



Sección
Española

Setting the Standard for Automation™



CEA
comité
español de
automática

El Control Automático como herramienta para ganar más dinero

Rafael González Martín

Estándares
Certificaciones
Formación
Publicaciones
Conferencias

XXXV Jornadas Automática , Valencia, 4 septiembre 2014

Contenido



- Fe de erratas: “El Control automático como herramienta para ~~ganar más dinero~~ que los demás ganen más dinero”
- En esta presentación vamos a compartir algunas dificultades propias de esta especialidad y en particular las que surgen cuando se defienden proyectos de automatización en la industria
- Se presenta una metodología sencilla que permite poner en valor la mejora del sistema de control
- Se propondrá un debate al final de la presentación al objeto de compartir experiencias

Sumario



- Un control qué?
- Pirámide de Control
- Reducir variabilidad para que?
- Claves Economicas
- Casos de Estudio
- Conclusiones
- Debate

Un control qué?



Porqué nos pasan estas cosas?

- Historia de la abuela: “Si tanto te cuesta explicarlo... no será muy importante”
- Objetivos del curso
- Aprobación de inversiones
 - De media, un 5% de la inversión corresponde al capítulo de automatización. (*poca importancia*)
 - Muchos proyectos se aprueban por stress tecnológico. (*copiamos al vecino, poca innovación*)
 - En muchos casos la componente personal es fundamental. (*solo me fío del que conozco*)

estrictamente necesario

La automatización se percibe como un gasto, no como una inversión. En necesario invertir esta línea de pensamiento y nosotros somos responsables.

Pirámide de Control (1/5)



Al subir en la pirámide de control se suelen usar los argumentos siguientes (hay que usarlos “sin piedad”):

1. Seguridad

Proteger a las personas y los activos de la empresa

Pirámide de Control (2/5)



Al subir en la pirámide de control se suelen usar los argumentos siguientes:

1. Seguridad
2. Cumplimiento de las especificaciones de calidad de los productos

- Conseguir la calidad que demanden los clientes o las normativas
- Su no consecución suele acarrear problemas importantes:
 - Costes de reprocesamiento
 - Pérdidas de producto
 - Venta a menor precio como “segunda calidad”
 - Pérdida de mercado y de prestigio
 - Multas de la Administración

Pirámide de Control (3/5)



Al subir en la pirámide de control se suelen usar los argumentos siguientes:

1. Seguridad
2. Cumplimiento de las especificaciones de calidad de los productos
3. Eficiencia de los operadores

- Aumentar su capacidad de decisión
- Enfocar su trabajo a mejorar la producción en vez de a mantenerla
- Optimizar recursos

Pirámide de Control (4/5)



Al subir en la pirámide de control se suelen usar los argumentos siguientes:

1. Seguridad
2. Cumplimiento de las especificaciones de calidad de los productos
3. Eficiencia de los operadores
4. Rechazo de perturbaciones y aumento de la estabilidad del proceso

- Reducir las desviaciones con respecto a las consignas fijadas
- Poder poner las consignas más cerca de los límites operativos o de las especificaciones de calidad de los productos, siempre que suponga una operación más económica.
- Mejorar, y en algunos casos posibilitar, la estabilidad del proceso

Pirámide de Control (5/5)



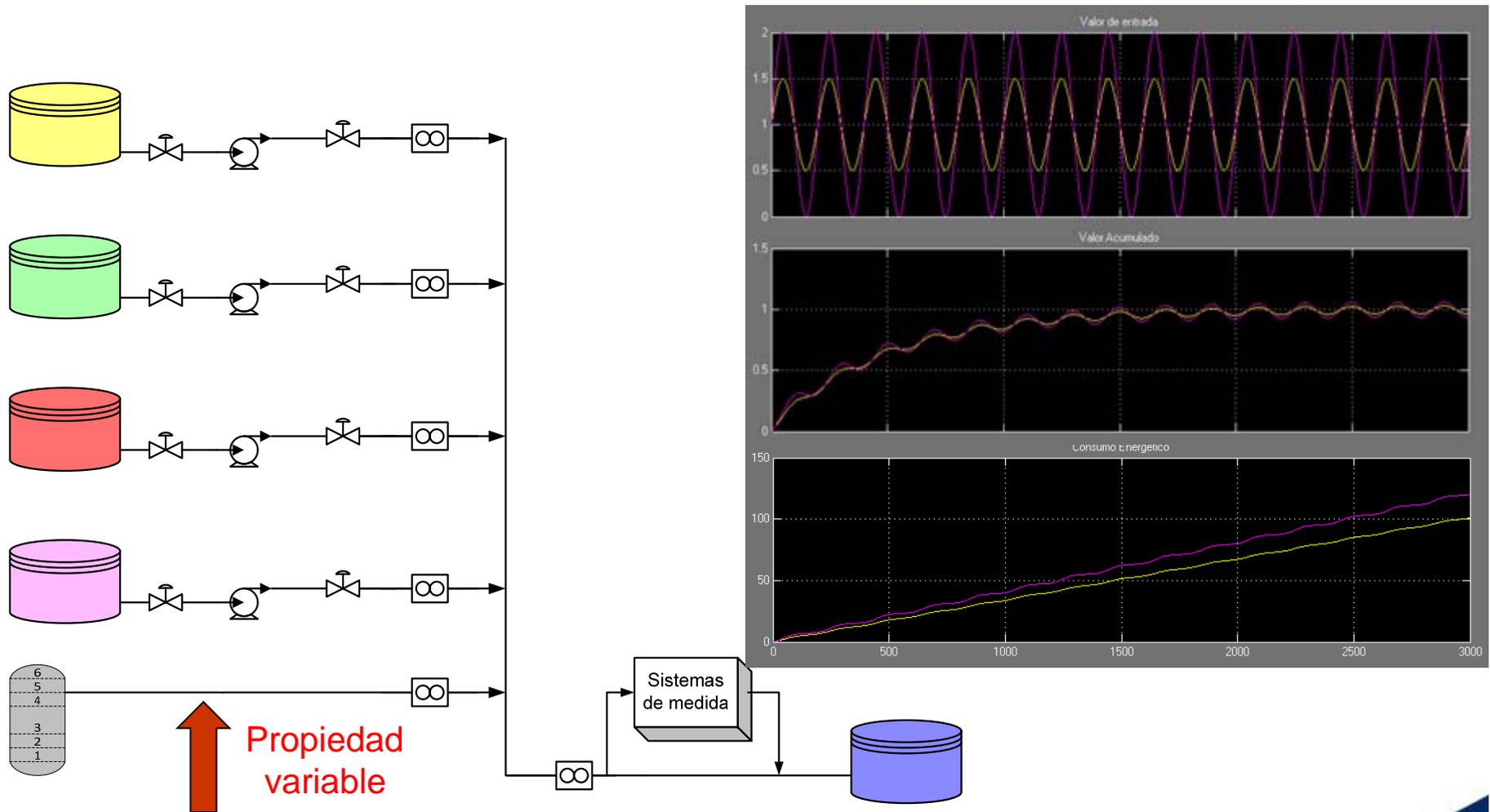
Al subir en la pirámide de control se suelen usar los argumentos siguientes:

1. Seguridad
2. Cumplimiento de las especificaciones de calidad de los productos
3. Eficiencia de los operadores
4. Rechazo de perturbaciones y aumento de la estabilidad del proceso
5. Maximización de productividad del proceso



Reducir variabilidad?

Para qué, si al final se mezcla todo?



Claves económicas

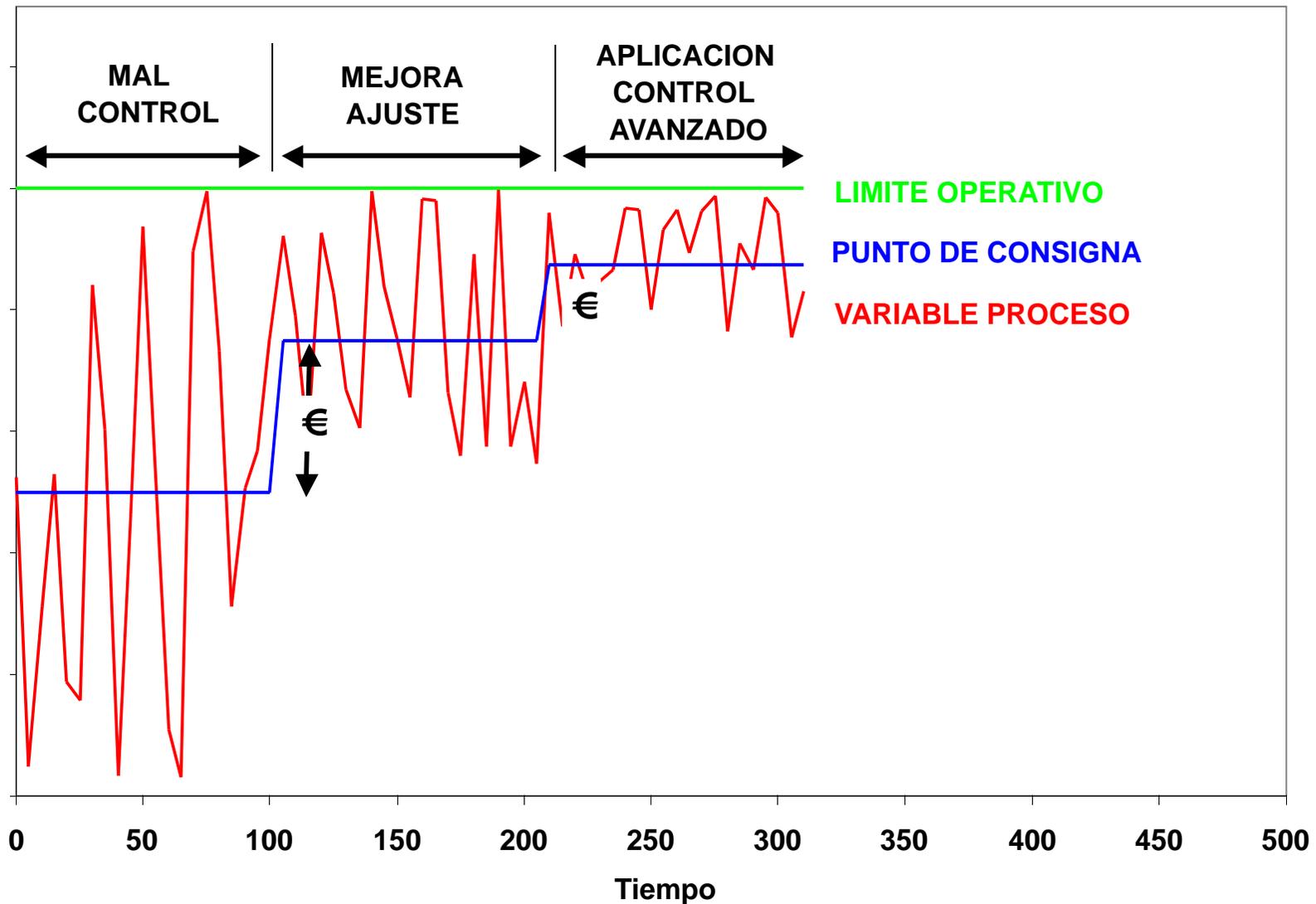
- Para calcular los beneficios derivados de una mejora en el sistema de control se puede utilizar el siguiente método. Es válido para casi cualquier proceso de producción:



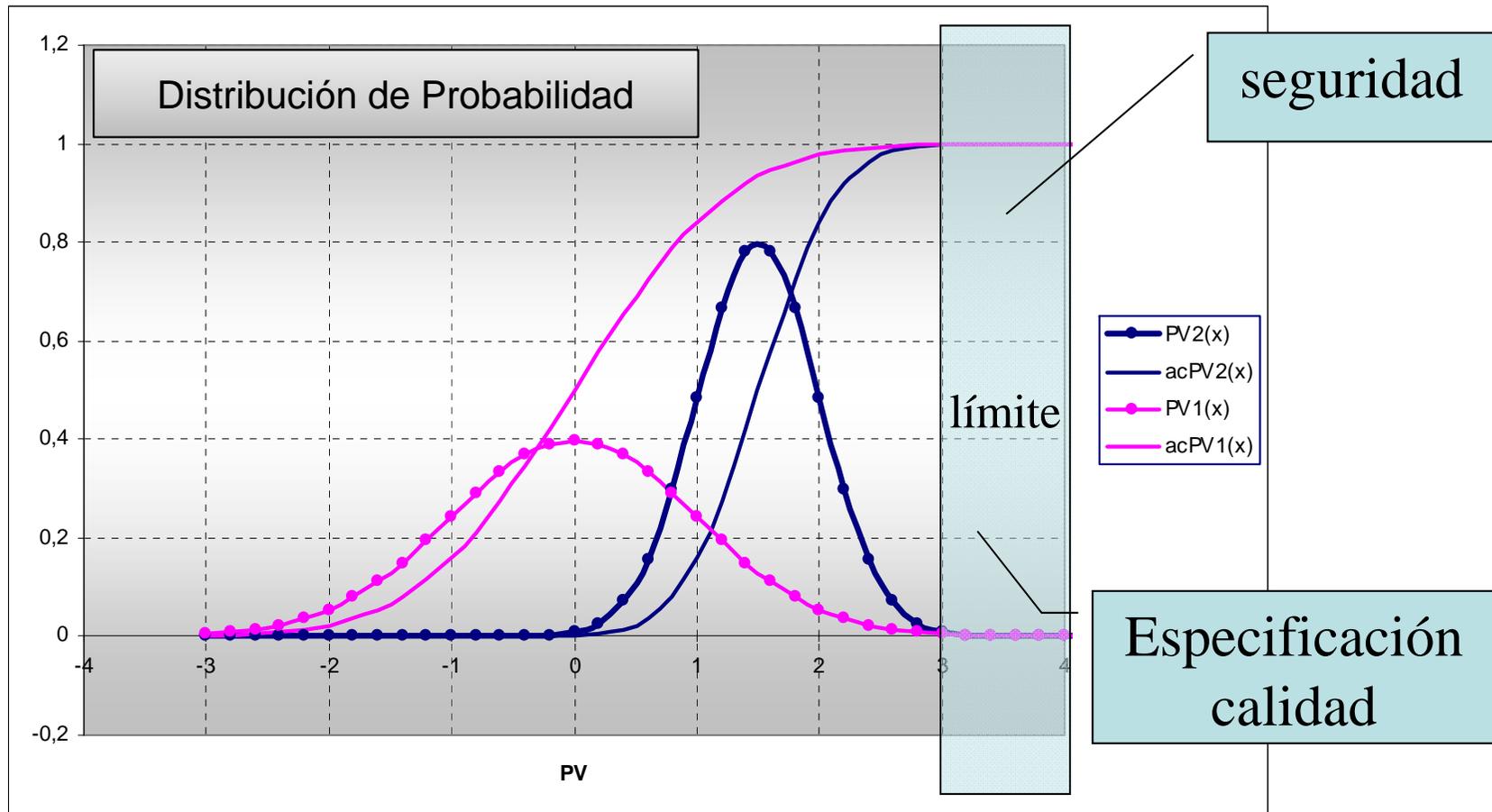
$$\text{Beneficio} = \underbrace{\text{PROD} * \$_{\text{prod}}}_{\text{Ingresos}} - \underbrace{\text{m.prim.} * \$_{\text{mp}} - \text{coste}_{\text{producción}}}_{\text{Costes}} - \underbrace{\text{inversión}}_{\text{Inversión}}$$

- La inversión se suele considerar nula en la mayoría de los casos. Los tiempos de retorno suelen ser ínfimos.
- Acercamiento a la especificación basandose en la regla del mismo porcentaje “same percentage rule”
- Optimización derivada de las no linalidades del proceso

Claves Económicas: mismo % (1/2)



Claves Económicas: mismo % (2/2)



$$\left. \begin{array}{l} \overline{pv_1} + 3\sigma_1 = pv_{\max} \\ \overline{pv_2} + 3\sigma_2 = pv_{\max} \end{array} \right\} \overline{pv_2} - \overline{pv_1} = \Delta SP = 3(\sigma_1 - \sigma_2), \Delta SP - > 1.5\sigma_1$$

Claves Económicas: no linealidad (1/2)



- En casi todos los procesos la energía requerida para producir en un punto de operación es una función no lineal

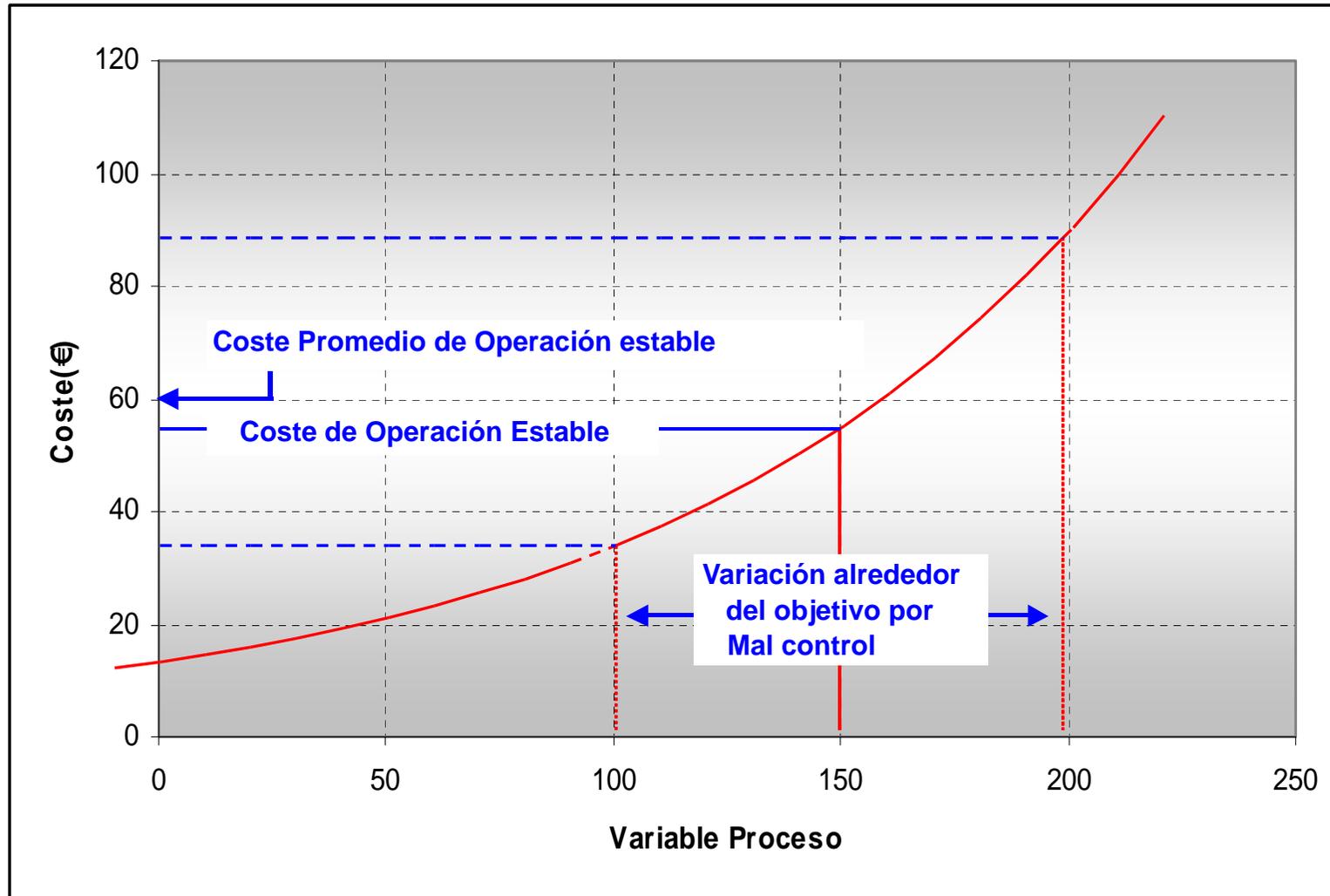
Calor de transferencia radiante (Ley de Stefan): $Q = \sigma T^4$

Calor transferido zona convectiva: $Q \propto T^{5/4}$

Intercambio de calor: $Q = \frac{UA(\Delta T_{in} - \Delta T_{out})}{\ln\left(\frac{\Delta T_{in}}{\Delta T_{out}}\right)}$

Potencia eléctrica: $P = R \times i^2$

Claves Económicas: no linealidad (2/2)



Asumiendo el coste de la energía lineal.

Caso de Estudio: Splitter (1/2)

Valores típicos de las principales variables de operación:

- caudal de alimentación: 20-30 m3/h
- Composicion de la carga : 70-85 % de C3=, resto C3 y C2 residual
- Composicion de C3= en cabeza: 97-99.5%
- Composicion de C3= en fondo: minima posible



Antes de:

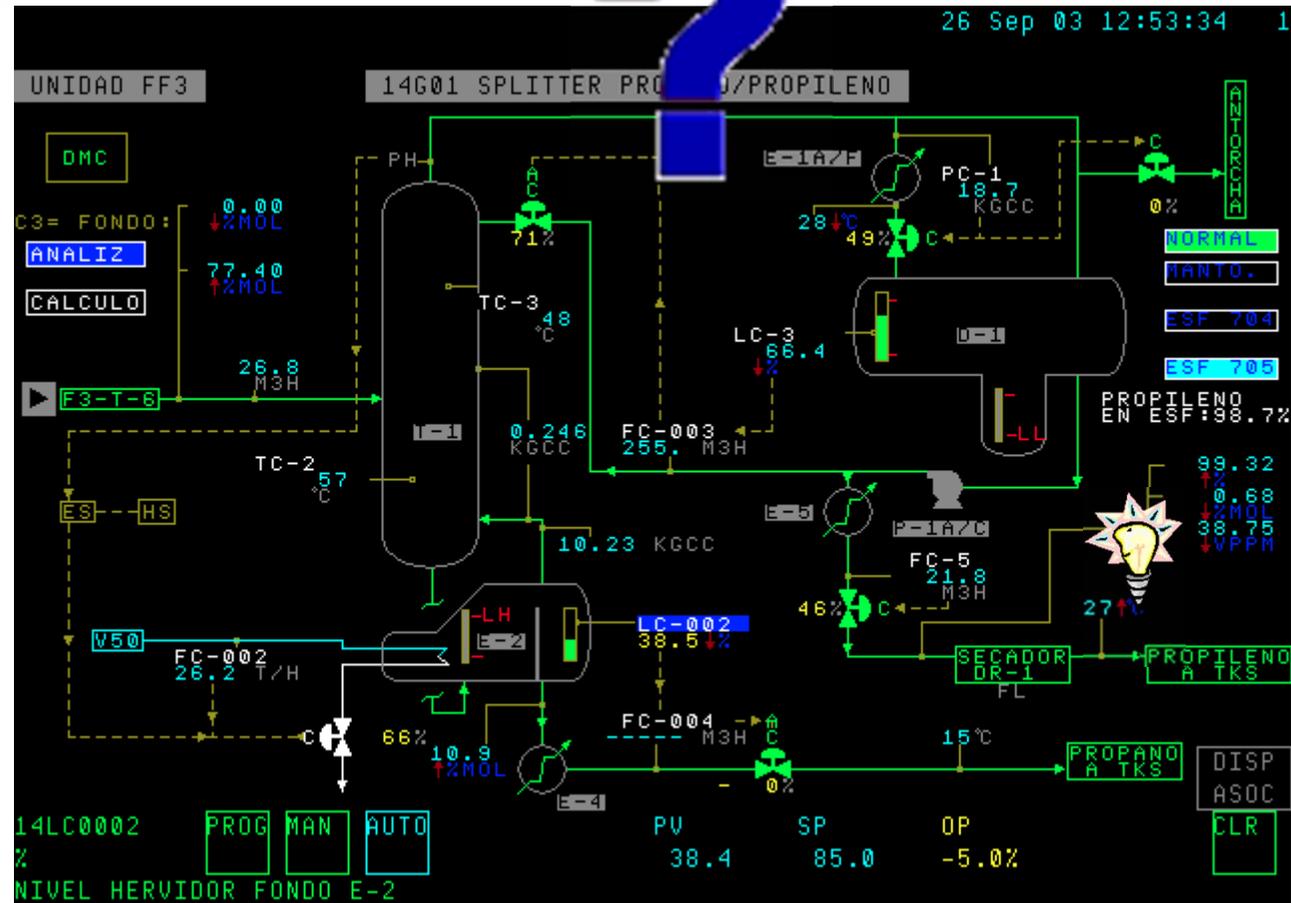
- C3=(%) media 98,5; std=0,5
- Caudal medio 20 m3/h

Después de:

- C3=(%) std=0,1
- $\Delta SP=3(0,5-0,1) = 1,2 \%$
- C3=(%) media 97,3%

Beneficios:

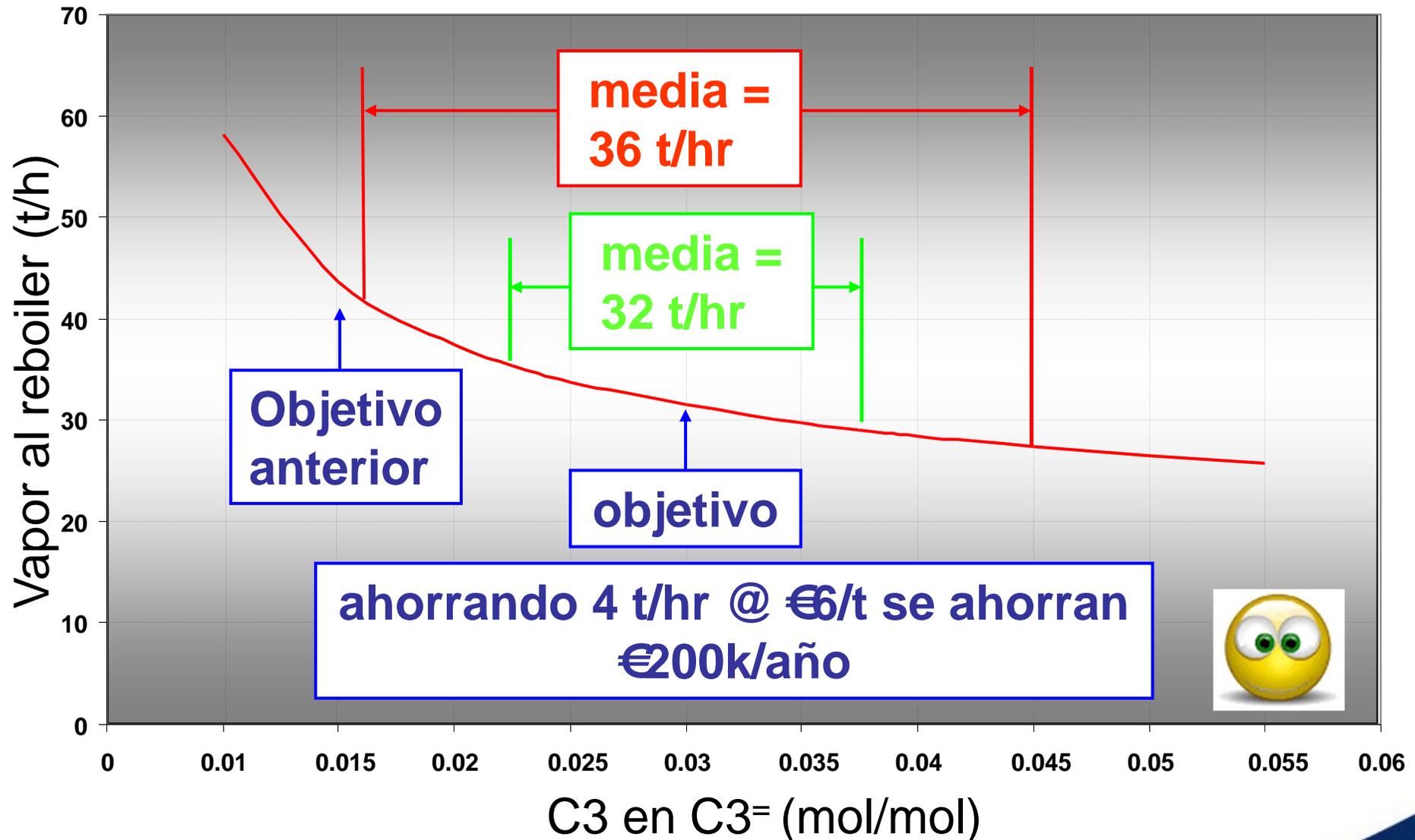
- $1,2/100 * 20 * 24 * 365 = 2100 \text{ m}^3/\text{año}$
- $2100 * 0,7 \text{ T}/\text{m}^3\text{h} = 1471 \text{ T}/\text{año}$
- diferencial C3/C3'=500\$/T



700.000 \$/año

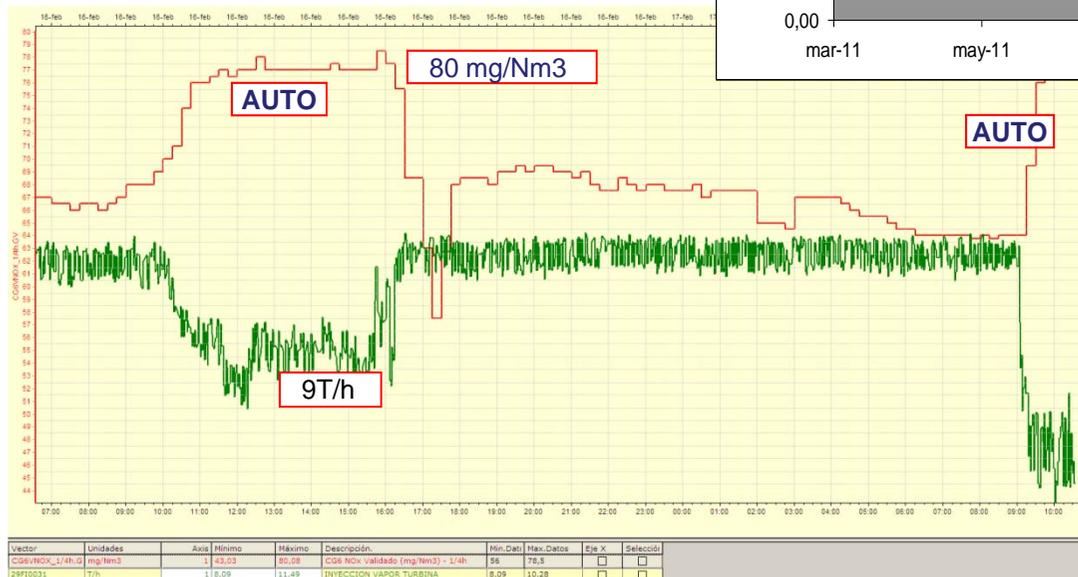
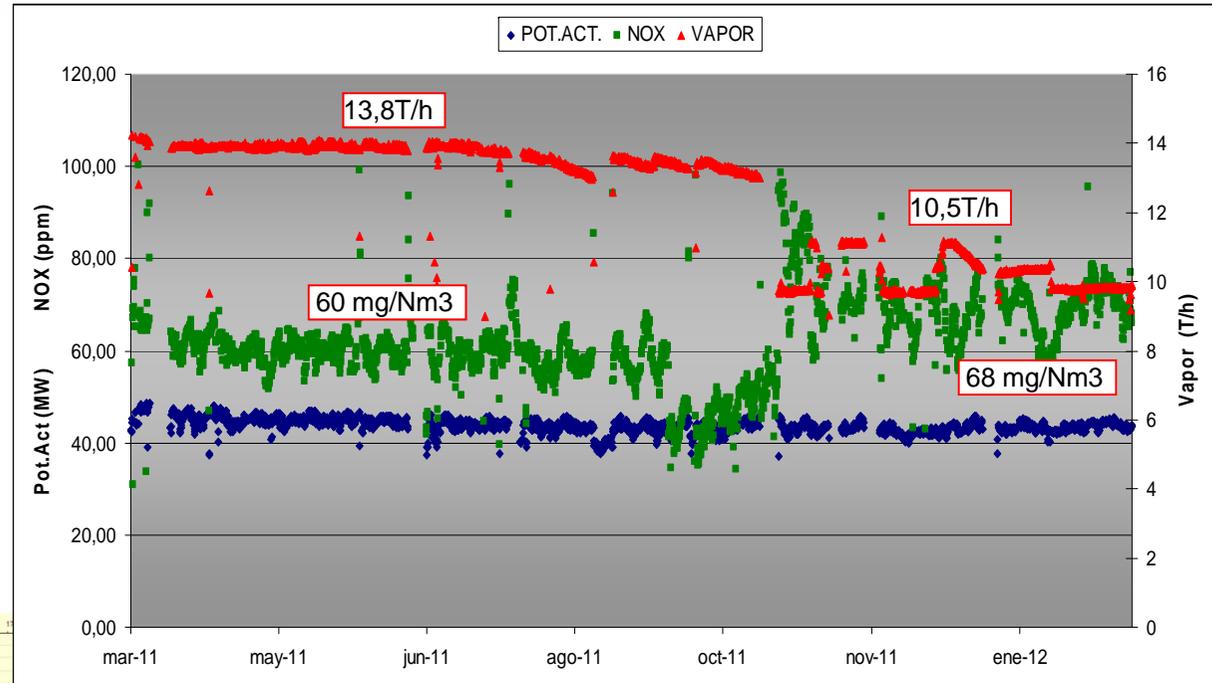


Caso de Estudio: Splitter (1/2)



Caso de Estudio: Control Emisiones

- Aprovechamiento manejo remoto inyección vapor ajuste NOx (inicialmente no disponible).
- Permite ajuste emisiones NOx al límite de 80 mg/Nm3.
- Ahorro consumo vapor 600#.



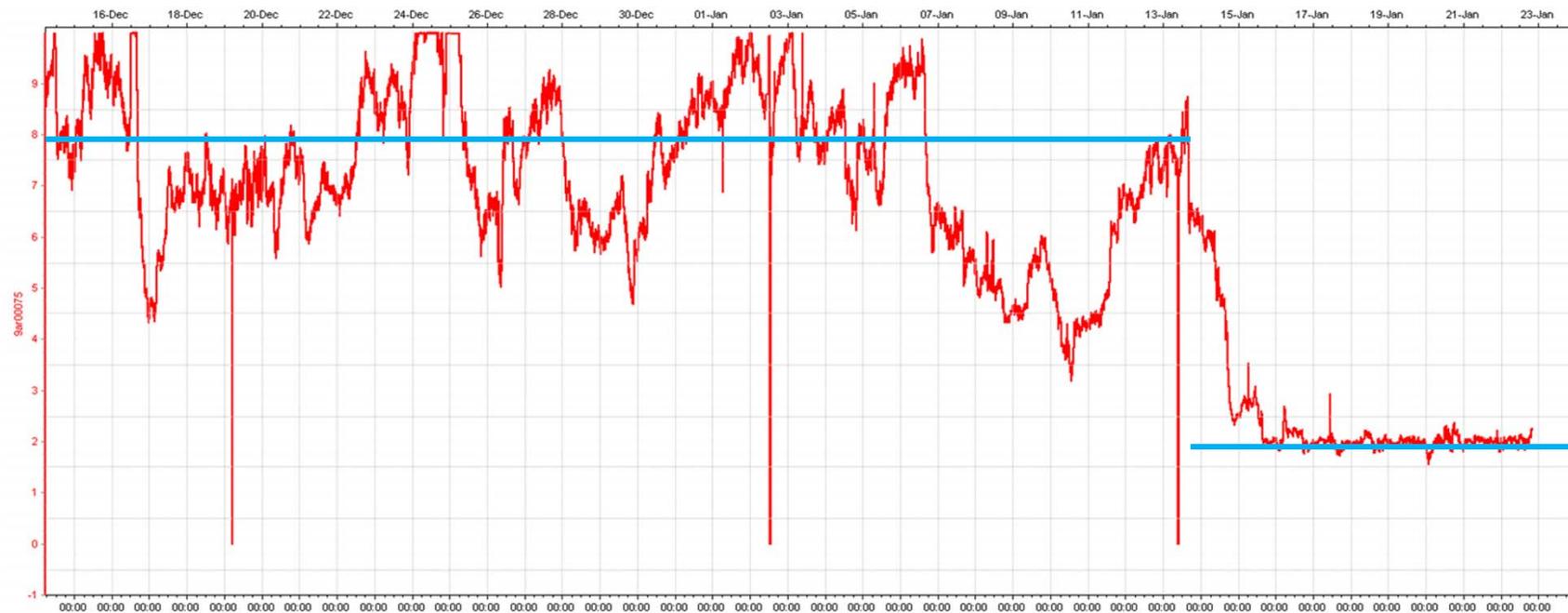
Ahorro Estimado:
 ~ 850.000 €/año
 Reducción 3.800 T/año FOE
 Reducción 11.600 T/año CO2



Caso de Estudio: Reducción pérdidas



Reducción de un promedio de un 6% en el contenido de C3 en el FG => 5,46 MM€/año



Vector	Unidades	Panel	Mínimo	Máximo	Descripción.	Min.Datos	Max.Datos	Eje X	Selección
9ar00075	% mol	1	-1	9.99	C3 + CABEZ. ABSOR. SECUN	0	9.99	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conclusiones



- Reducir variabilidad es clave. ¿como? Usando la mejor tecnología de control disponible.
- Conocer las no linealidades energéticas es fundamental. Hay que conocer el proceso.
- Es imprescindible calcular el impacto económico de las inversiones realizadas en Sistemas de Control.
- Que los datos los audite un tercero
- Es fundamental realizar la difusión adecuada. “Venderlo bien”
- Paciencia y seguir insistiendo.

Ruegos y Preguntas, Debate...



- Gracias a CEA por la invitación y a la audiencia por la atención
- Compartir experiencias
- Puntos de vista diferentes
- Discrepancias
- ...