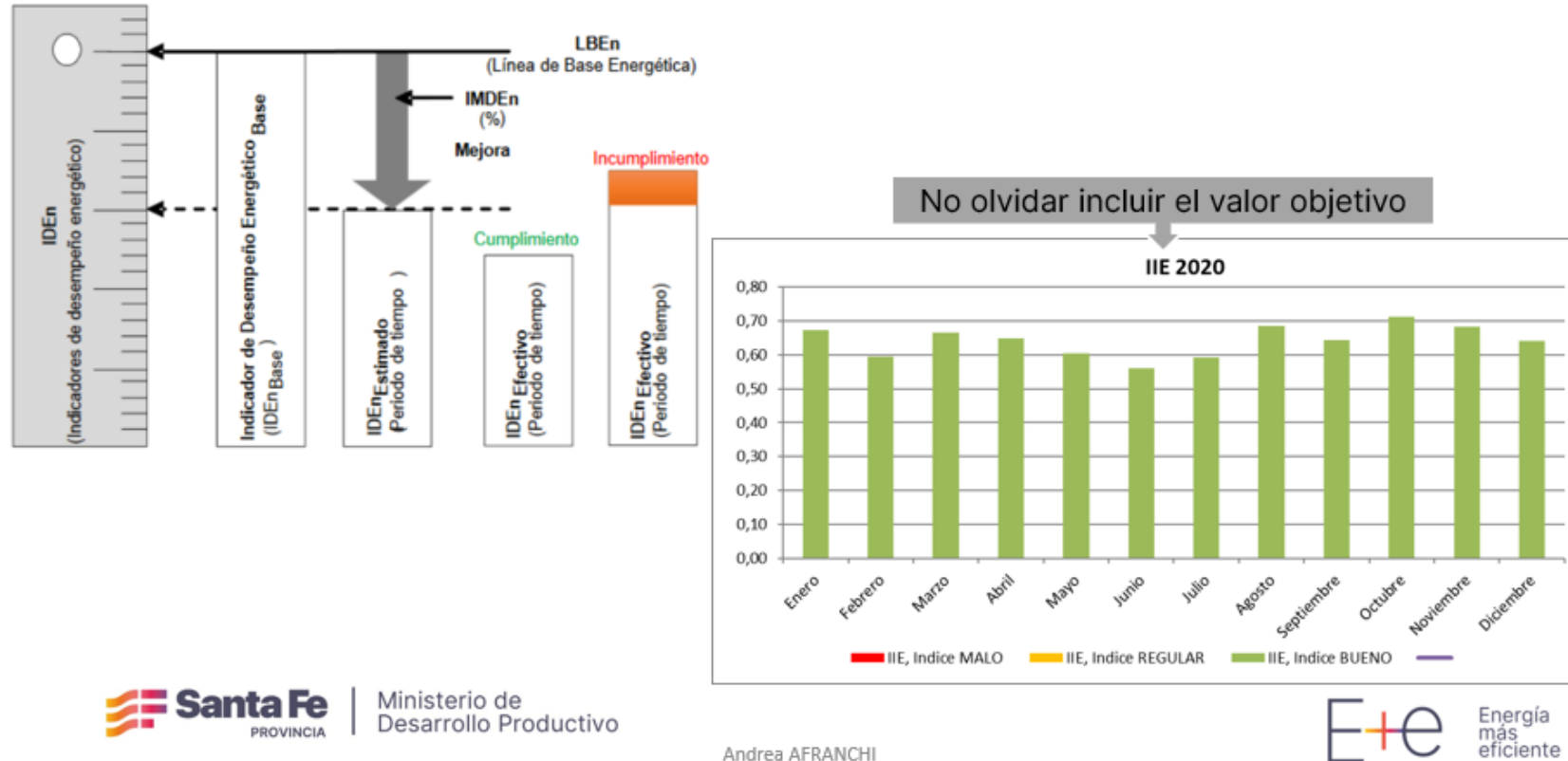


Equipos (relaciones – mediciones)

- Caldera / Compresor / Motor / etc.

6.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO

6.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO



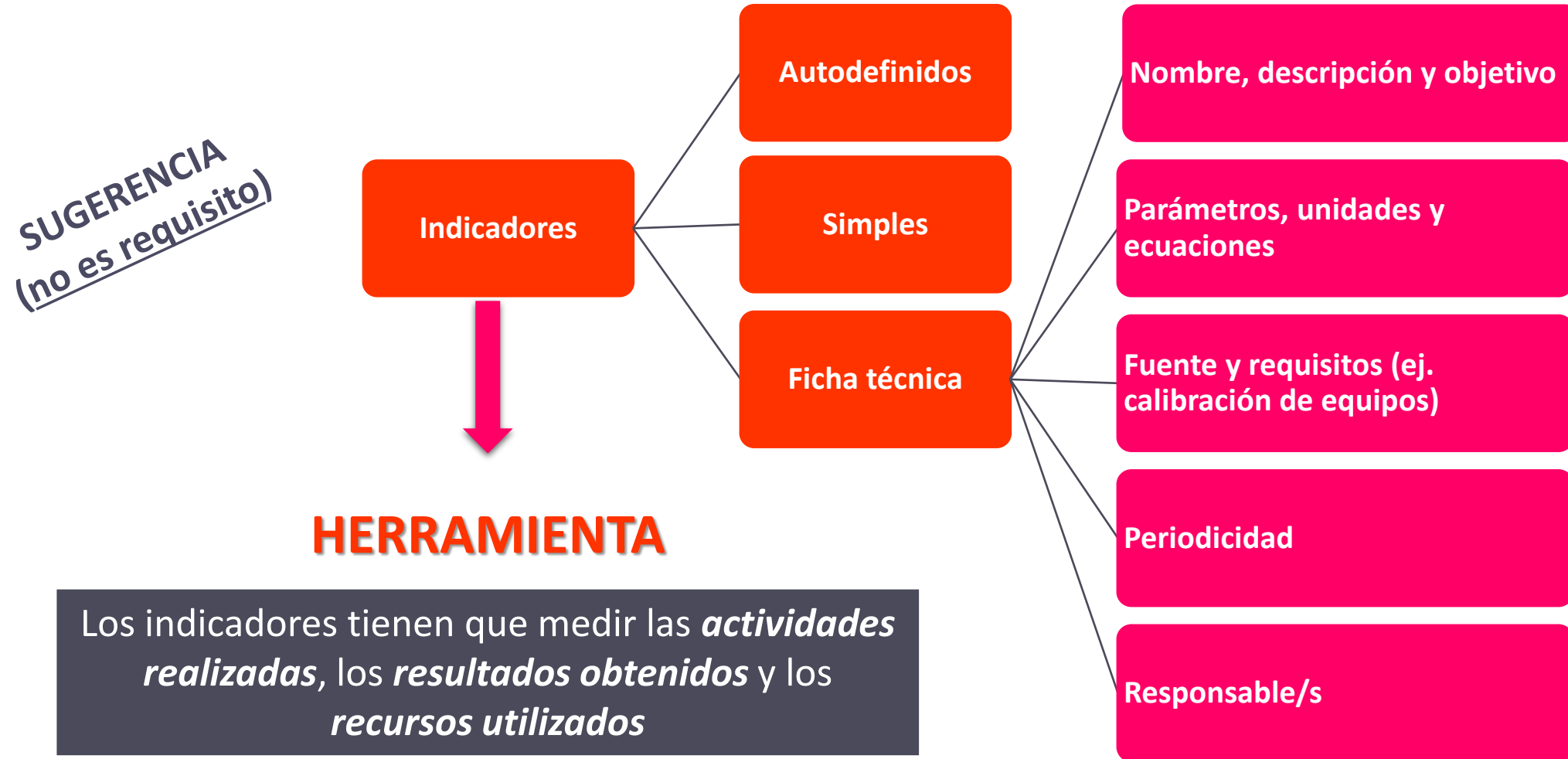
Recupero del 1° encuentro

6.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO



La metodología para determinar y actualizar los IDEn debe documentarse y revisarse regularmente

6.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO



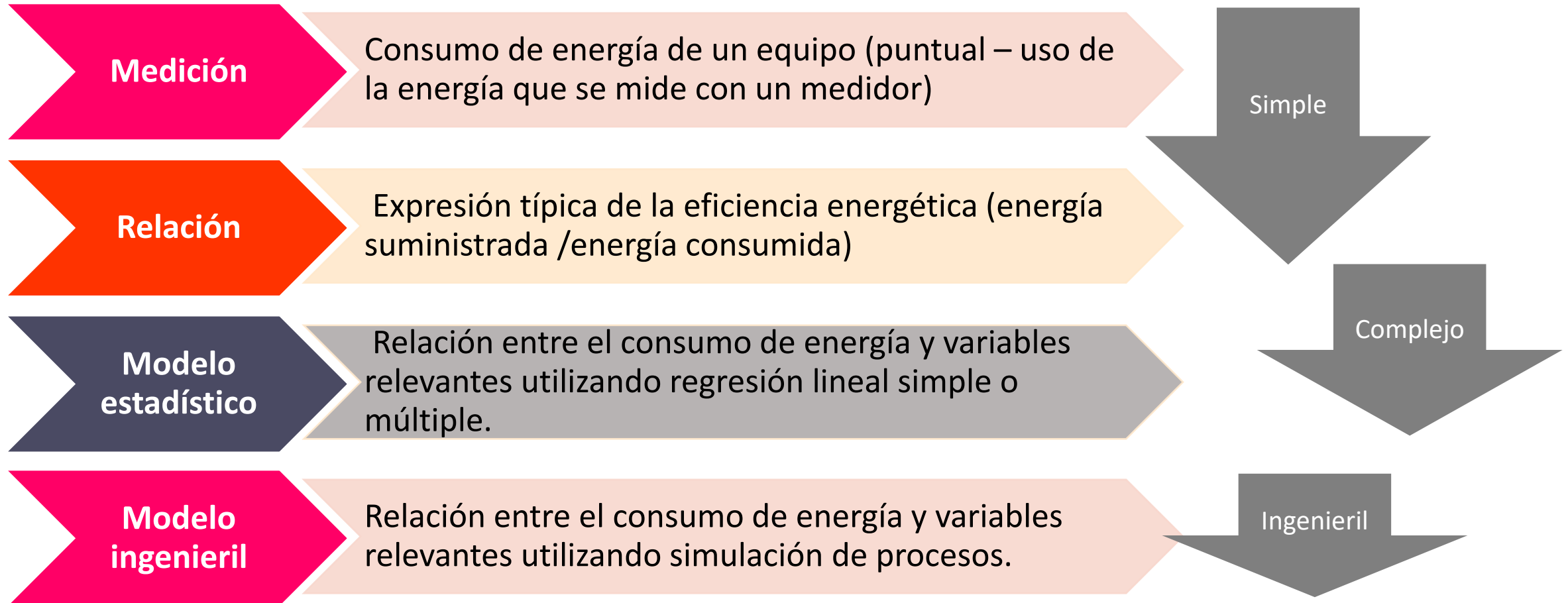
FICHA DE INDICADORES

(ejemplo)



Nombre del Indicador			
Descripción:			
Unidades:		Tipo de Indicador:	
Fecha revisión:		Variables – fuente de datos:	
Periodicidad de datos:		Ecuación (cálculo):	
Comentarios /observaciones:			
SUGERENCIA (<u>no es requisito</u>)			

Identificación de los IDEn

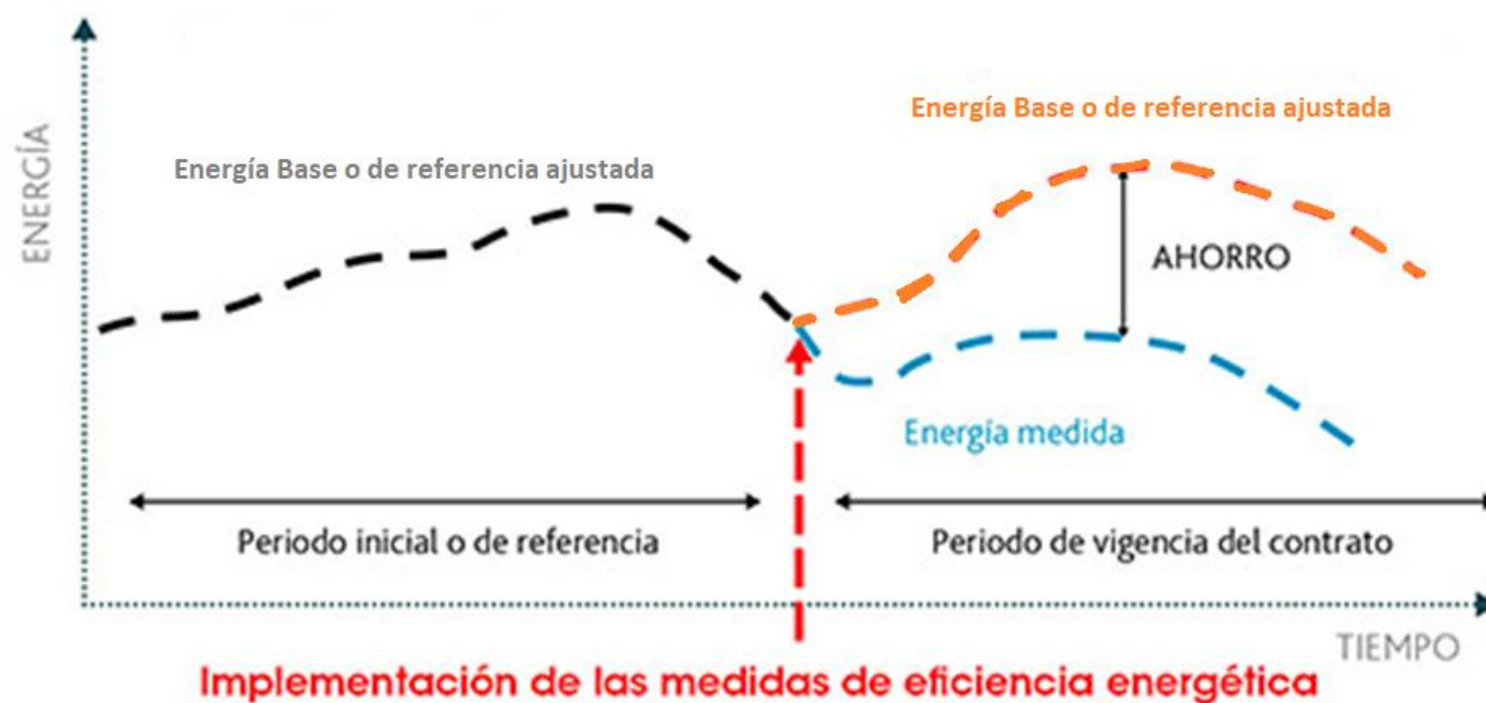


ISO 50006

6.5 Línea de Base Energética

REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS

6.5 LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA



- **Referencia** contra la cual se **mide la mejora**.
- Debe **normalizarse** (impacto de la variable relevante).
- Se puede tener **tantas como sea necesario** (lo define la organización)
- Definidas para **PERÍODO O CONDICIONES** (representativas).

6.5 LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA

- 🔥 La organización debe establecer una **LBEn utilizando la información de la revisión energética inicial**, tomando en cuenta un periodo de tiempo adecuado.
- 🔥 Los **cambios en el DE** deben **medirse con relación a la LBEn**.

Deben realizarse ajustes en la LBEn cuando se den una o más de las siguientes situaciones:

- Los IDEn ya no reflejan el uso y el consumo de energía
- Se hayan realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía
- Así lo establece un método predeterminado.



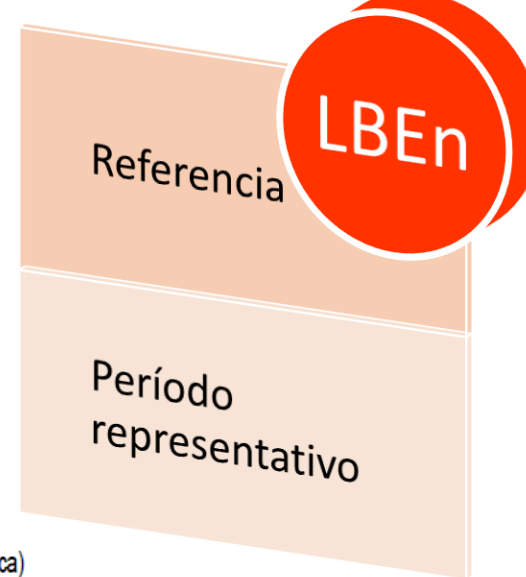
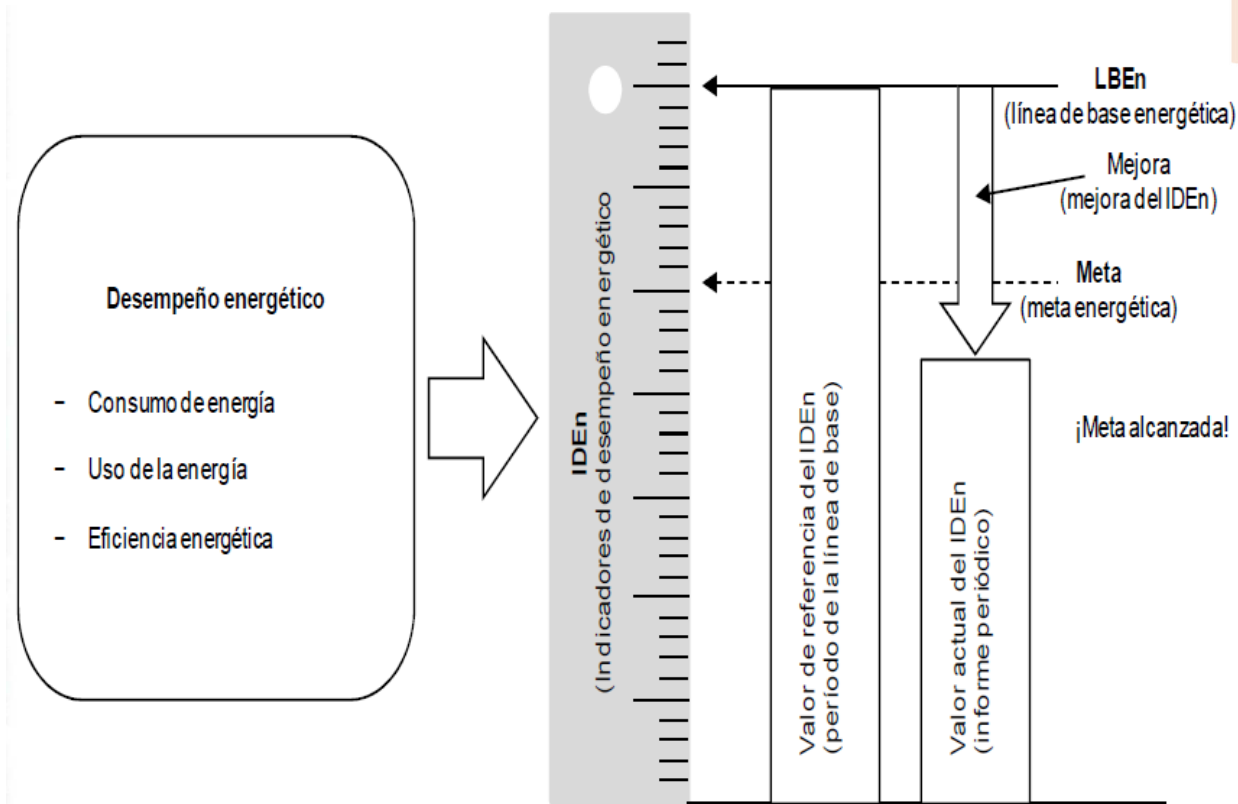
🔥 **La LBEn debe mantenerse y registrarse**

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA	Referencia cuantitativa que proporciona la base para la comparación del desempeño energético
VARIABLE RELEVANTE	Factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia de forma rutinaria
FACTOR ESTÁTICO	Factor identificado que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia de forma rutinaria
NORMALIZACIÓN	Modificación de los datos para tomar en cuenta los cambios del DE en condiciones equivalentes

MÁS DEFINICIONES

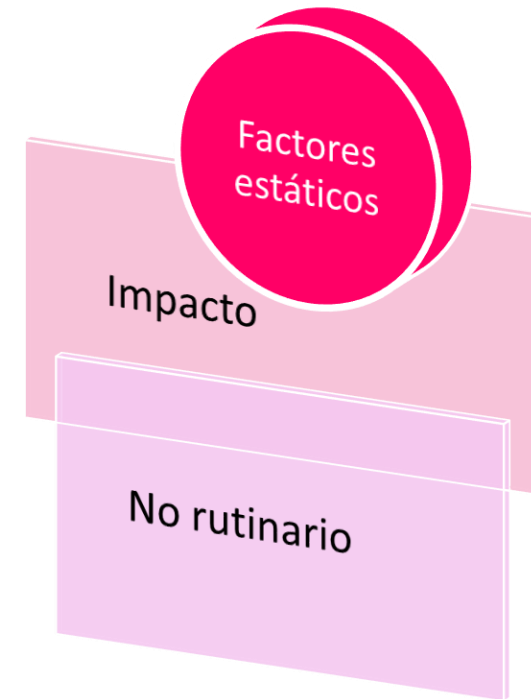
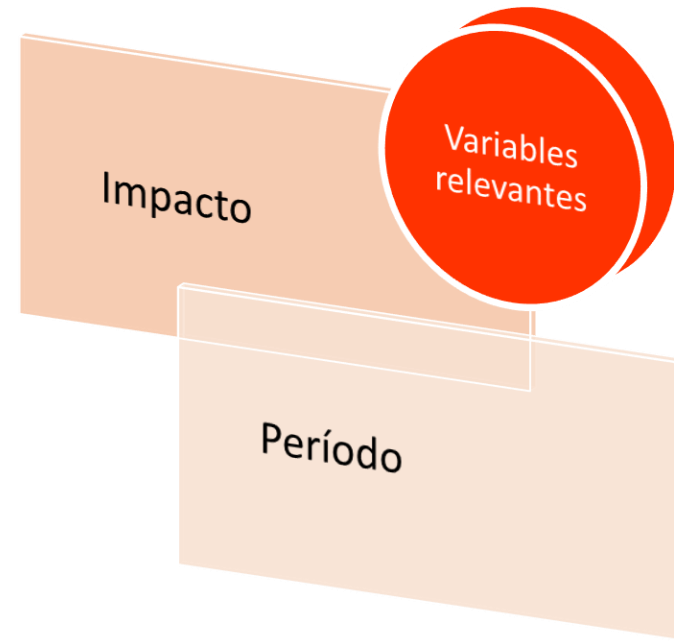
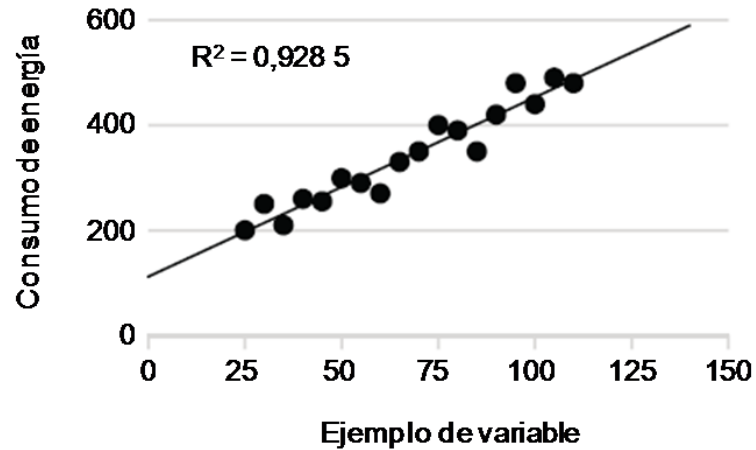


CONCEPTOS



ISO 50006

VARIABLES A CONSIDERAR



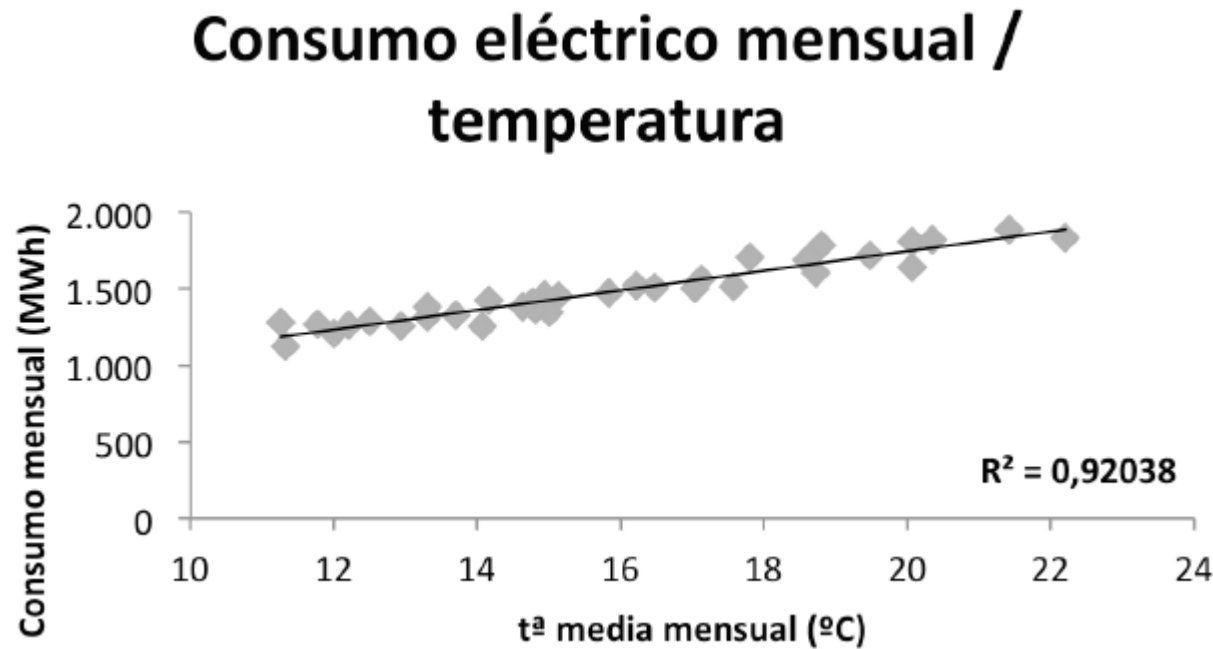
Posibles Factores estáticos

- Régimen de despacho de la planta industrial.
- Un cambio de un factor estático puede ser un cambio en el régimen de despacho de operación, cambio y/o calidad de un combustible, etc.

ISO 50006

6.5 LBE_n - NORMALIZACIÓN

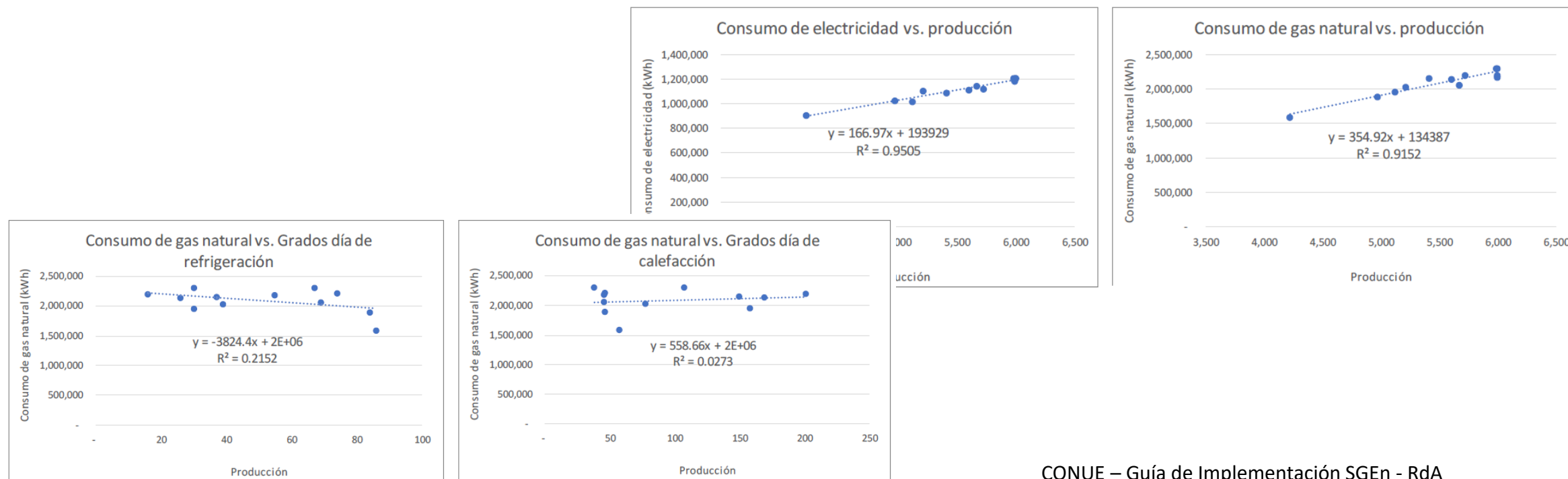
- 1° Consumo en función de la variable (recopilación de datos - *representativos*)
- 2° Correlación de normalización ($y = a + bx$) por regresión simple



6.5 LBEn - NORMALIZACIÓN

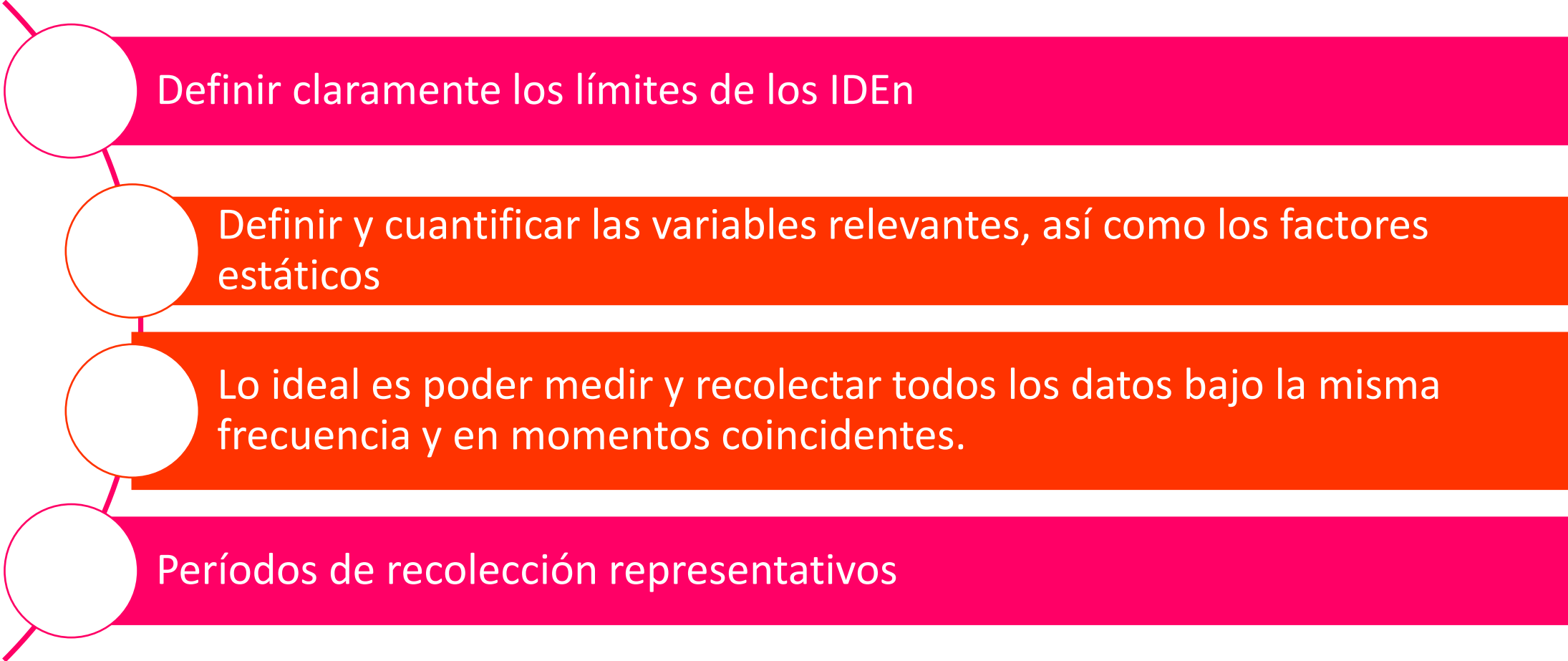
Agregar línea de tendencia

3. Si el R^2 es superior a 0.5 se podría considerar que **“la variable es relevante”**, pero no es lo único que afecta al consumo de energía. Si ronda el valor 0.5 identificar otra VR (independiente).



CONUE – Guía de Implementación SGen - RdA

Recomendaciones – ISO 50.006



Definir claramente los límites de los IDEn

Definir y cuantificar las variables relevantes, así como los factores estáticos

Lo ideal es poder medir y recolectar todos los datos bajo la misma frecuencia y en momentos coincidentes.

Períodos de recolección representativos

PROCESO DE NORMALIZACIÓN

HERRAMIENTAS: hojas de cálculo o software con capacidad de análisis de datos para cálculos estadísticos y el proceso de normalización.

Dependiendo de los procesos físicos, la organización puede elegir un modelo lineal o no lineal.

Evaluación de la validez del modelo:

- Coeficiente de determinación ajustado (R^2)
- Prueba F se utiliza para evaluar la significación estadística global
- Criterio de valor-P (probabilidad de que la variable tenga un impacto sistemático y por lo tanto sea significativa)

Ejercicio 3 LBEn (análisis en Excel)

Se disponen de datos de:

- *Consumos de energía* (mensual) de un año calendario.
- *Datos de actividad* relacionado con la producción (productos congelados) y que afecta al consumo de energía, VR (mensual) para el mismo año calendario.
- Se observan (identificado en colores) cierto grado de inconsistencia entre las variables dependiente e independiente. ***Su actividad consiste en hacer un rápido análisis (comentario) al respecto.***

Datos relevados		
MESES	Consumo de Energía Total [kWh]	Variable Relevante [uni]
ene	286.556	1.819
feb	251.522	1.304
mar	235.331	1.320
abr	271.163	1.557
may	268.963	1.603
jun	272.754	1.579
jul	258.071	1.415
ago	282.284	1.692
sep	254.098	1.325
oct	199.098	770
nov	305.738	1.524
dic	237.677	1.062
Total	3.123.255	16.970
Promedios	260.271	1.414

Ejercicio 3 LBEn cont. (análisis en Excel)

Se disponen de datos de:

- Del análisis anterior se algunos meses donde no se conserva la relación entre producción y energía.
- Se presume que el consumo de energía podría depender también del % de HdM (horas de marcha – actividad de los sistemas de frío), también en forma (mensual) de un año calendario.
- Con la información adicional ***evaluar si podría tratarse de un modelo de regresión lineal múltiple (con dos VR).***

Datos relevados (adicional) - IDEn			
MESES	Consumo de Energía Total [kWh] x 10	Variable Relevante[uni]	Variable relevante 2 (%HdM)
ene	2.865.560	1.819.000	35%
feb	2.515.220	1.304.000	32%
mar	2.353.310	1.320.000	27%
abr	2.711.630	1.557.000	37%
may	2.689.630	1.603.000	37%
jun	2.727.540	1.579.000	38%
jul	2.580.710	1.415.000	35%
ago	2.822.840	1.692.000	34%
sep	2.540.980	1.325.000	33%
oct	1.990.980	770.000	33%
nov	3.057.380	1.524.000	45%
dic	2.376.770	1.062.000	34%
Total	31.232.550	16.970.000	
Promedios	2.602.713	1.414.167	35%

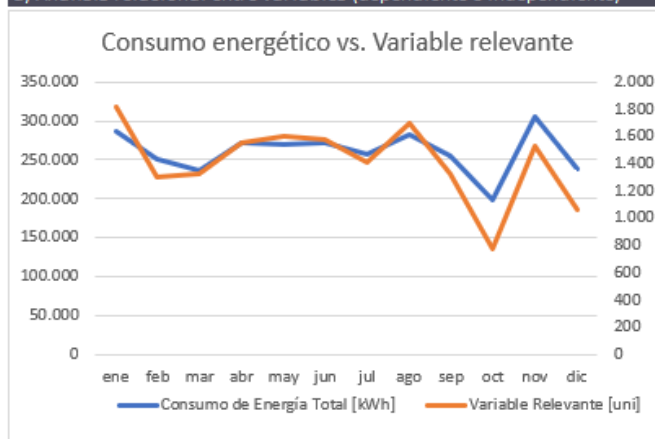
Ejercicio LBEn (análisis en Excel)

Recomendaciones para la construcción de una LBEn

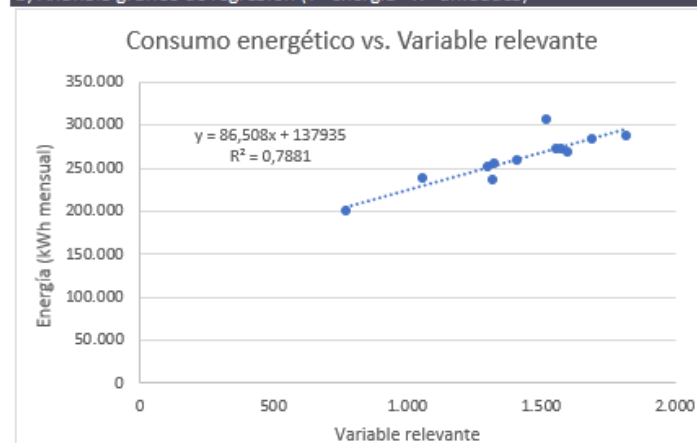
- Análisis de la relación entre la VR (producción) y el consumo de energía.
- La línea de tendencia y la ecuación de esta no representa un análisis estadístico.
- *Analizar también la relación relación entre la VR (HdM %) y el consumo de energía.*

ANÁLISIS DE DATOS EXPLORATORIO

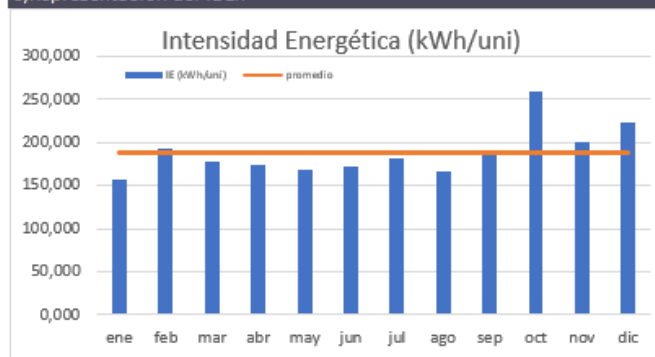
a) Análisis relacional entre variables (dependiente e independiente)



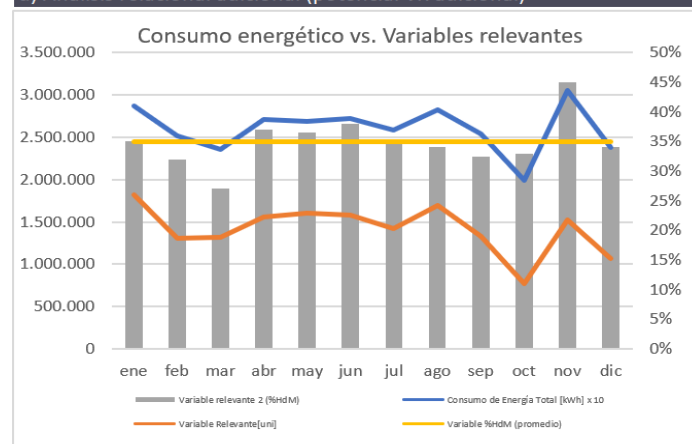
b) Análisis gráfico de regresión (Y= energía - X= unidades)



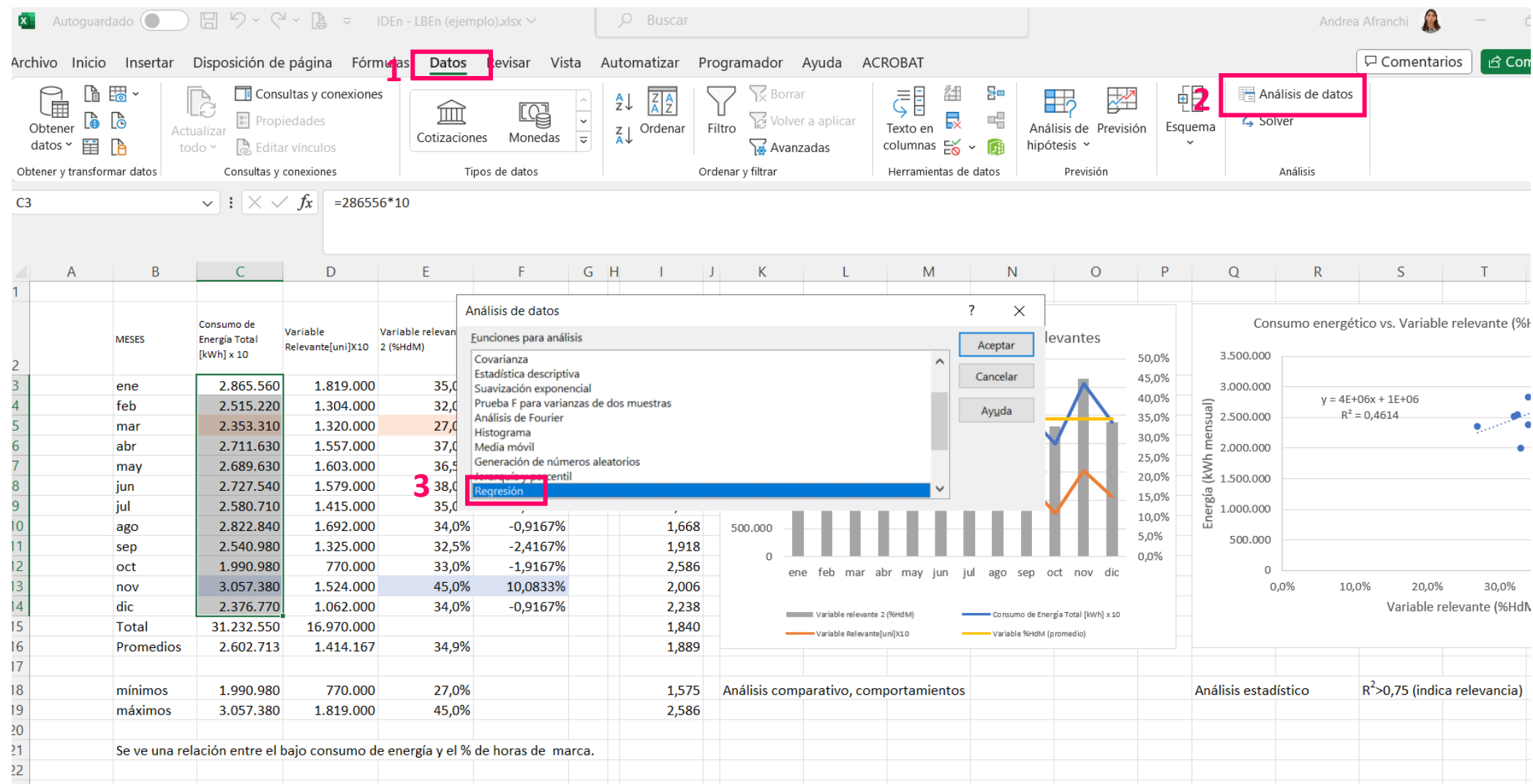
c) Representación del IDEn



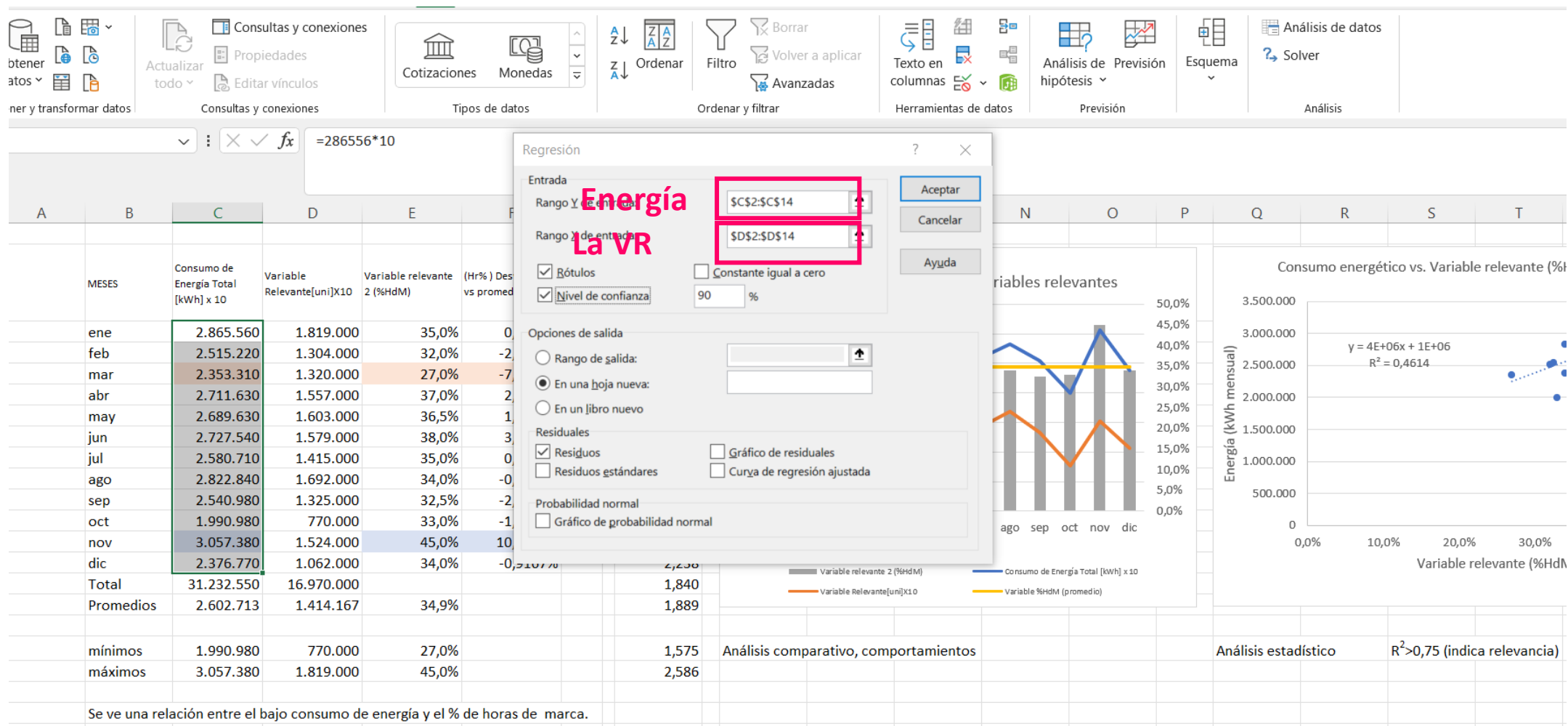
d) Análisis relacional adicional (potencial VR adicional)



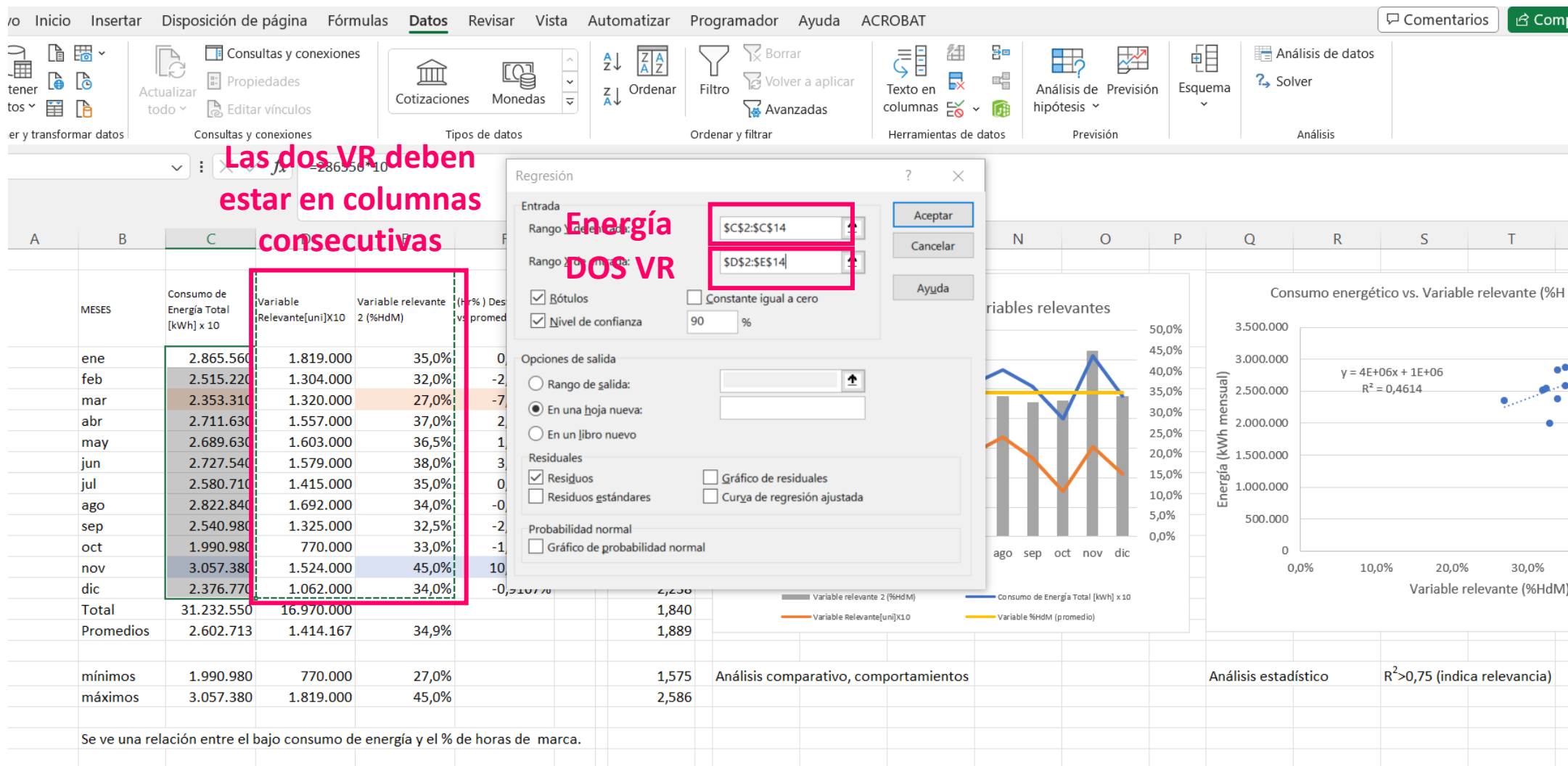
Regresión en Excel



Regresión en Excel (simple)



Regresión en Excel (múltiple)



Criterios de análisis

- Los detalles de los criterios se incluyen junto a los parámetros relevantes
- Recordar para a los fines estadísticos el valor crítico de F y la probabilidad pueden ser 0,05. PERO en medida y verificación de ahorros se aplican criterios más exigentes

Resumen

Análisis Estadístico -2 VR "Producción + HdM %"

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,968202545
Coefficiente de determinación R ²	0,937416168
R ² ajustado	0,92350865
Error típico	77272,83126
Observaciones	12

>0,75

2,97% <10%

ANÁLISIS DE VARIANZA

aceptable con comentarios hasta 1E-05

MUY Bueno si < 1E-10

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	804.945.445.369	4,02473E+11	67,40355485	3,83778E-06
Residuos	9	53.739.814.056	5971090451		
Total	11	858.685.259.425			

>1E+10

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 90,0%	Superior 90,0%
Intercepción	637.928,51	198254,356	3,217727588	0,010527668	189445,9994	1086411,023	274505,8869	1001351,135
Variable Relevante	0,720310123	0,087057635	8,273945435	1,68974E-05	0,52337207	0,917248176	0,560723646	0,8798966
%HdM	2709724,363	584785,525	4,633706286	0,00123019	1386847,599	4032601,127	1637746,454	3781702,271

MUY Bueno si < 1E-05

6.6 Recopilación de datos

REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS

PLANIFICACIÓN PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

El plan de recopilación de datos debe **controlar las características clave** y establecer **cómo y con qué frecuencia** se recopilarán y retendrán los datos.

Los datos
recopilados
deben incluir:

- las **variables relevantes** para los USEs
- **consumo de energía** relacionado con USEs y con la organización
- **criterios operativos** relacionados con los USEs
- **factores estáticos, si corresponde**
- **datos especificados** en los planes de acción.

EJEMPLO

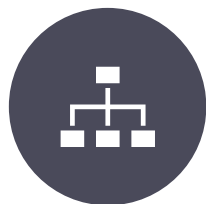
PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Objetivo:	Asegurar el seguimiento de las características principales que afectan al DE
PLAN	
Unidad de análisis	¿Cuáles son las unidades por analizar?
	¿Dónde se encuentran?
Método	¿Cómo se van a recolectar los datos?
	¿Cómo se van a preparar los datos para analizarlos?
ELEMENTOS DEL PLAN	
Variables que medir	Por cada unidad de análisis de este plan
Instrumento - (fuente)	Identificación (TAGs u otro mecanismo de identificación)
	precisión y repetición (de datos)
Frecuencias para	recopilación de datos
	conservación de datos
	revisión / actualización
Recursos	responsables
	otros recursos



ESTRUCTURA DEL SISTEMA



REQUISITOS – ISO50001:2018



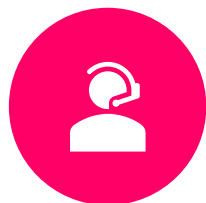
4. Contexto de la Organización



5. Liderazgo



6. Planificación



7. Apoyo



8. Operación



9. Evaluación de Desempeño



10. Mejora

8.1 Control operacional

8.2 Diseño

8.3 Adquisiciones

9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación del DE y del SGen

8.1 Planificación y Control Operacional

REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS

8.1 PLANIFICACIÓN Y CONTROL OPERACIONAL

Los **controles operacionales** son **herramientas claves del SGE** porque permiten conseguir ahorros de manera rápida, con baja inversión y sobre todo mantenerlo en el tiempo.

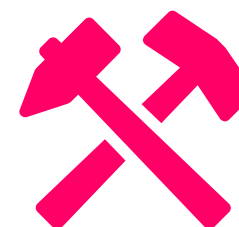
La organización debe planificar, implementar y controlar los **procesos relacionados con sus USEs**, mediante:

- a) el **establecimiento y definición de criterios** para la eficaz operación y mantenimiento en los casos de USEs
- b) la **comunicación apropiada de los criterios** al personal
- c) la **implementación las actividades de operación y mantenimiento de acuerdo con los criterios** operacionales (tanto para las instalaciones como para los procesos, sistemas y equipos).
- d) **Mantenimiento y conservación de la ID que garantice** que los procesos se han implementado según lo planificado

Recupero del 1° encuentro

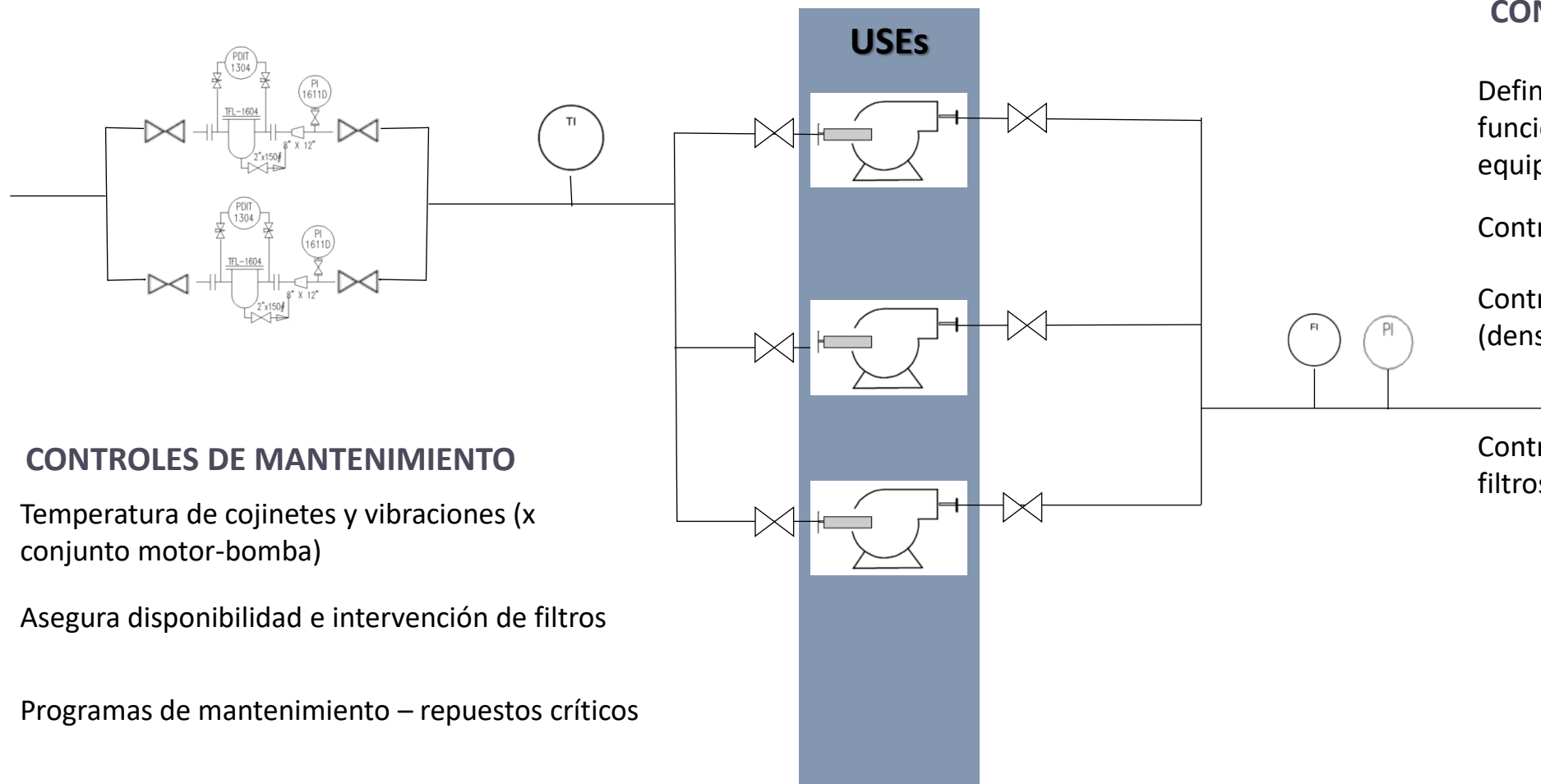
HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL OPERACIONAL (algunos ejemplos)

Es recomendable hacer extensivas estas **herramientas**, de manera de **incluir actividades/ equipos que impacten en los USEs** y/o tengan oportunidades de reducción del consumo energético



EJEMPLO DE CONTROLES OPERACIONALES (caso de estudio)

ESQUEMA SIMPLIFICADO (SIMIL A LOS TABLEROS DE CONTROL)



CONTROLES DE MANTENIMIENTO

Temperatura de cojinetes y vibraciones (x conjunto motor-bomba)

Asegura disponibilidad e intervención de filtros

Programas de mantenimiento – repuestos críticos

CONTROLES OPERATIVOS

Definición de lógica de operación en función del “caudal” y revisión de equipos de bombeo

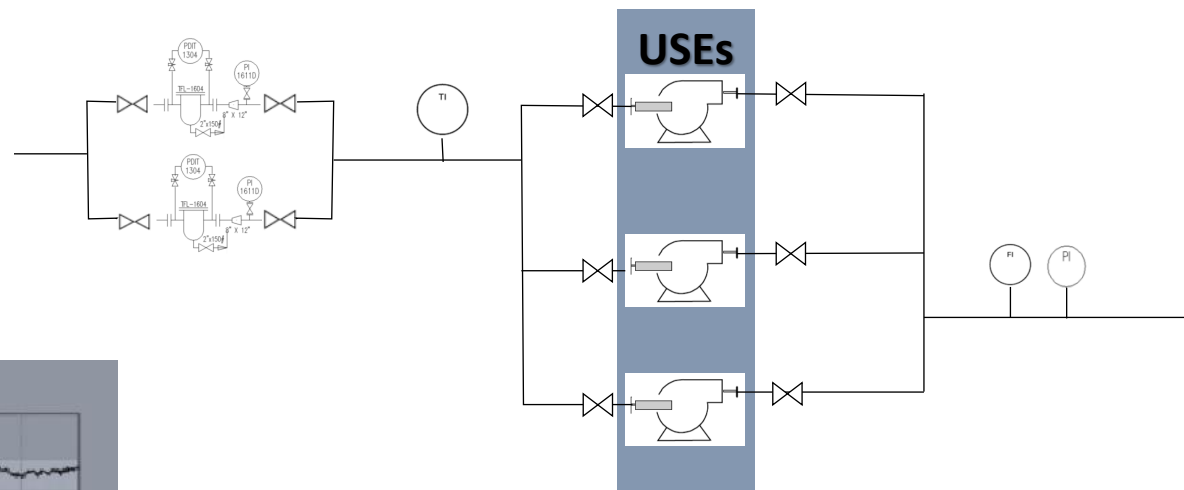
Control de la presión de descarga

Control de Temperatura del fluido (densidad)

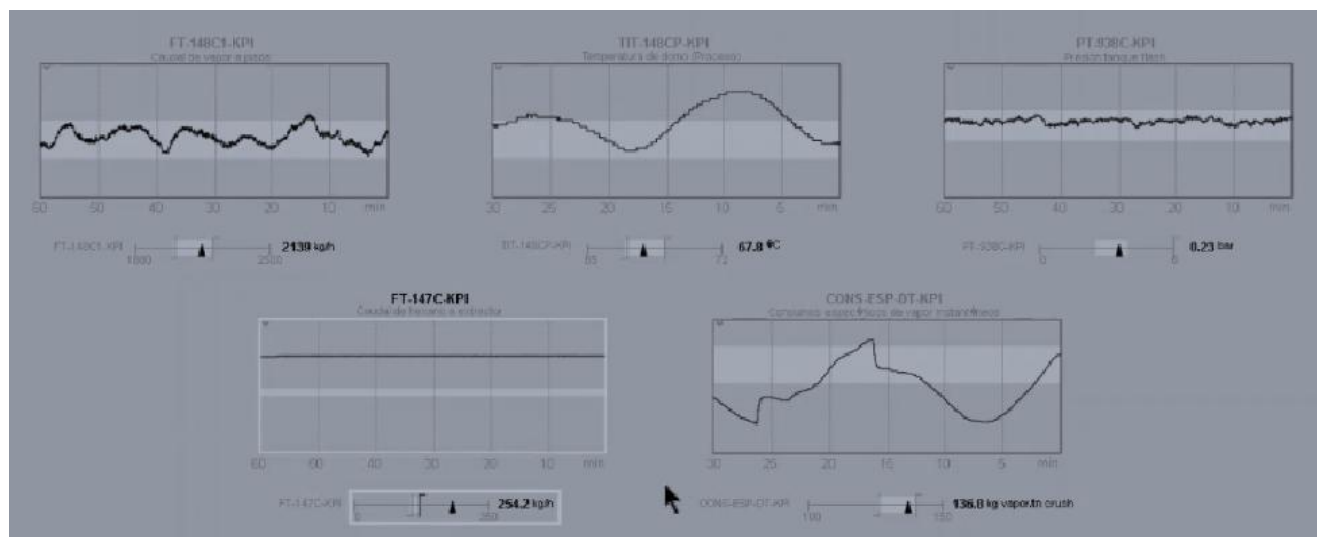
Control de la caída de presión de los filtros

Característica Clave: Operación de los USEs (EJEMPLO)

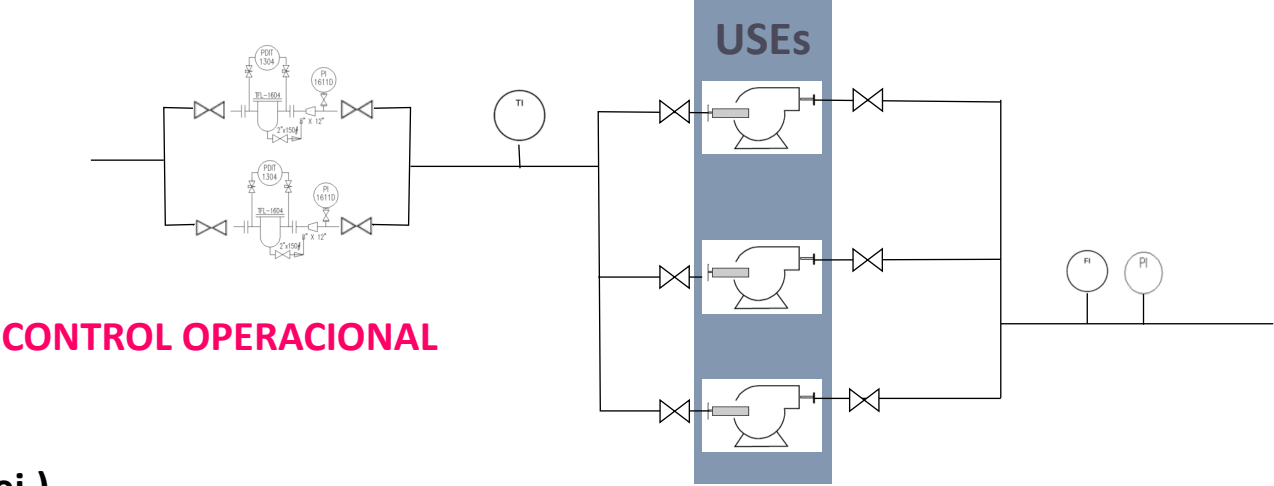
CONTROL OPERACIONAL



DESARROLLO DE UN CONTROL OPERACIONAL EN PI/SCADA (ej.)



Característica Clave: Operación de los USEs (EJEMPLO)



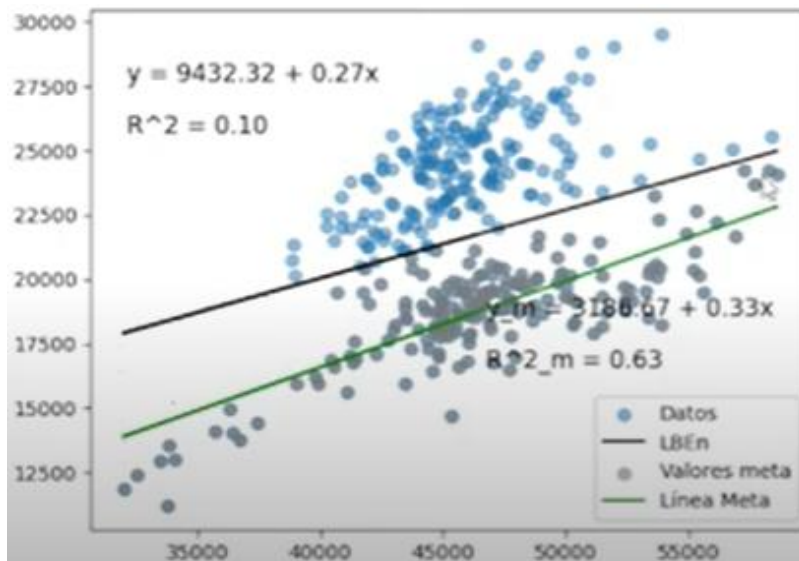
DESARROLLO DE UN CONTROL OPERACIONAL SIN PI/SCADA (ej.)

Fecha: dd-mm-aa Responsable operativo: Operador 1 – Juan Perez

Parámetro	Hr. de registro	Valor	Rango	Acción inmediata		Acción correctiva	
P diferencial de filtro F501A	7:15	510	< 500 gr _f /cm ²	Conmutar filtro	SI	Limpieza (MTO)	Pendiente (OT-xxx)

Identificación de controles operaciones (caso real)

La identificación se conecta con el análisis de la LBEn, en este caso se observan dos condiciones operativas diferentes.



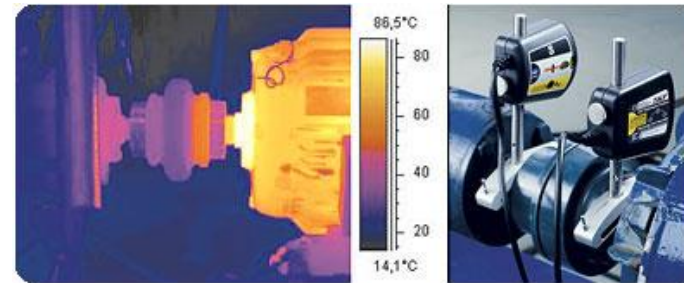
USEs (sistema de bombeo de nnnnnn)

Las VR principales es el caudal y la presión; PERO se observan dos condiciones de operación diferentes.

Surge así la posibilidad de desarrollar un control operacional; esquema de despacho de las bombas.

Control Operacional - Mantenimiento

1. El 45-50% del costo del ciclo de vida de una bomba es la energía que consume. Realizar una gestión del activo adecuada puede incrementar en un 10-15% su eficiencia.
2. Realizar correcta alineación de ejes reduce en promedio el 5% del consumo de energía.



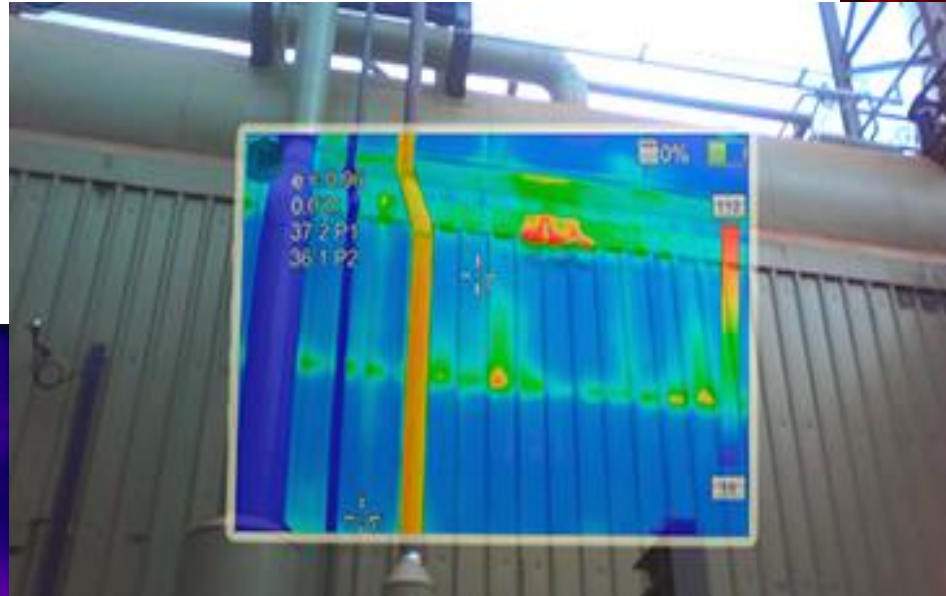
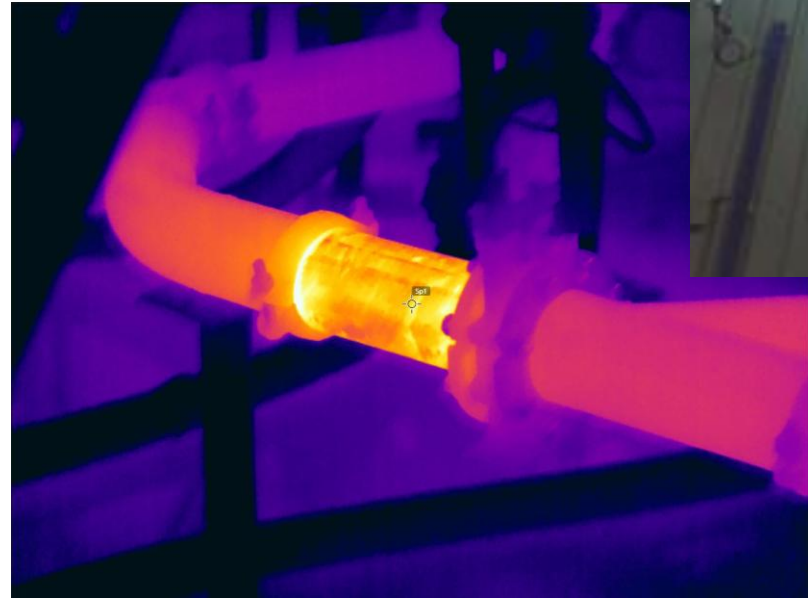
Control Operacional (caso real)

Control de la combustión de los MCI

- Posibles VR (afectación del DE)
 - Temperatura del aire de combustión (baja capacidad de gestión)
 - Calidad del combustible (en algunos casos se puede gestionar indirectamente, depende).
 - Temperatura del combustible (control operacional)
 - Exceso de aire (control operacional)
 - Temperatura de gases de escape (monitoreo)



CHEQUEO DE AISLACIONES



8.2 Diseño

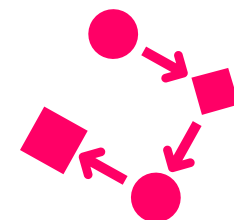
REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS

8.2 DISEÑO



NO SE CENTRA EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS O SERVICIOS

- La organización *debe considerar las oportunidades de mejora del DE y del control operacional en el diseño* de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, de sistemas y procesos que pueden tener un impacto significativo en su desempeño energético. También se puede aplicar este requisito como parte de un plan de acción o en acciones preventivas o correctivas.



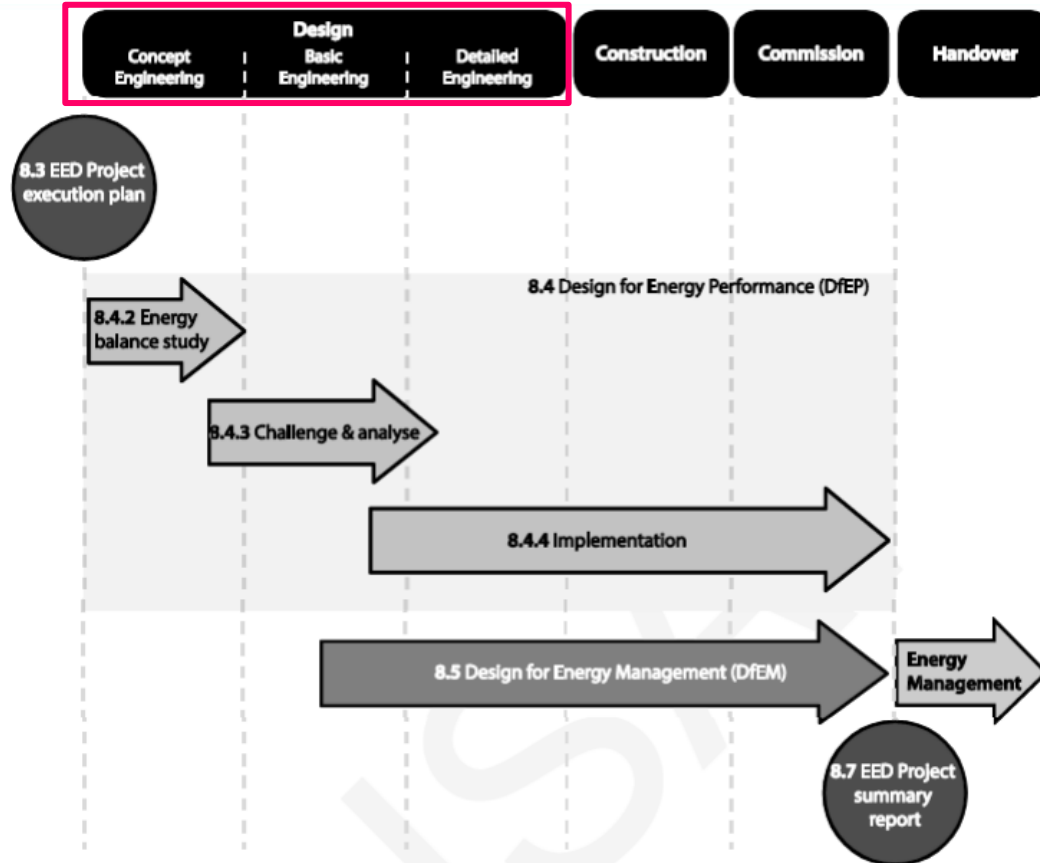
8.2 DISEÑO

- Los *resultados de la evaluación del DE deben incorporarse*, cuando sea apropiado, de los proyectos pertinentes *al diseño, a la especificación y a las actividades de compras*.
- Los resultados de la actividad de diseño *deben conservarse como ID*.
- Si la organización ya dispone de un proceso de diseño, gestión del cambio o similar, revisarlo para que incluya los requisitos de la norma.



SECUENCIA DE ACTIVIDADES TÍPICA

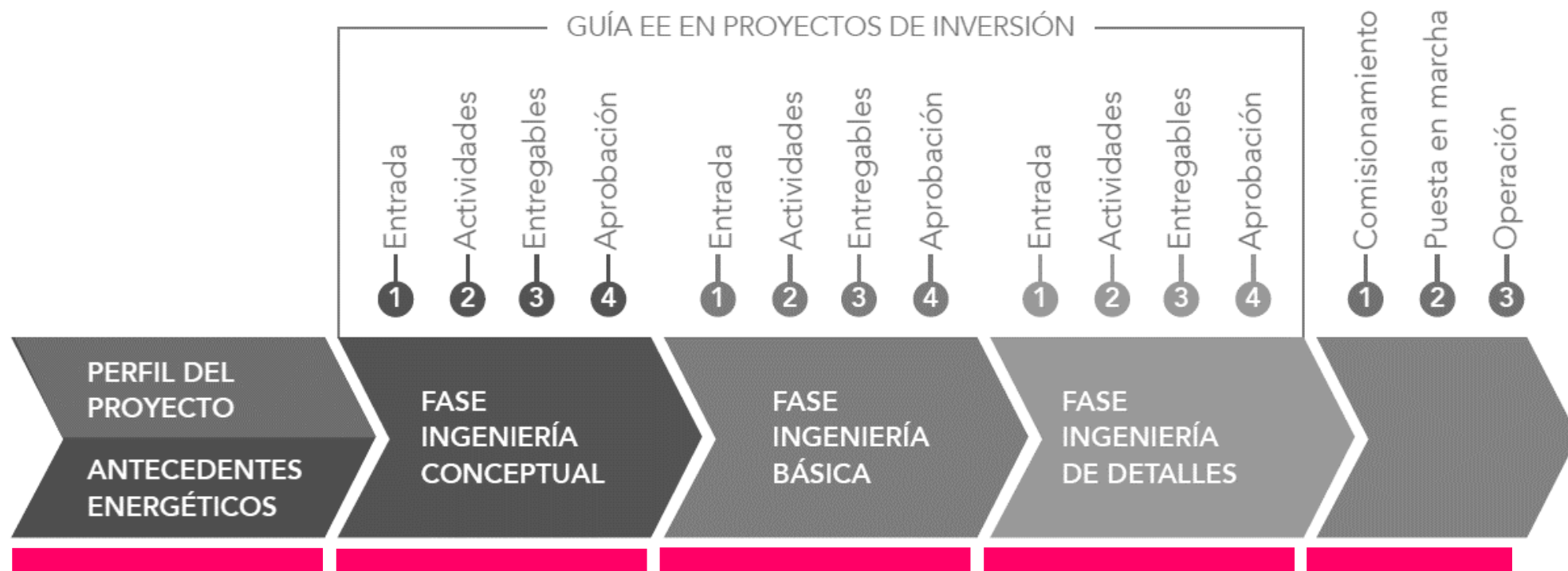
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL DISEÑO , INCLUIR EL CONTROL OPERACIONAL Y MEDICIONES



Cuanto más temprano se evalué la EE en un proyecto, mayor será el potencial de ahorro y menores costos de implementación

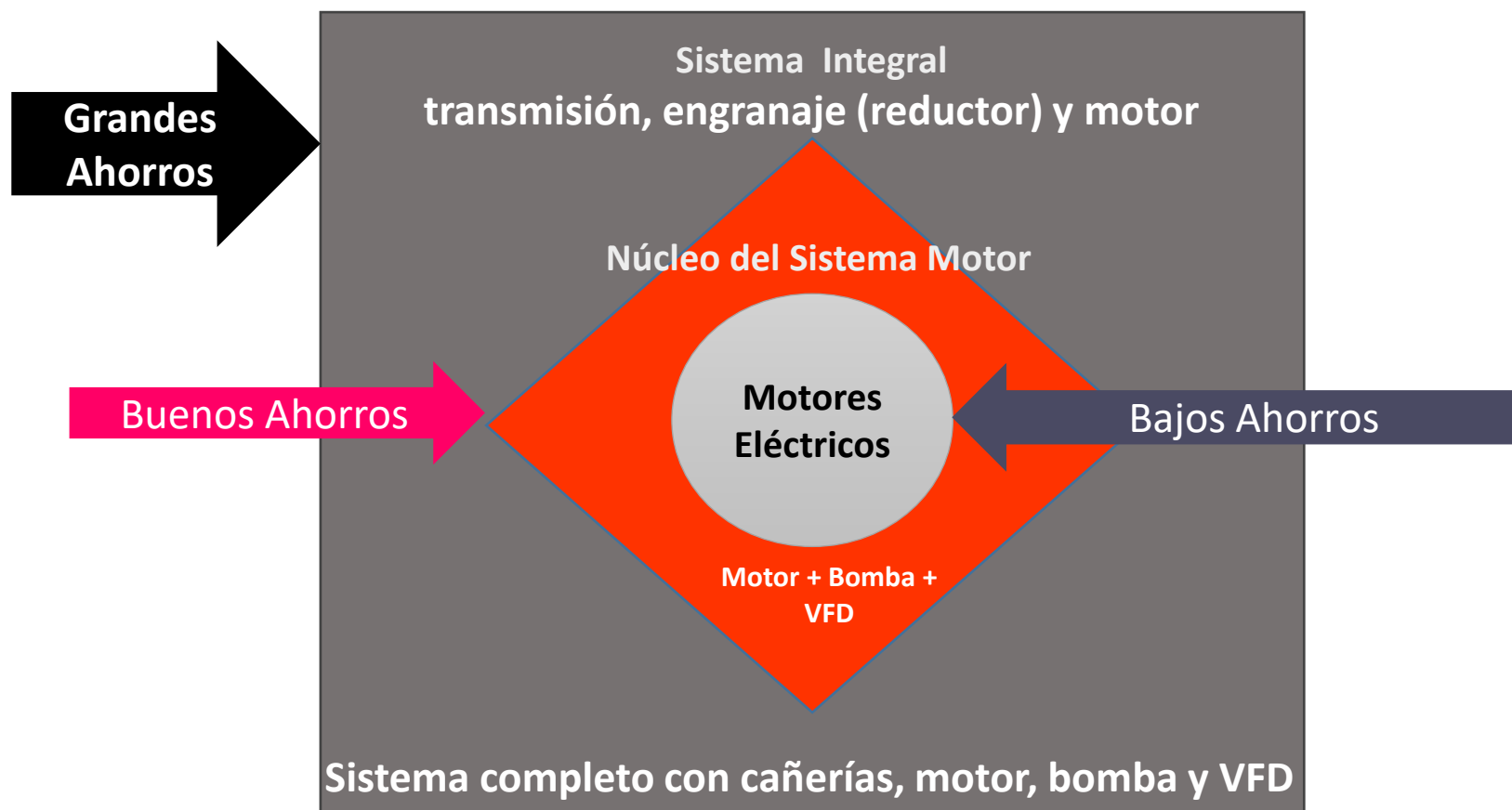
energy efficient design methodology SEAI

Esquema de trabajo metodología EED



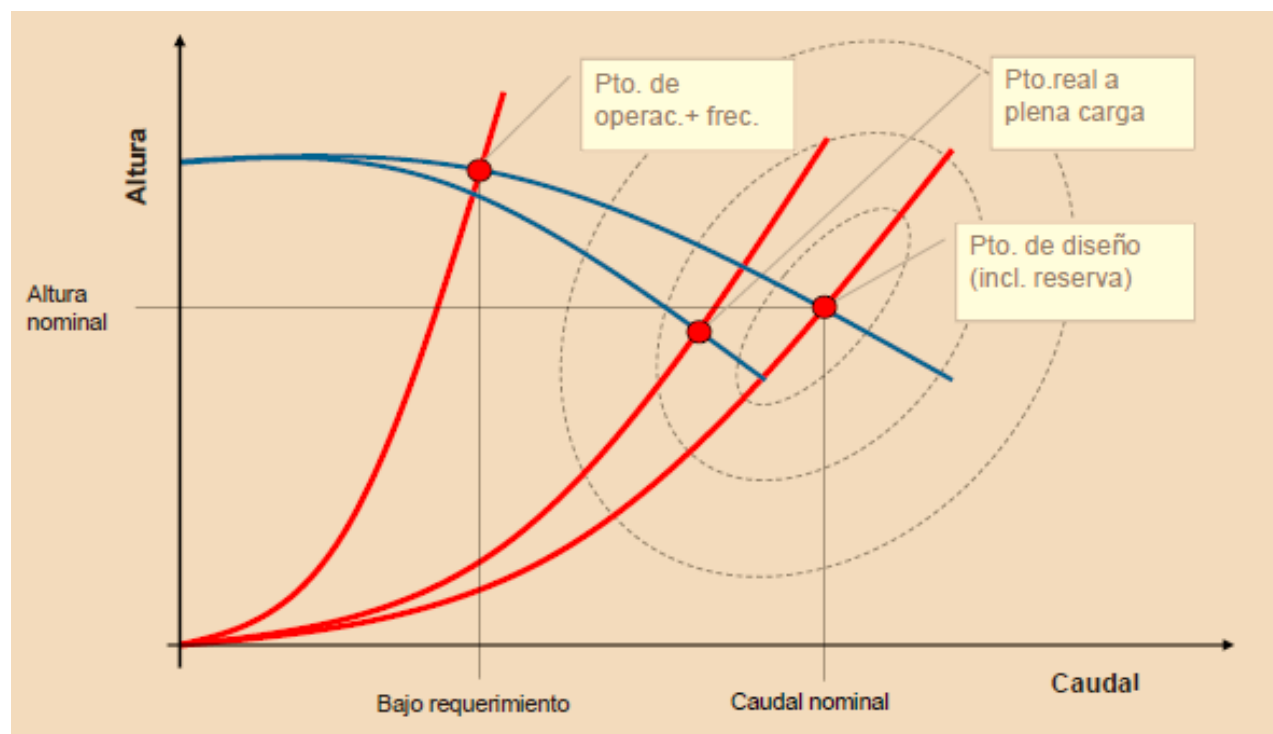
energy efficient design methodology SEAI

Motor eléctrico integrado a un Sistema



Problemática de los Sistemas de Bombeo

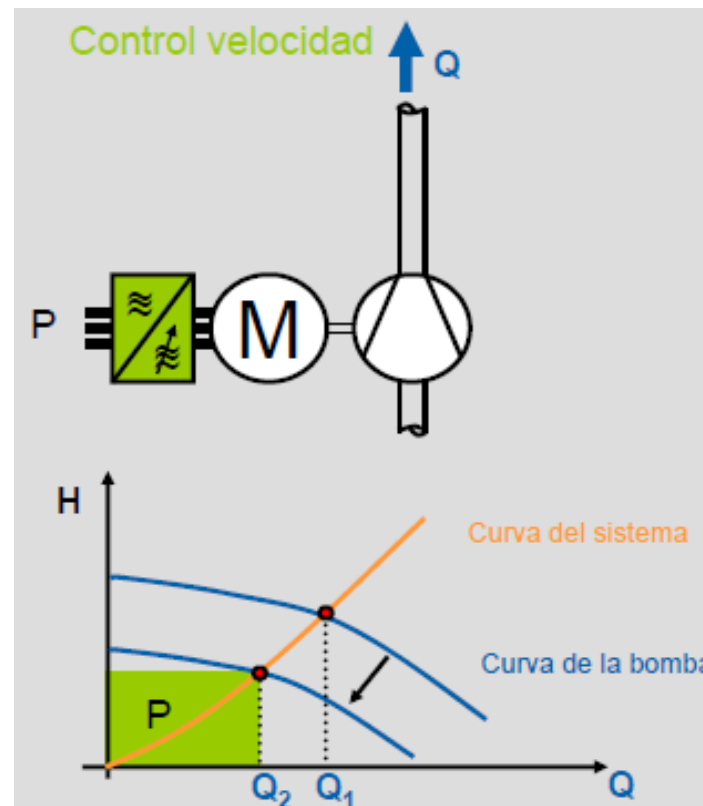
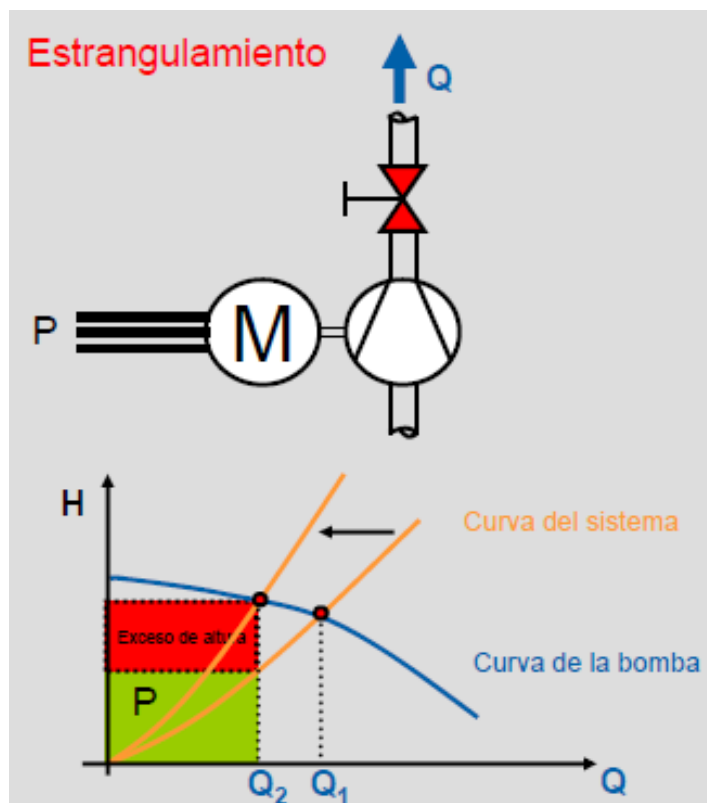
Muchas bombas se encuentran trabajando fuera de zona óptima de diseño. Generalmente por **sobredimensionamiento**.



Fuente: "Asociación de Consultores - Instaladores" – KSB - ITUR.

Problemática de los Sistemas de Bombeo

Sistemas que demandan cargas variables y no disponen de un control adecuado (válvula de estrangulación).



Fuente: "Asociación de Consultores - Instaladores" – KSB - ITUR.

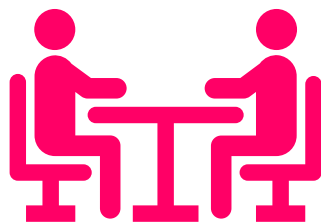
8.3 Adquisiciones

REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS

8.3 ADQUISICIÓN



Al **ADQUIRIR** servicios de energía, productos y equipos con impacto en los USEs, se debe informar a los proveedores que las compras serán evaluadas (también) sobre la base del DE (criterio de selección).



8.3 ADQUISICIÓN

La organización debe:

- Establecer e implementar *criterios para evaluar el uso y consumo de la energía*, así como la *eficiencia energética* durante la vida útil al adquirir productos, equipos y servicios que tengan un impacto significativo en el DE.
- **Definir, comunicar y conservar la ID de las especificaciones** de adquisición de energía, cuando sea aplicable, para el uso eficaz de la energía.



9.1 Seguimiento

REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS

9. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO



Requisitos

- **Seguimiento, medición, análisis y evaluación**
- Evaluación del cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos
- Auditoría Interna del SGEn
- Revisión por la Dirección

9.1 SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL DE Y SGE_n

La organización debe asegurar que las *características clave* de sus operaciones que determinan el DE *se sigan, se midan y se analicen a intervalos planificados*.

9.1 SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL DE Y SGE_n

Seguimiento

- Actividad periódica

Medición

- Lectura y registro de datos

Análisis

- Uso de los datos (estudio/observación)

Evaluación

- En base al análisis, se llega a una conclusión y se toman decisiones

Recupero del 1° encuentro

9.1 SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL DE Y SGEN



Recupero del 1º encuentro

Característica Clave: PLAN DE ACCIÓN (EJEMPLO)

CONTENIDO HABITUAL DE UN PLAN DE ACCIÓN

Objetivo	Meta	Acción	Descripción de la acción	Responsable	Plazo de ejecución	Recursos

REQUERIMIENTOS ADICIONALES AL CONTENIDO HABITUAL

¿Cómo se mide la mejora del DE/SGEn?	¿Cómo se mide la eficacia?

Característica Clave: PLAN DE ACCIÓN (EJEMPLO)

CONTENIDO HABITUAL DE UN PLAN DE ACCIÓN

Objetivo	Meta	Acción	Descripción de la acción	Responsable	Plazo de ejecución	Recursos

REQUERIMIENTOS ADICIONALES AL CONTENIDO HABITUAL

¿Cómo se mide la mejora del DE/SGEn?	¿Cómo se mide la eficacia?	Estatus	Fecha de última actualización	Observaciones / Comentarios

SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN

9.1.1 SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL DE Y SGE_n

Las características clave deben incluir como mínimo:

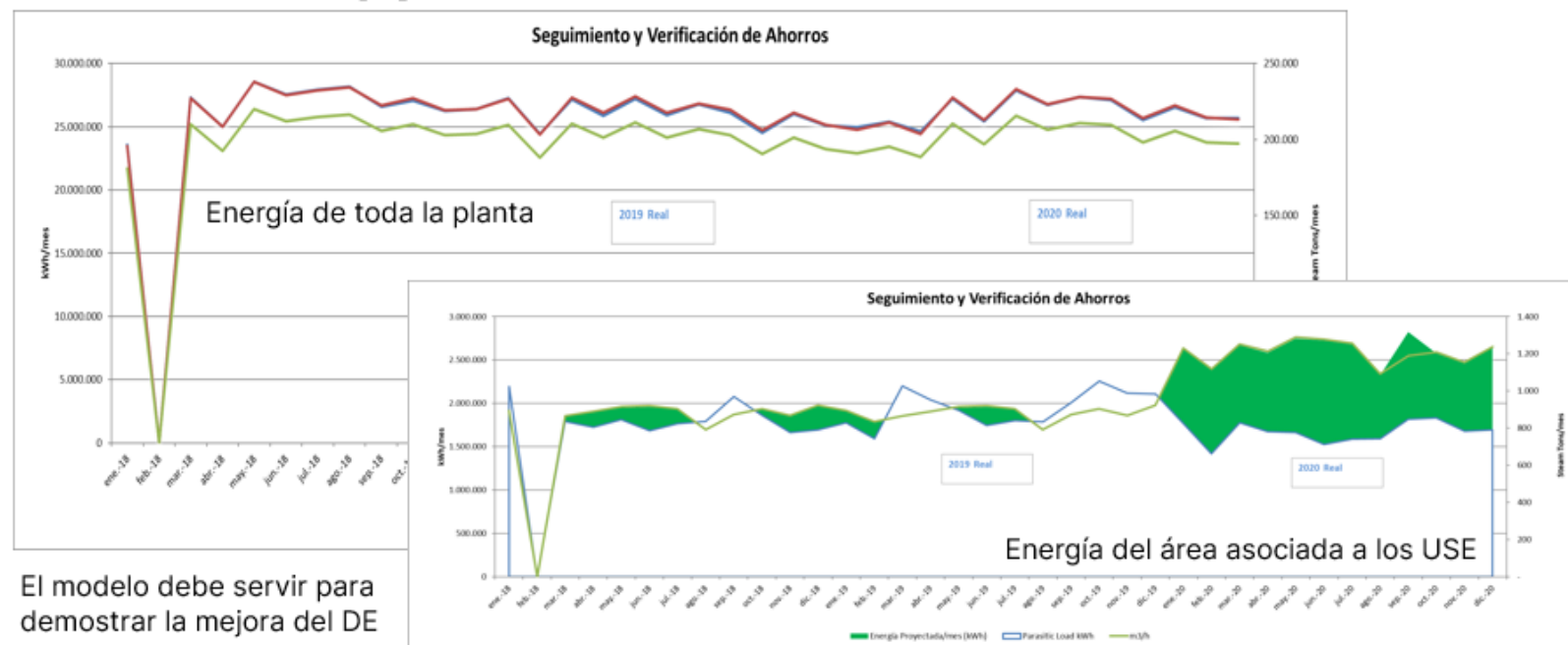
- 1) La eficacia de los **planes de acción** para alcanzar los objetivos y las metas;
- 2) Los **IDEn**;
- 3) Los **USEs** y otros elementos resultantes de la **revisión energética** (fuentes de energía, usos y consumos futuros, etc.).
- 4) Las **variables relacionadas con los USEs** y factores estáticos según aplica.
- 5) La evaluación del **consumo energético real** contra el esperado.

La calibración de los EM (elementos de medición) relacionados con el CE (consumo energético) y VR, entre otros parámetros, deben estar vigentes (6.6).

LBE_n MIDE LA MEJORA DEL DE (Característica CLAVE)

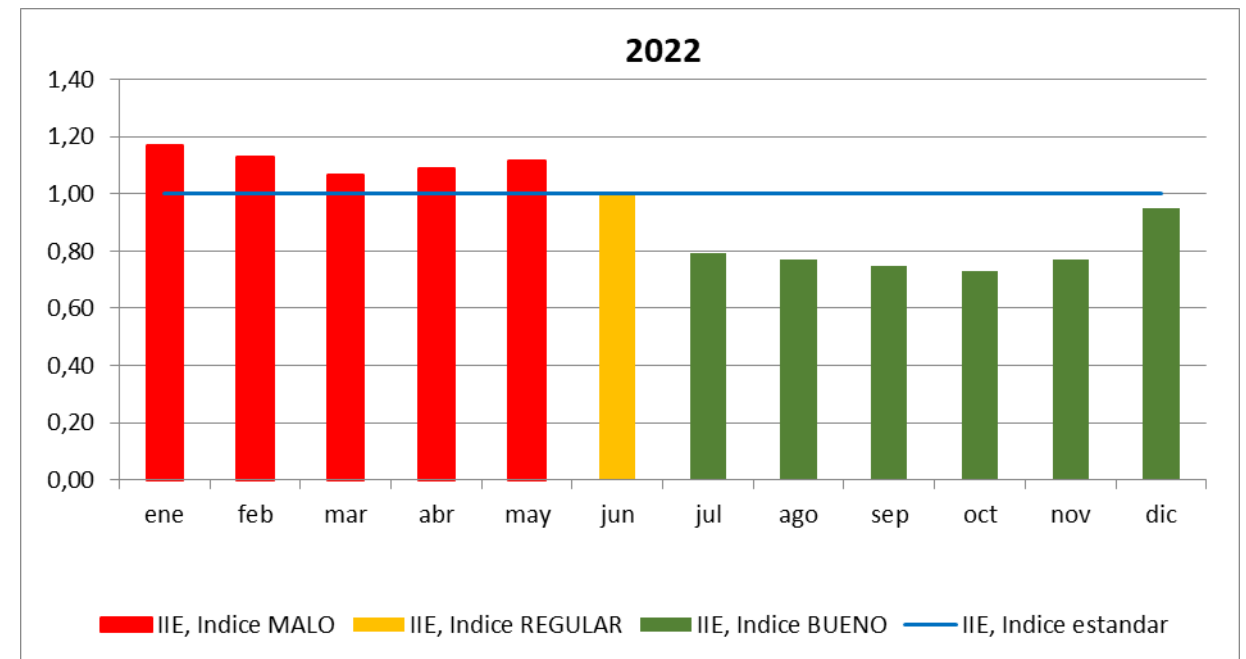
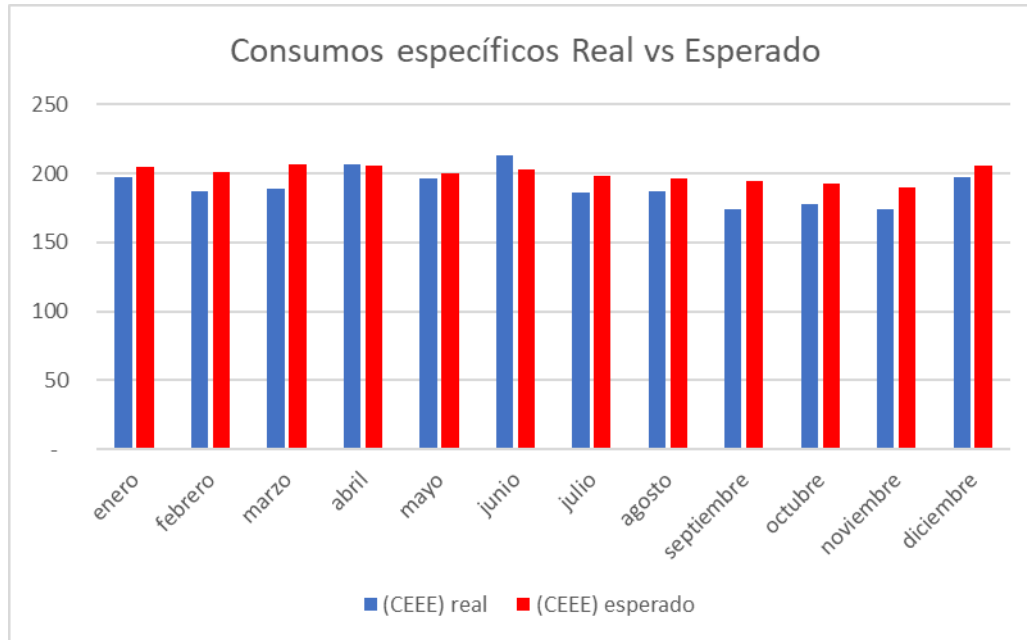
6.5 LBE_n

MIDE LA MEJORA DEL DE



Recupero del 1° encuentro

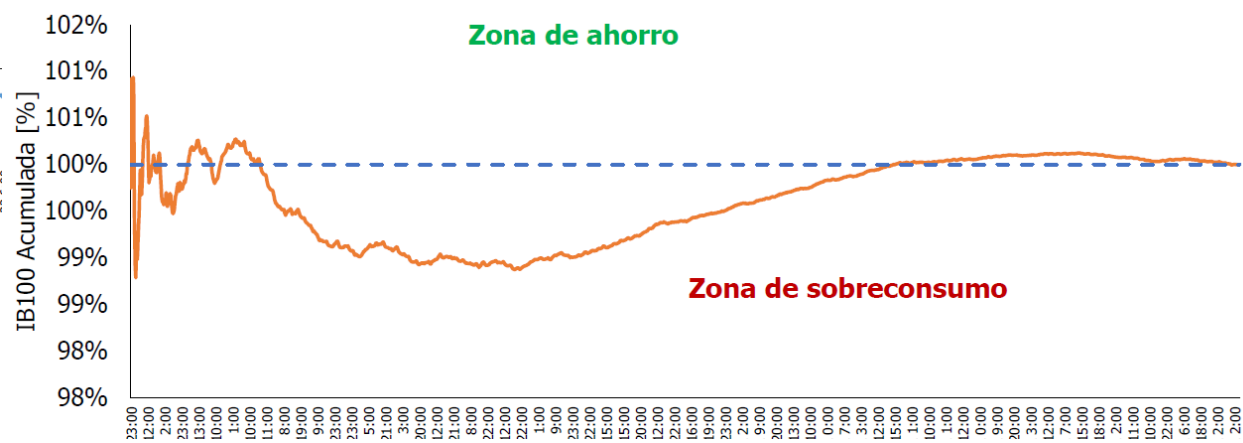
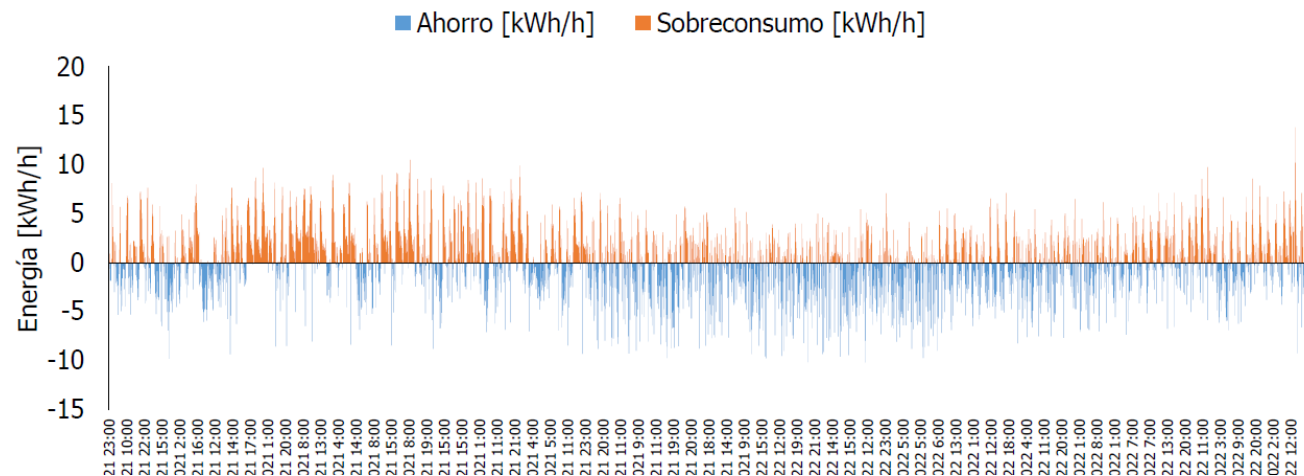
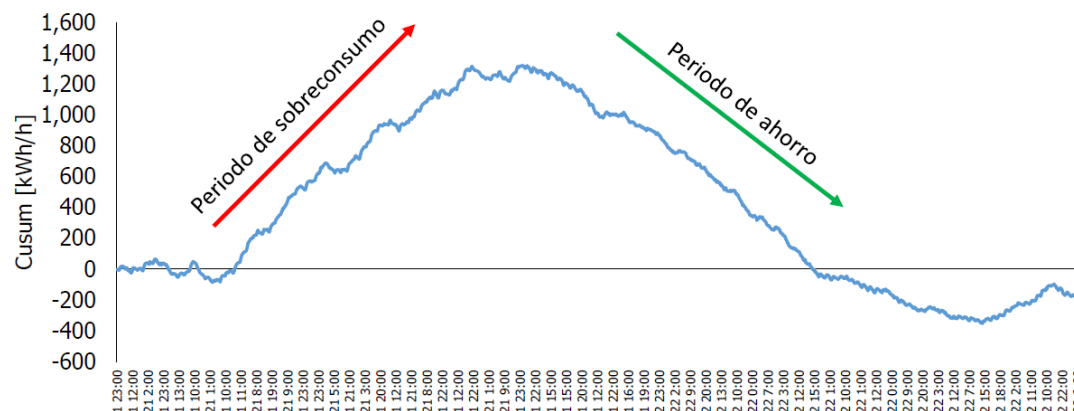
IDEn (Característica Clave) (EJEMPLO)



Redes de Aprendizaje en SGen de Argentina (EuroClima – UE)

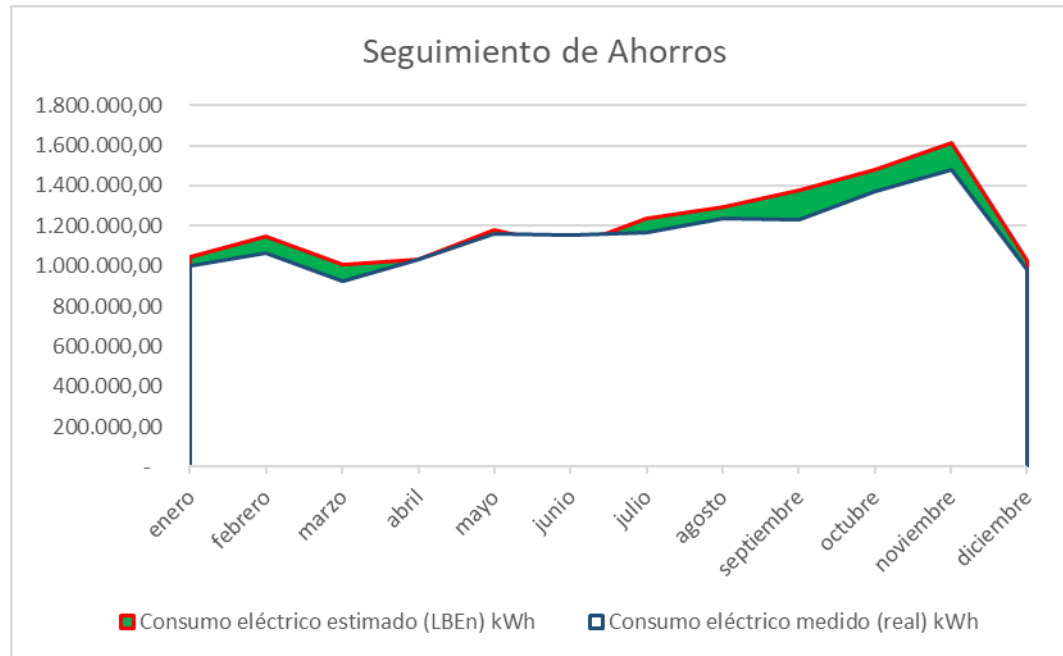
6. Indicadores de Desempeño Energético

Indicadores y seguimientos ejemplos



Curso LBEEn – IEREC – Instructor Alex Barraza

Consumo de energía Real vs Esperado (Característica Clave) - (EJEMPLO)



Detalle	Consumo (kWh/a)
Consumo esperado (LBEn)	14.531.830
Consumo real	13.799.469
Ahorro de energía	732.361
Ahorro porcentual	5%

Adaptación propia en base a información - Redes de Aprendizaje en SGE de Argentina (EuroClima – UE)



¿PREGUNTAS?

Gracias por su atención.

eficiencia@santafe.gov.ar

Secretaría de Energía

Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética



Ministerio de
Desarrollo Productivo