

## MEDIDA DE CONSUMOS DE ENERGÍA

Pedro G. Vicente Quiles



**FEMPA**  
FEDERACIÓN DE EMPRESARIOS DEL  
METAL DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

## MEDICIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EDIFICIOS

Energía **CONSUMIDA**:

- Consumo de energía eléctrica
- Consumo de combustible

Objetivos:

- Consumo energético del edificio
- Conocimiento del desglose energético
- Determinación de ratios de eficiencia
- Reparto de gastos en edificios multiusuarios

## MEDICIÓN DE ENERGÍA EN INSTALACIONES

Energía **CONSUMIDA**:

- Consumo de energía eléctrica
- Consumo de combustible

Energía **TÉRMICA ÚTIL**

- Energía útil

Objetivos:

- Consumo energético en la instalación de climatización
- Eficiencia energética de la instalación
- Mantenimiento

## MEDICIÓN DE ENERGÍA EN INSTALACIONES

### Equipos fijos

- Contadores de electricidad y de combustibles
- Contadores de energía

### Equipos portátiles

- Analizadores de redes
- Caudalímetros, termómetros

# INSTRUMENTACIÓN

## INSTRUMENTACIÓN

### MEDICIÓN DE ENERGÍA

#### MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

#### **Definición de Potencia y Energía**

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (W).

Generalmente se medirá la potencia instantánea consumida por los equipos. La energía eléctrica (en kWh) se determinará integrando el valor de la potencia en un determinado periodo de tiempo.

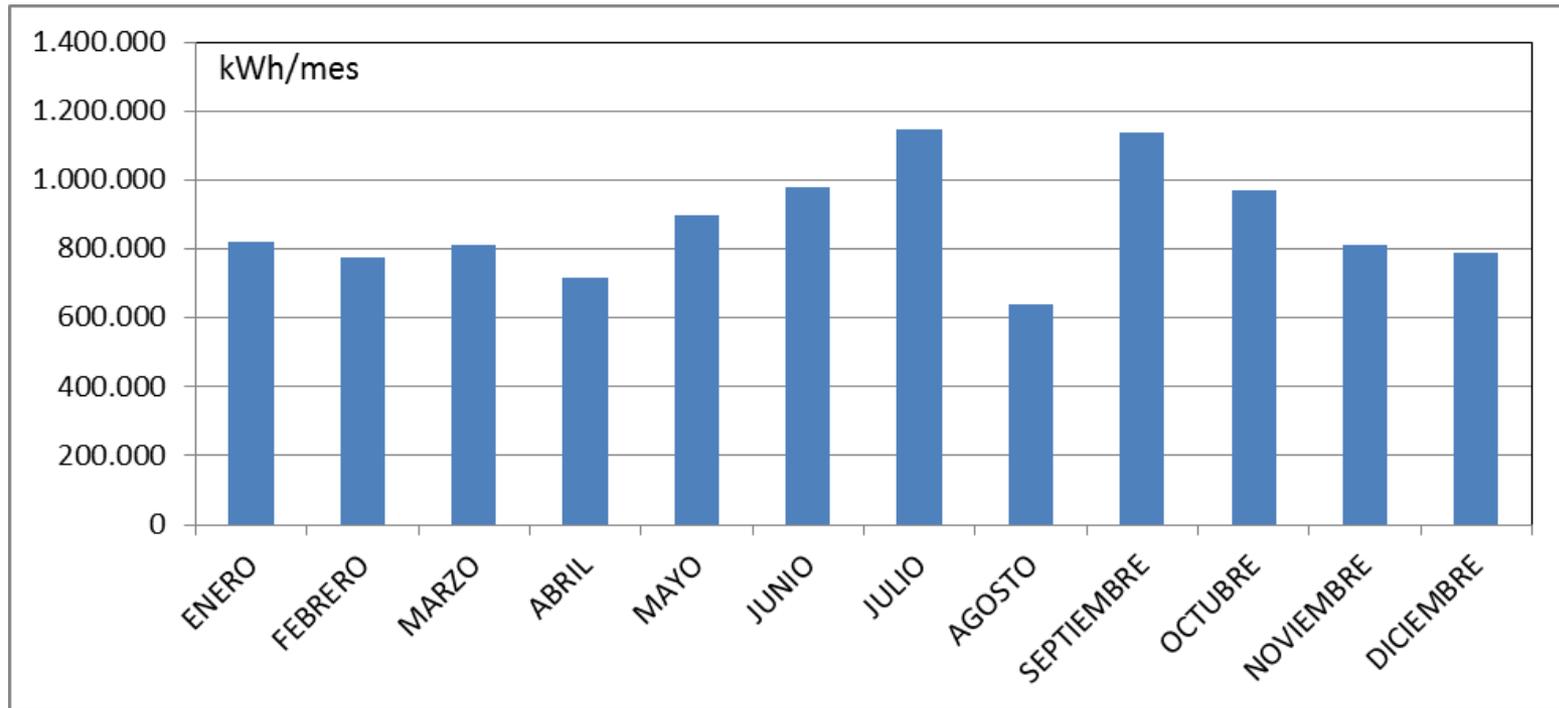
## Métodos de Medida de la Potencia

- Vatímetros portátiles de bajas potencias
- Pinza amperimétrica, polímetro
- Medidor de potencia de 1 fase
- Medidor de potencia de 3 fases. Analizador de redes eléctricas
- Vatímetros y contadores instalados en el edificio



# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

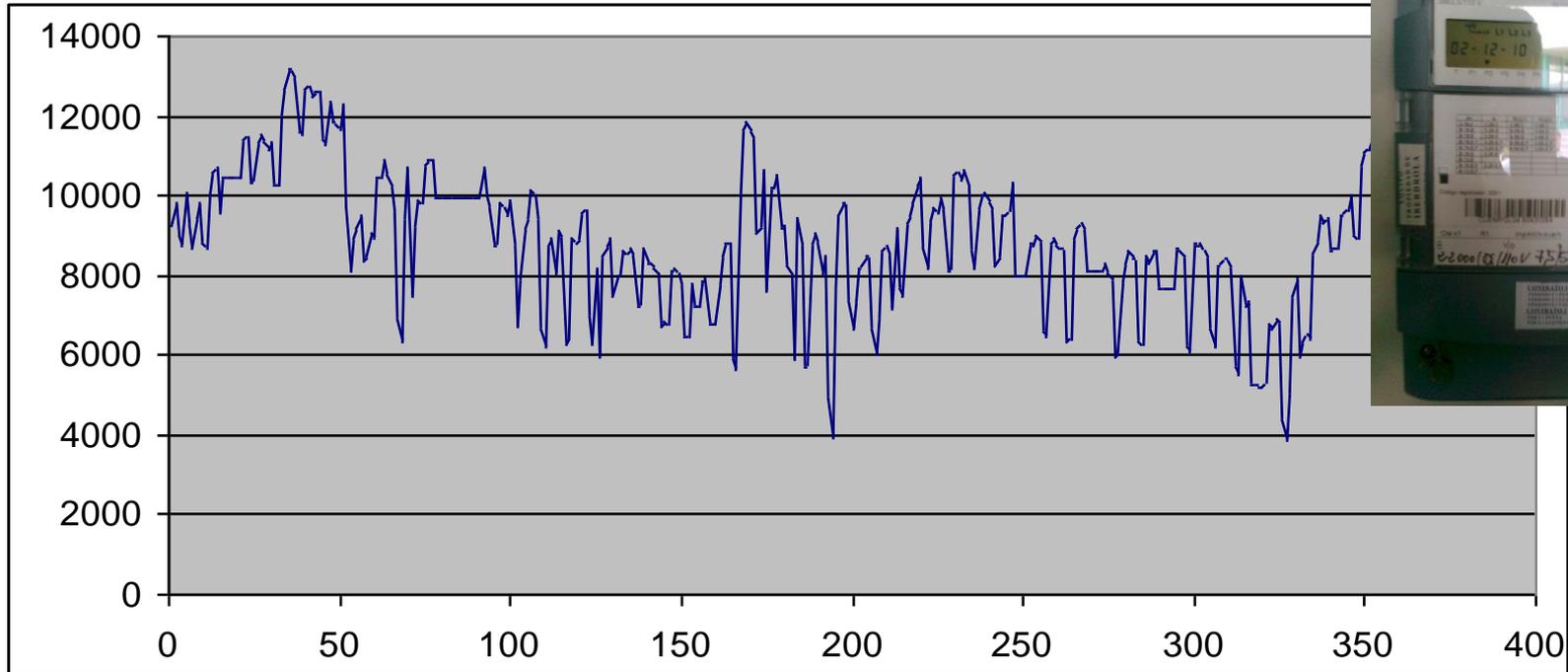
## CONTADORES



INFORMACIÓN FACTURAS

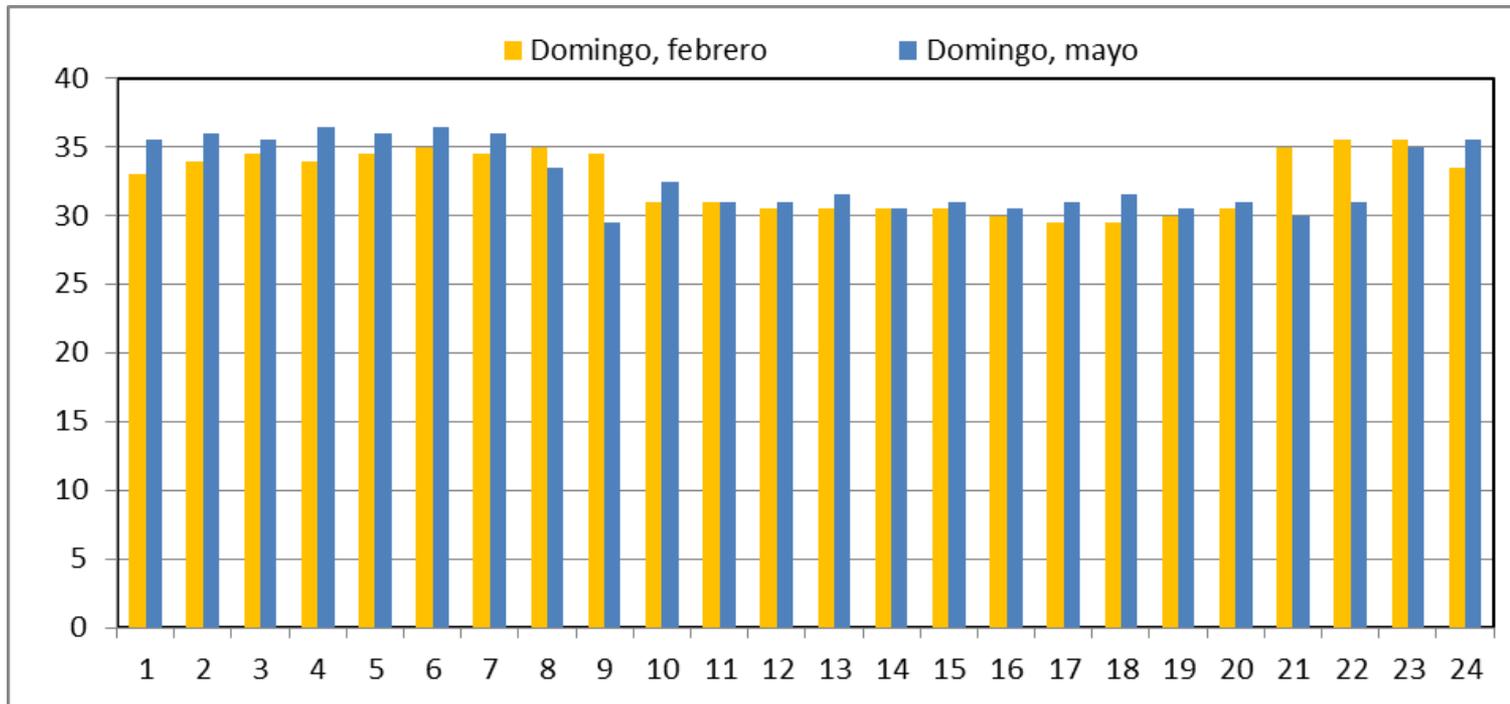
# INSTRUMENTACIÓN

## MEDICIÓN DE ENERGÍA



# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

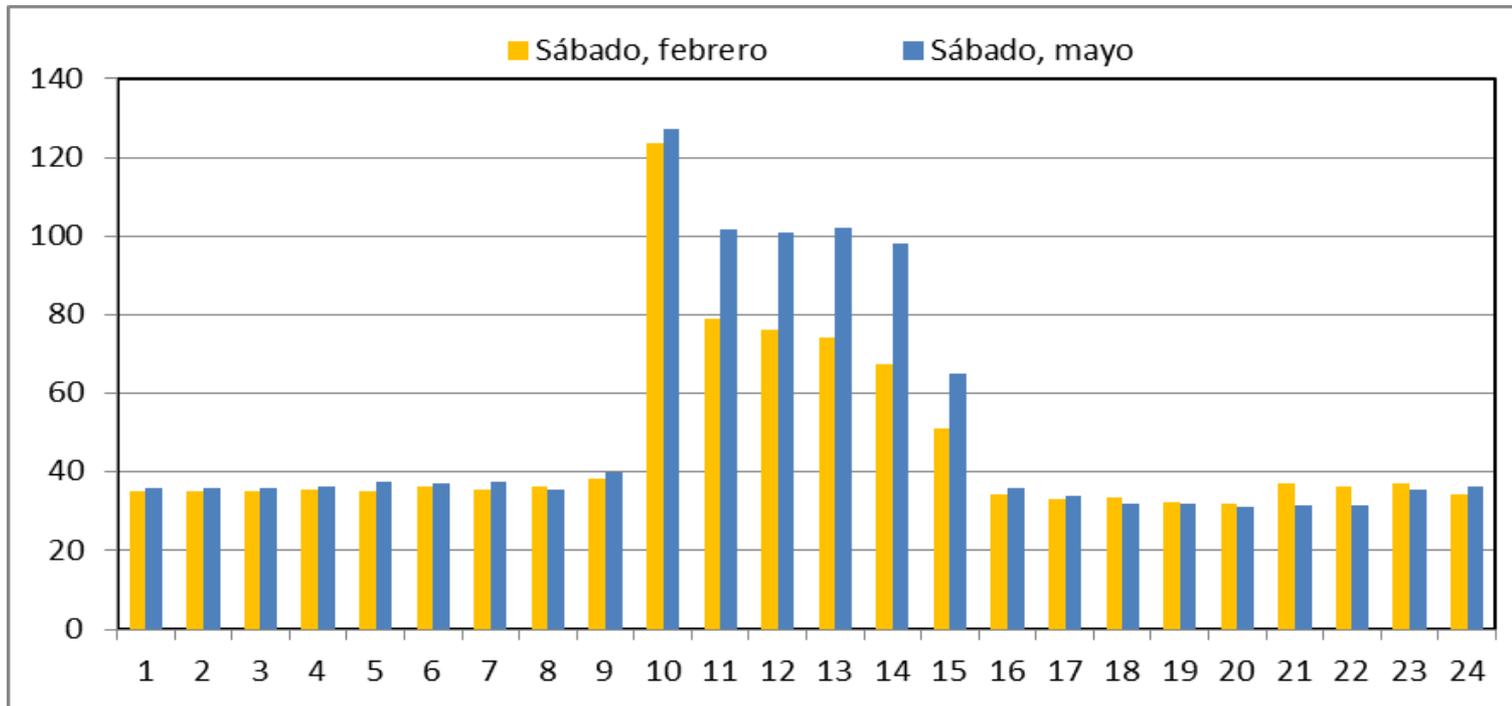
## CONTADORES



DATOS CUARTO HORARIOS

# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

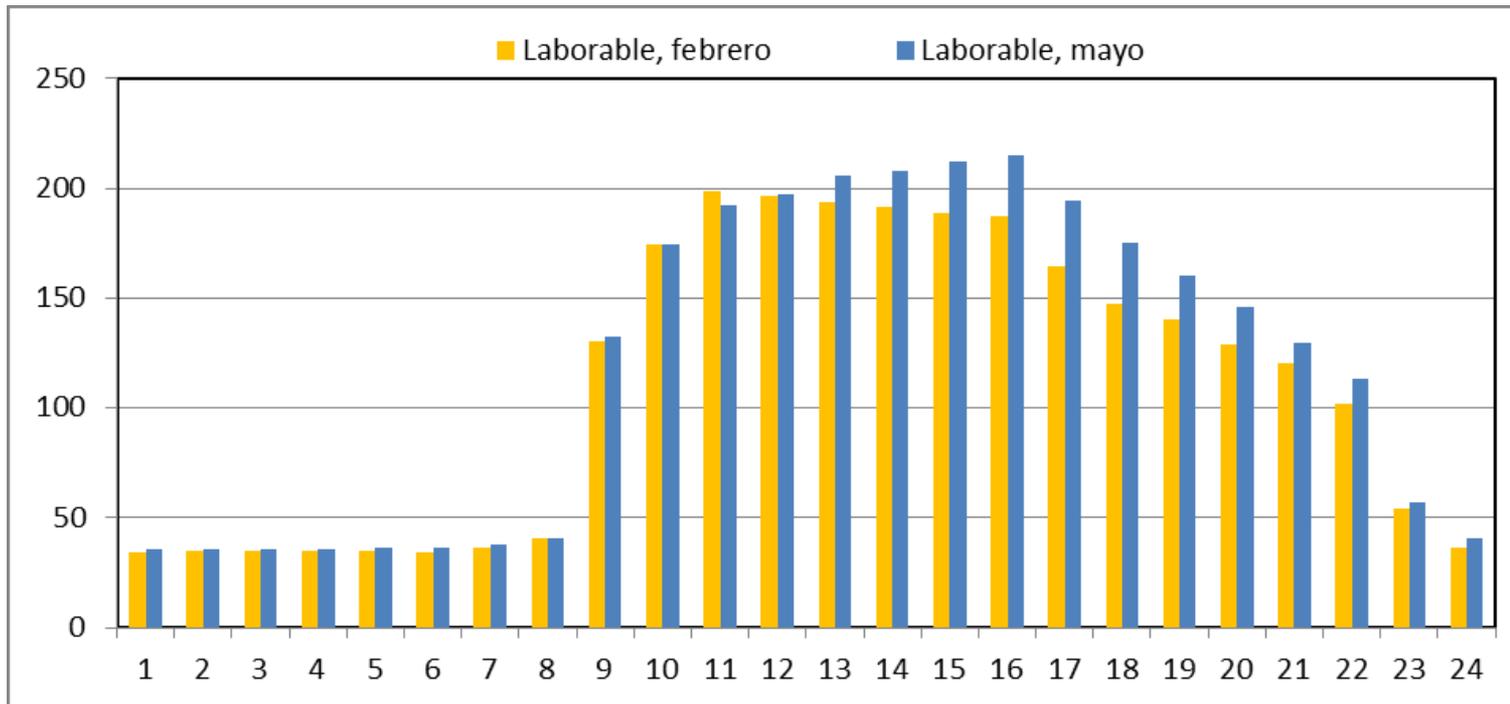
## CONTADORES



DATOS CUARTO HORARIOS

# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## CONTADORES



DATOS CUARTO HORARIOS

# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## VATÍMETROS



- Tensión
- Intensidad
- Potencia
- Coseno phi



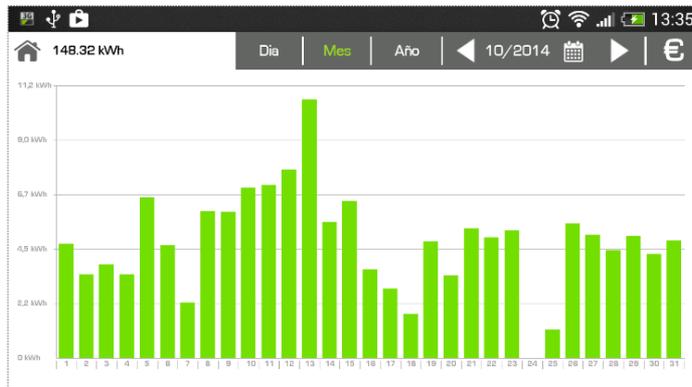
# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## VATÍMETROS



# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## VATÍMETROS



# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

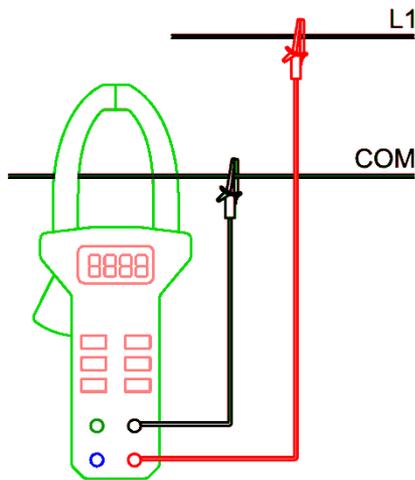
## PINZA AMPERIMÉTRICA



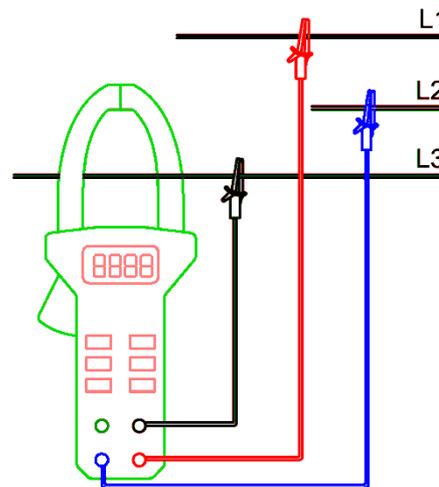
# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## PINZA AMPERIMÉTRICA

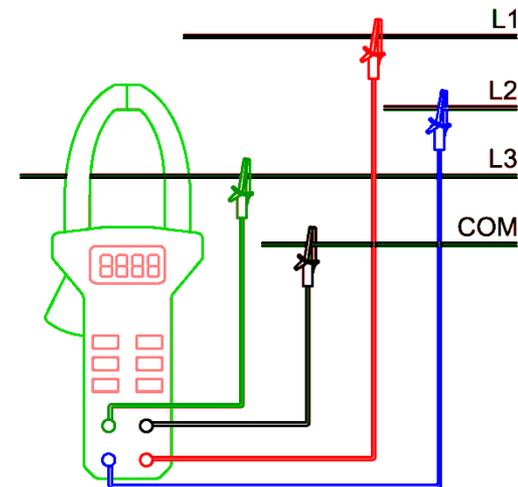
### Medidor de potencia de 1 fase



$$P = V \cdot I \cdot \cos(\varphi)$$



$$P = V \cdot I \cdot \cos(\varphi)$$



$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos(\varphi)$$

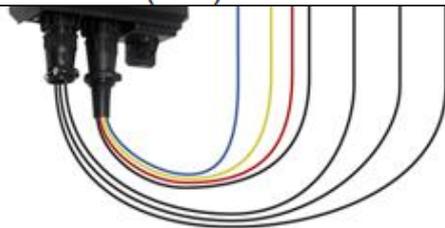


# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## ANALIZADOR DE REDES



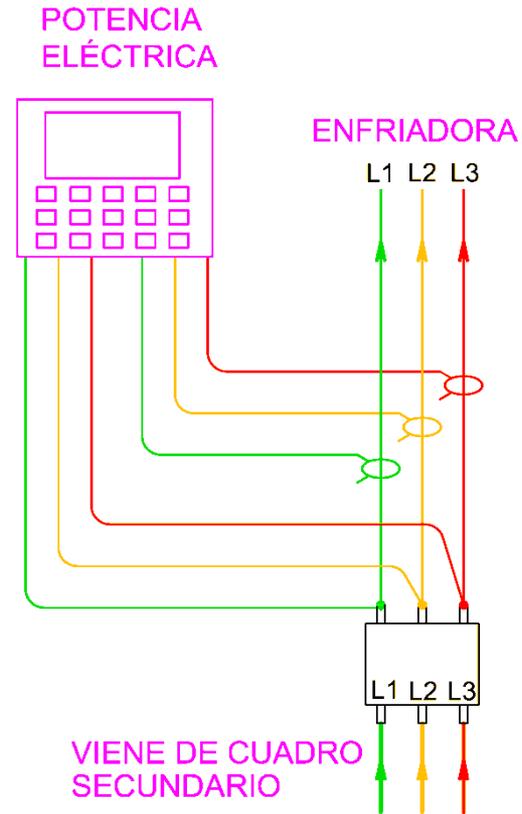
Parámetro	Símbolo	L1	L2	L3	III	Máx Mín
Tensión simple	$V_{f-N}$	X	X	X		X
Tensión compuesta	$V_{f-f}$	X	X	X		X
Corriente	$A$	X	X	X	X	X
Frecuencia	$Hz$	X				X
Potencia Activa (consumida)	$kW$	X	X	X	X	X
Potencia reactiva L (consumida)	$kvarL$	X	X	X	X	X
Potencia reactiva C (consumida)	$kvarC$	X	X	X	X	X
Potencia Aparente (consumida)	$kVA$	X	X	X	X	X
Factor de Potencia	$PF$	X	X	X	X	X
Energía Activa (consumida)	$kW \cdot h$				X	X
Energía reactiva L (consumida)	$kvar \cdot h L$				X	
Energía reactiva C (consumida)	$Kvar \cdot h C$				X	
Máxima Demanda (Md)	$kW (Md)$				X	X



# INSTRUMENTACIÓN

## MEDICIÓN DE ENERGÍA

### Analizador de redes. 3 fases



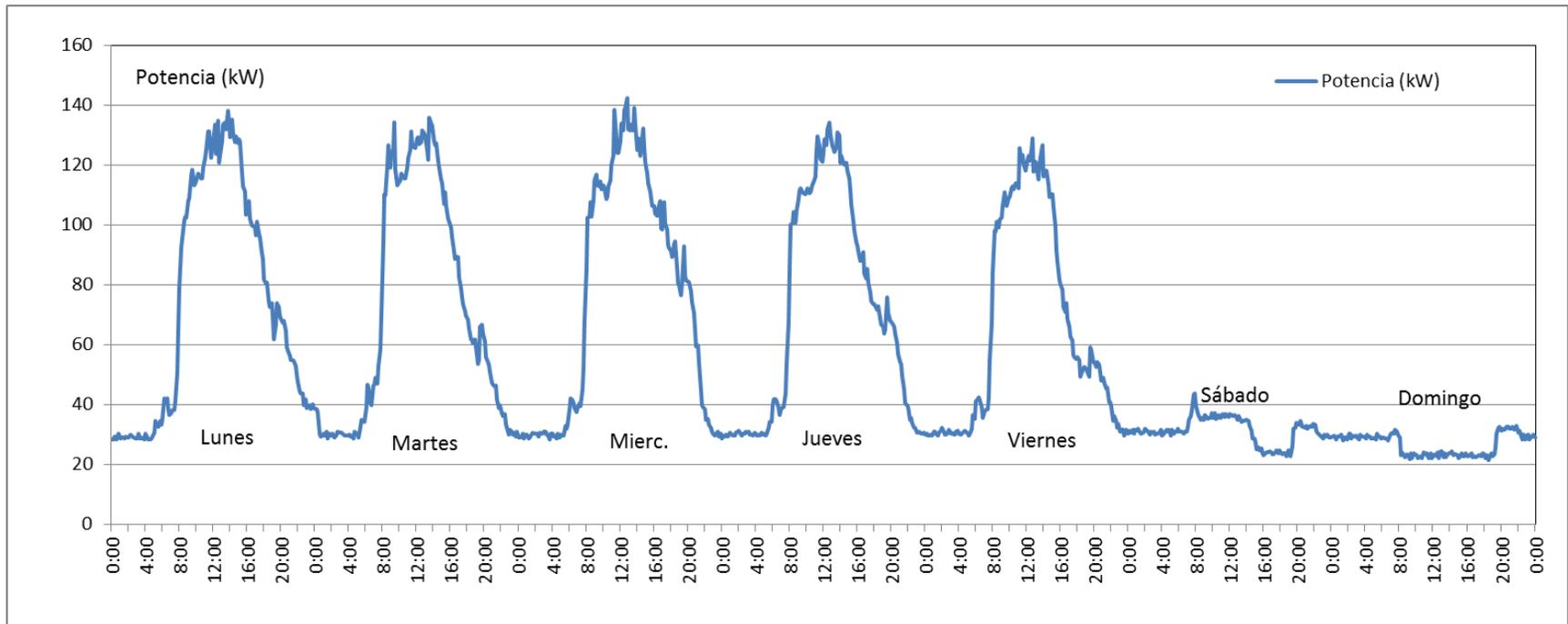
# INSTRUMENTACIÓN

## MEDICIÓN DE ENERGÍA



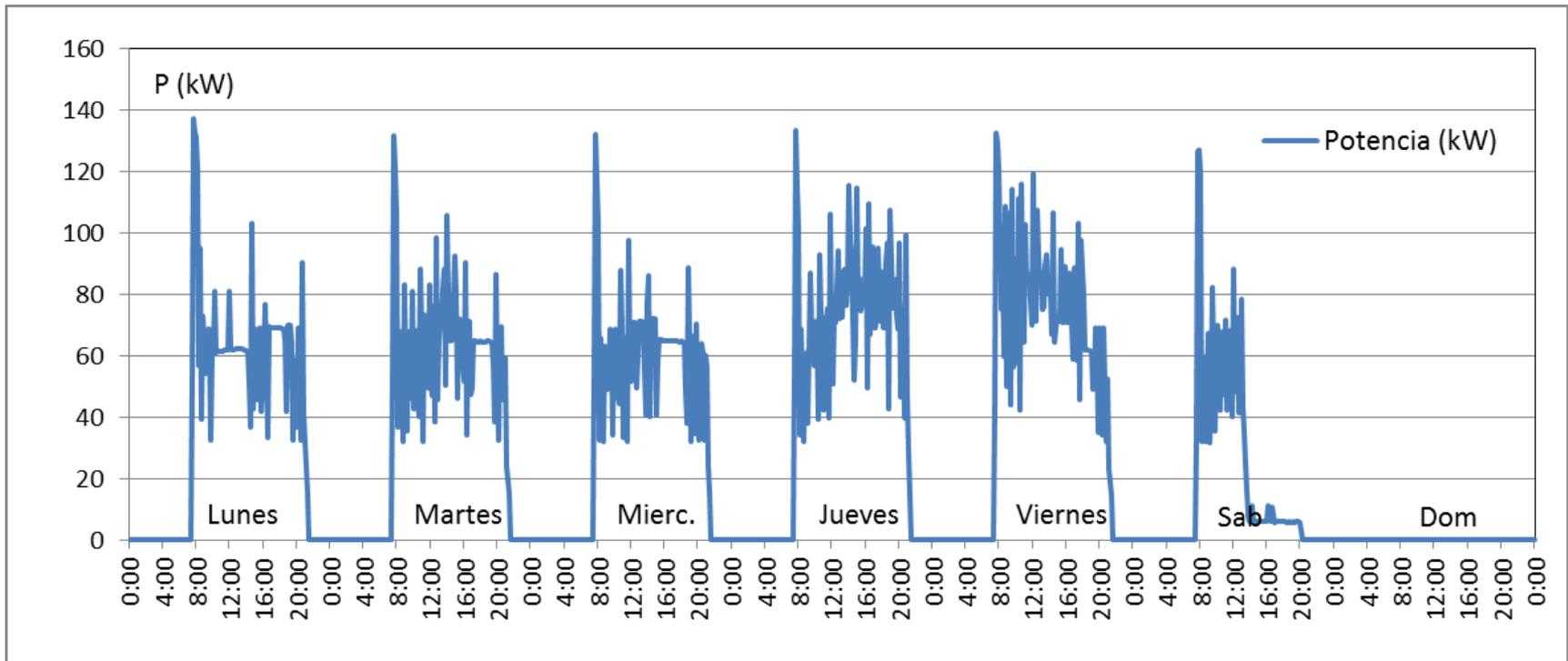
# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## ANALIZADOR DE REDES



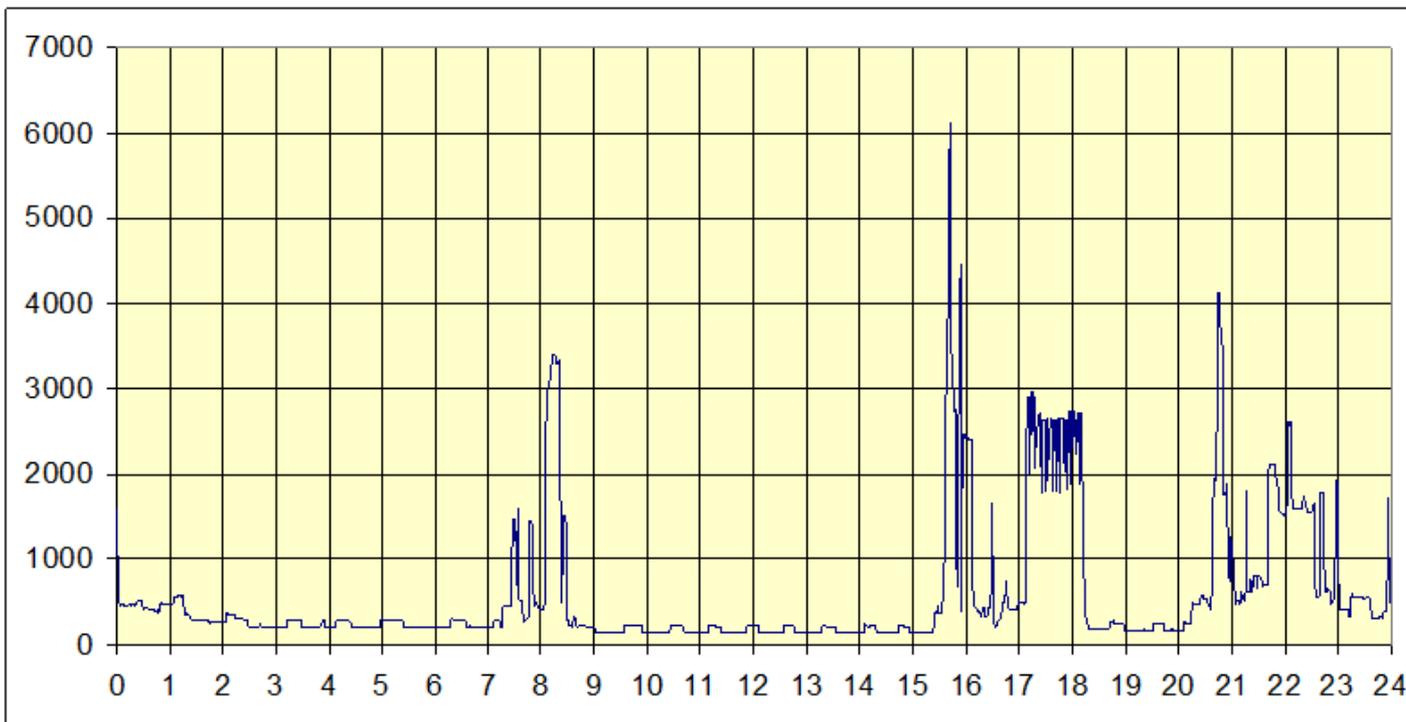
# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## ANALIZADOR DE REDES



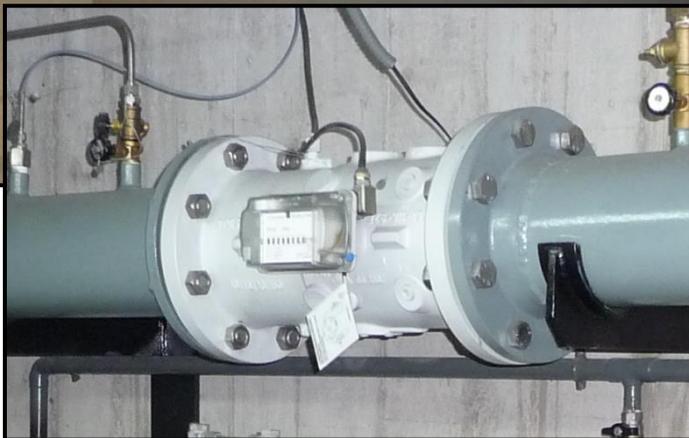
# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

## ANALIZADOR DE REDES



# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE COMBUSTIBLES

## CONTADORES



# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE COMBUSTIBLES

## CONTADORES



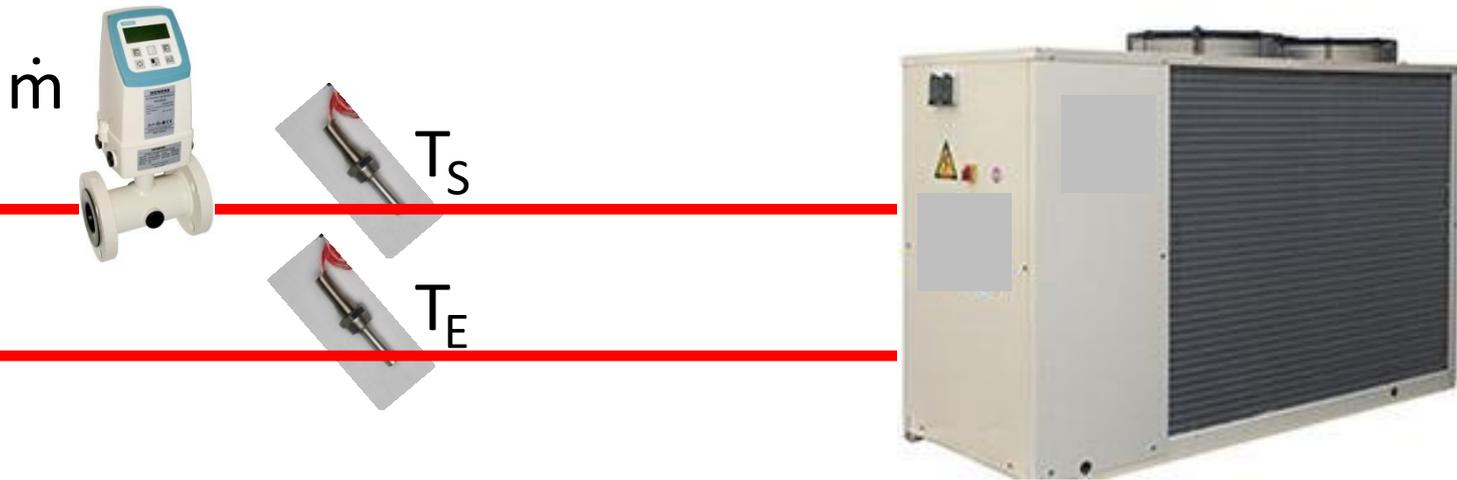
# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA TÉRMICA

## CONTADORES DE ENERGÍA TÉRMICA



# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA TÉRMICA

## CONTADORES DE ENERGÍA TÉRMICA

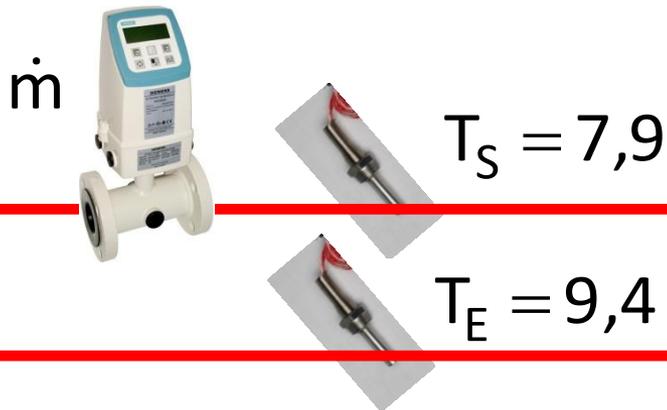


$$Q_U = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_S - T_E)$$

# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA TÉRMICA

## CONTADORES DE ENERGÍA TÉRMICA

$$\dot{V} = 22200 \text{ L/h}$$



$$\dot{V} = 22200 \text{ L/h}$$

$$\dot{m} = 22200 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m} = 22200 / 3600 = 6,17 \text{ kg/s}$$

$$Q_U = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_S - T_E)$$

$$Q_U = 6,17 \cdot 4,18 \cdot (9,4 - 7,9)$$

$$Q_U = 38,7 \text{ kW}$$

# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA TÉRMICA

## CONTADORES DE ENERGÍA TÉRMICA



$\dot{m}$

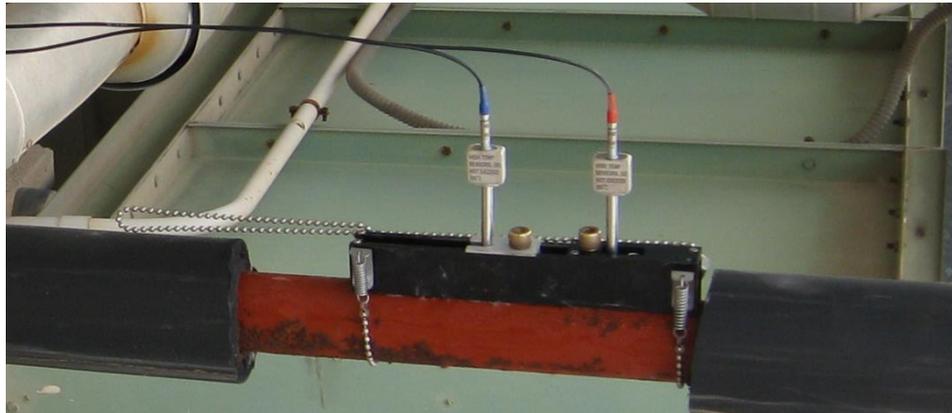
$T_S$

$T_E$



$$Q_U = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_S - T_E)$$

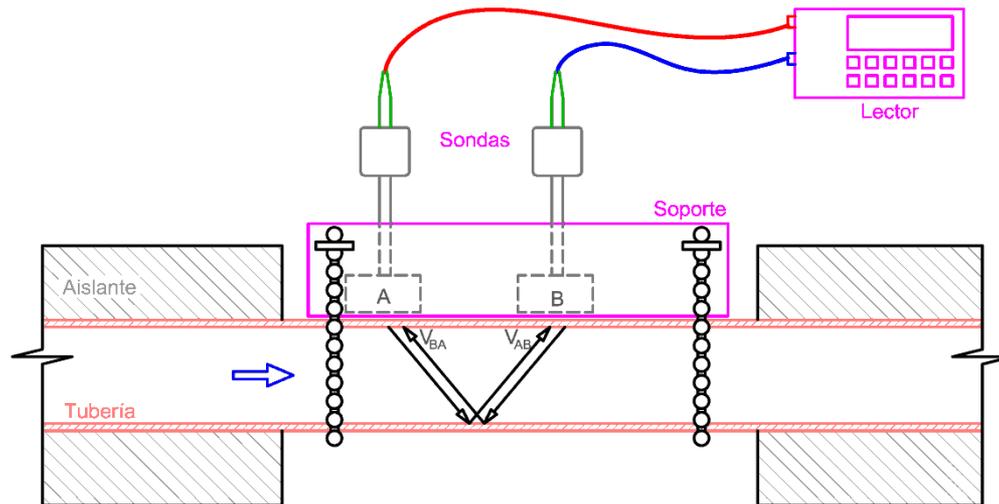
### Caudalímetro de ultrasonidos



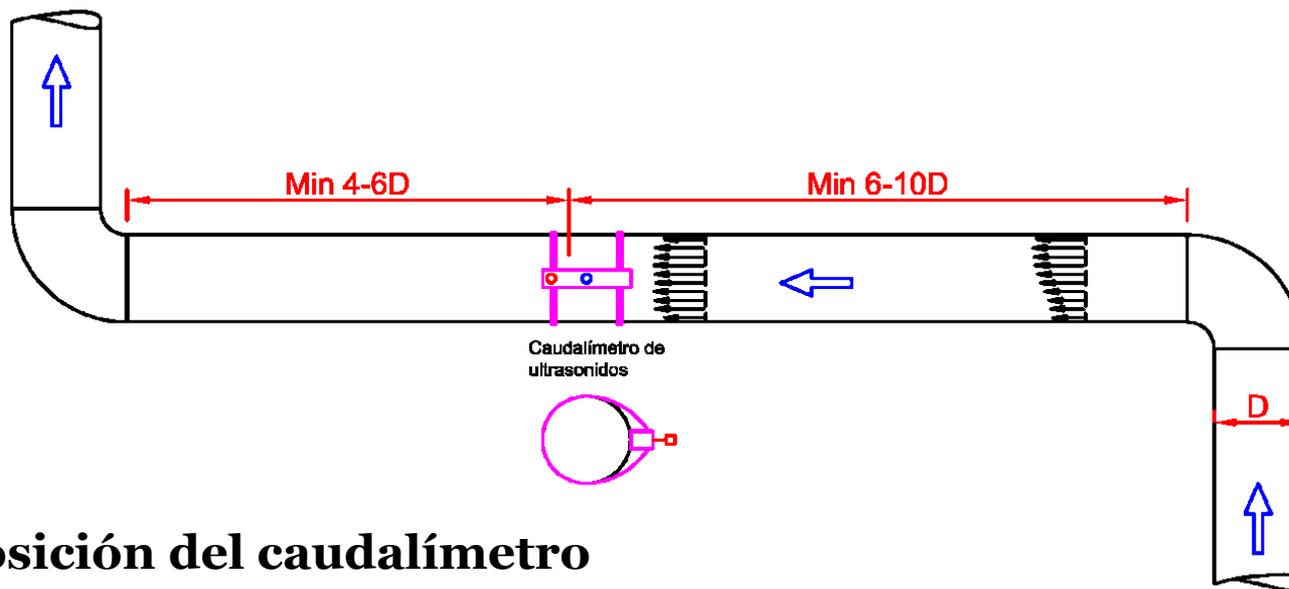
### Principio de funcionamiento

La velocidad del sonido depende de la velocidad a la que se mueve el medio de transmisión.

### Caudalímetro de ultrasonidos



### Caudalímetro de ultrasonidos



### Posición del caudalímetro

Distancias de separación

Posición radial

### Caudalímetro de ultrasonidos

#### Datos entrada

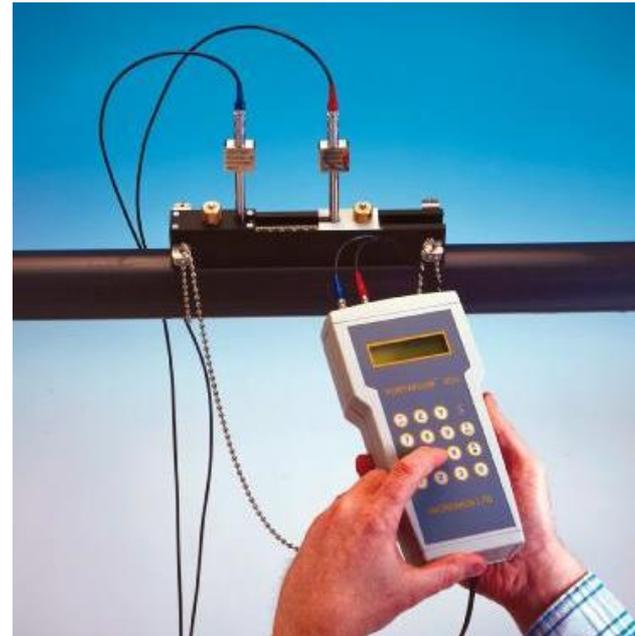
Tipo de fluido:  
agua, mezcla de agua y glicol o aceite

Material de la tubería:  
cobre, plástico, acero negro o acero  
inoxidable

Diámetro exterior del tubo

Espesor del tubo

Espesor de capa de ensuciamiento



### Pérdida de presión en válvula de equilibrado



### Principio de funcionamiento

La pérdida de presión en una válvula de equilibrado depende del caudal.

# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA TÉRMICA

## VÁLVULA DE EQUILBRADO

### Válvula de equilibrado

### Datos entrada

Modelo de válvula

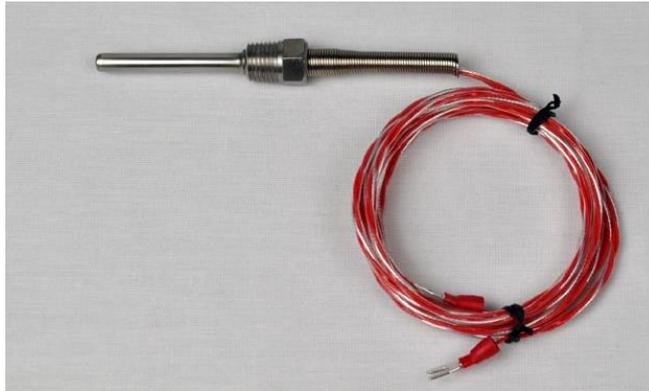
Diámetro nominal

Número de vueltas de cierre

Pérdida de presión



### Medida de la temperatura con RTDs



La precisión de la medida depende del binomio sonda – instrumento  
Sensor tipo resistivo RTD Pt100 de 3 hilos

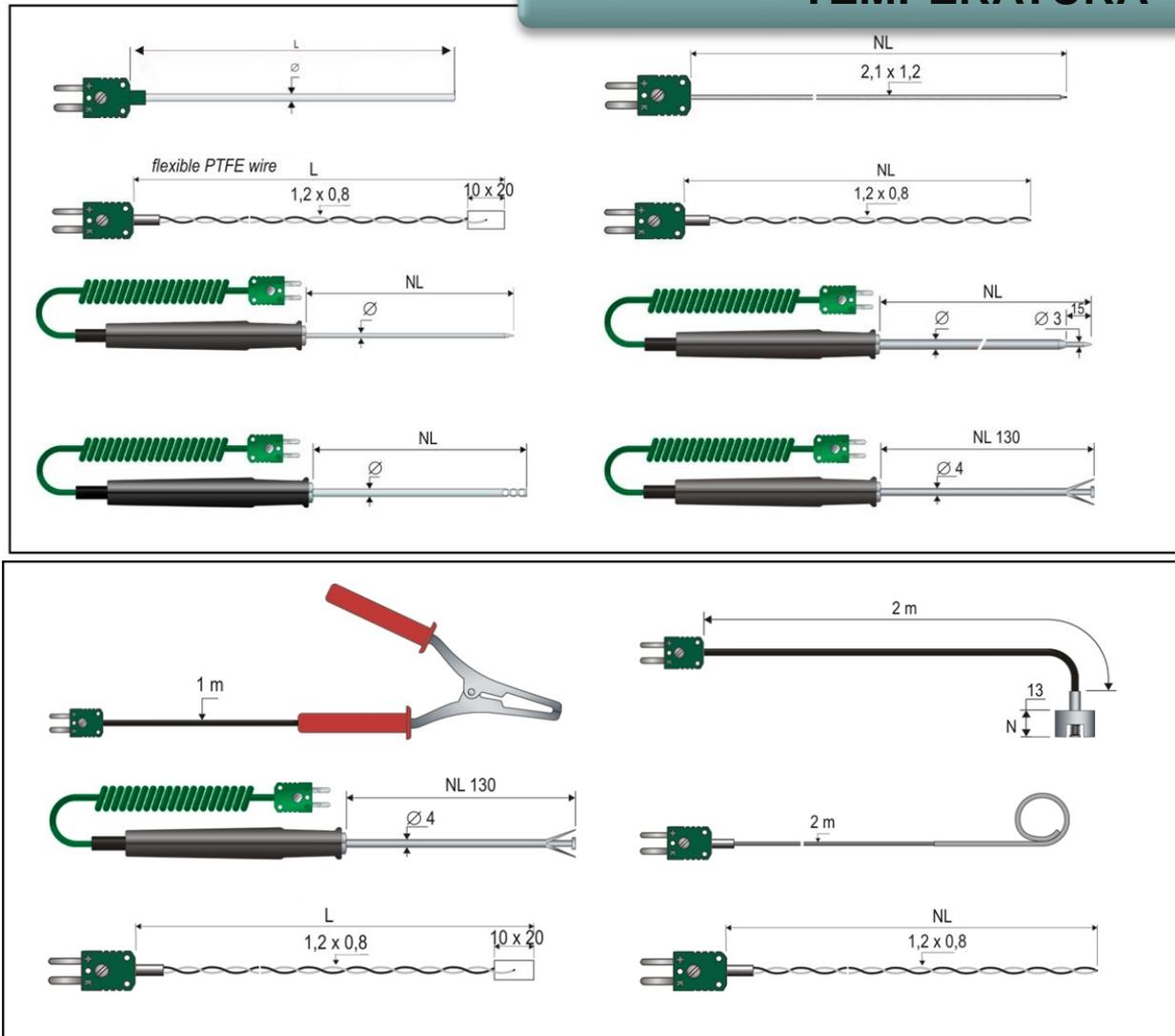
Rango de medida:  $-50$  a  $250^{\circ}\text{C}$

Incertidumbre:  $0,3^{\circ}\text{C}$ , Resolución:  $0,05^{\circ}\text{C}$

Posible autocalentamiento

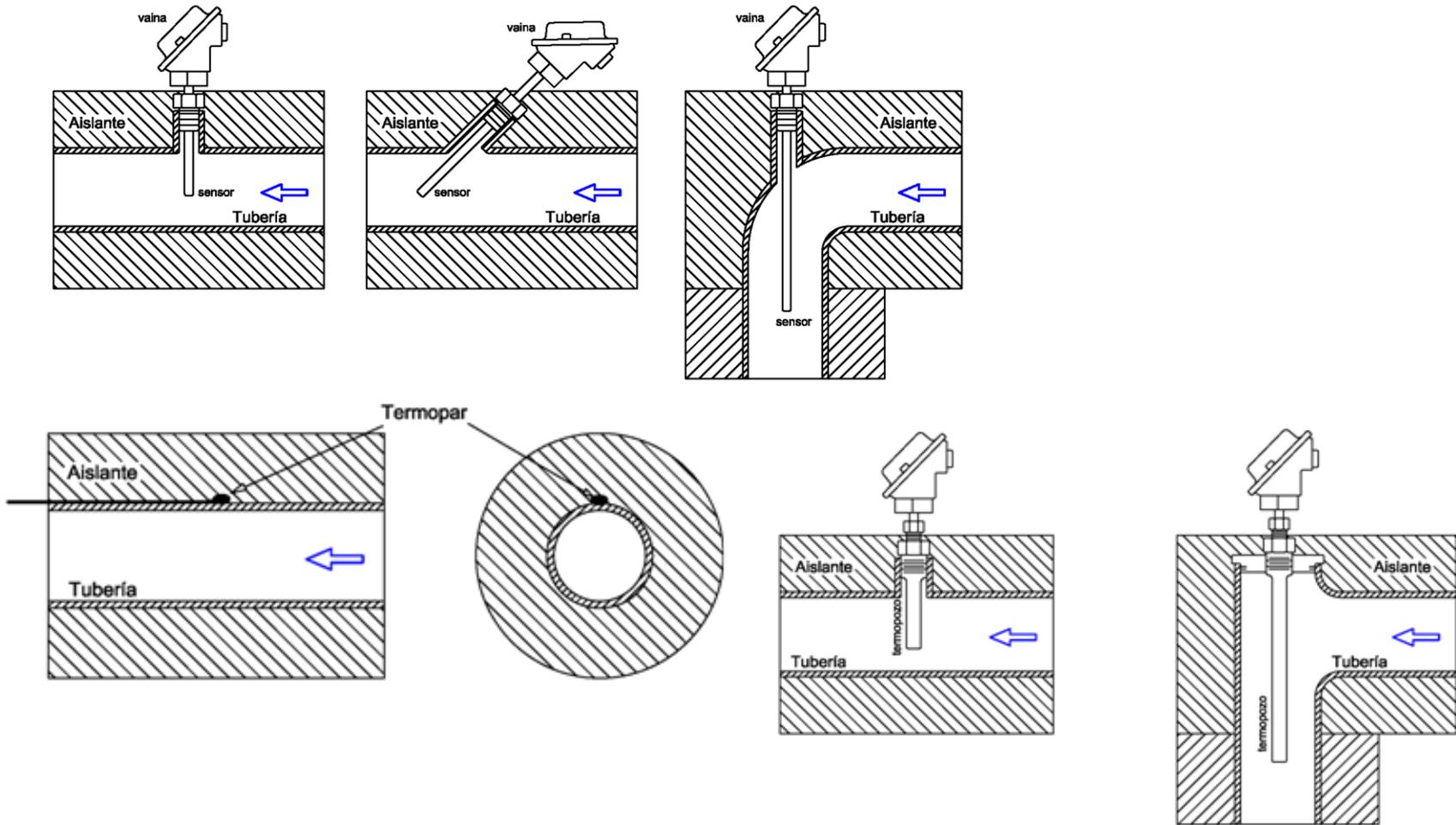
# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA TÉRMICA

## TEMPERATURA



# INSTRUMENTACIÓN. MEDIDA DE LA ENERGÍA TÉRMICA

## TEMPERATURA



### ● Medida de la temperatura

**¿PORQUÉ MEDIR?**

# ¿PORQUÉ MEDIR?

## CONSUMO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO

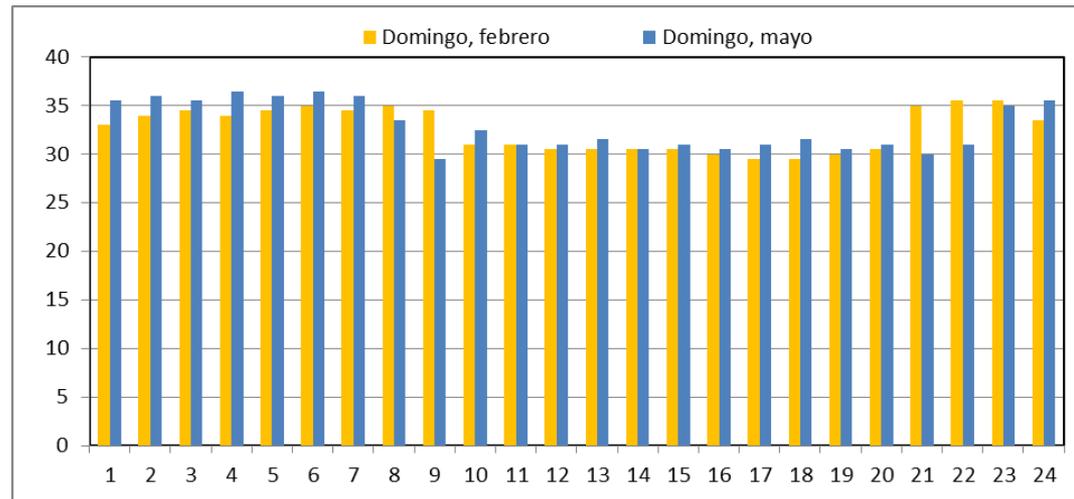


### Lecturas contador

Consumos mensuales

- Reactiva
- Maxímetro

Consumos cuartohorarios

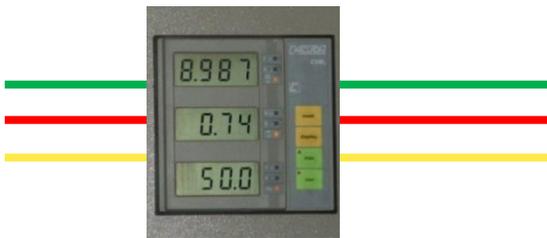


# ¿PORQUÉ MEDIR?

## INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

**RITE 2007**

$P_N > 70 \text{ kW}$



$E_E \text{ (kWh)}$



$Q_{UTIL} \text{ (kWh)}$



**VERANO**

$$ERR_M = \frac{Q_{UTIL} \text{ (kWh)}}{E_E \text{ (kWh)}}$$

**INVIERNO**

$$COP_M = \frac{Q_{UTIL} \text{ (kWh)}}{E_E \text{ (kWh)}}$$

**ELECTRICIDAD CONJUNTO  
OBLIGATORIO PN > 70 kW**

# ¿PORQUÉ MEDIR?

## INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

RITE 2007

$P_N > 70 \text{ kW}$



$$\eta_M = \frac{Q_{UTIL} \text{ (kWh)}}{E_F \text{ (kWh)}}$$

**VERANO: SÓLO ACS**

**INVIERNO: ACS + CALEF**

¿PORQUÉ MEDIR?

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

RITE 2007

$P_N > 70 \text{ kW}$



## ¿PORQUÉ MEDIR?

## INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

RITE 2007

**Tabla 3.2.- Medidas de generadores de calor y su periodicidad.**

Medidas de generadores de calor	Periodicidad		
	$20\text{kW} < P \leq 70\text{kW}$	$70\text{kW} < P < 1000\text{kW}$	$P > 1000\text{kW}$
1. Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	2a	3m	m
2. Temperatura ambiente del local o sala de máquinas	2a	3m	m
3. Temperatura de los gases de combustión	2a	3m	m
4. Contenido de CO y CO <sub>2</sub> en los productos de combustión	2a	3m	m
5. índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos	2a	3m	m
6. Tiro en la caja de humos de la caldera	2a	3m	m

## IT 3.4. PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

## ¿PORQUÉ MEDIR?

## INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

RITE 2007

**Tabla 3.3.- Medidas de generadores de frío y su periodicidad.**

Medidas de generadores de frío	Periodicidad	
	70kW < P≤1.000kW	P>1.000kW
1. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador	3m	m
2. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador	3m	m
3. Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadas por agua	3m	m
4. Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadas por agua	3m	m
5. Temperatura y presión de evaporación	3m	m
6. Temperatura y presión de condensación	3m	m
7. Potencia eléctrica absorbida	3m	m
8. Potencia térmica instantánea del generador, como porcentaje de la carga máxima	3m	m
9. CEE o COP instantáneo	3m	m
10. Caudal de agua en el evaporador	3m	m
11. Caudal de agua en el condensador	3m	m

# ¿PORQUÉ MEDIR?

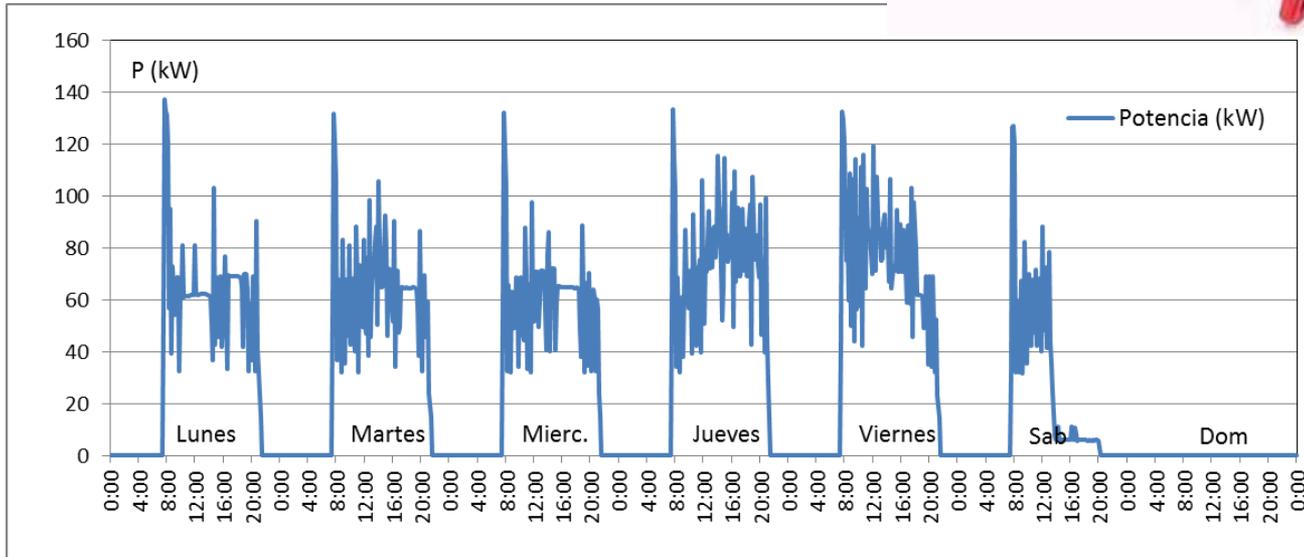
## AUDITÓRIAS ENERGÉTICAS

### Analizador de redes

Información detallada

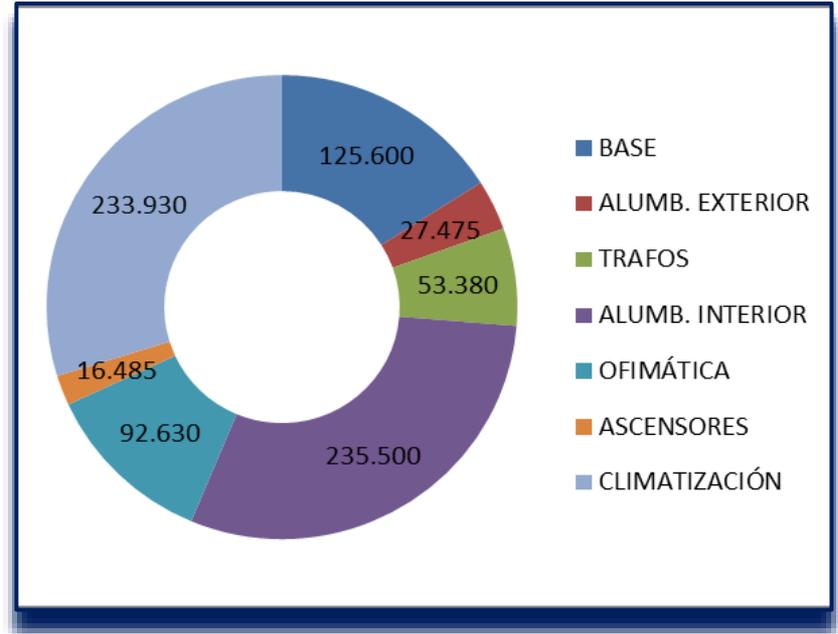
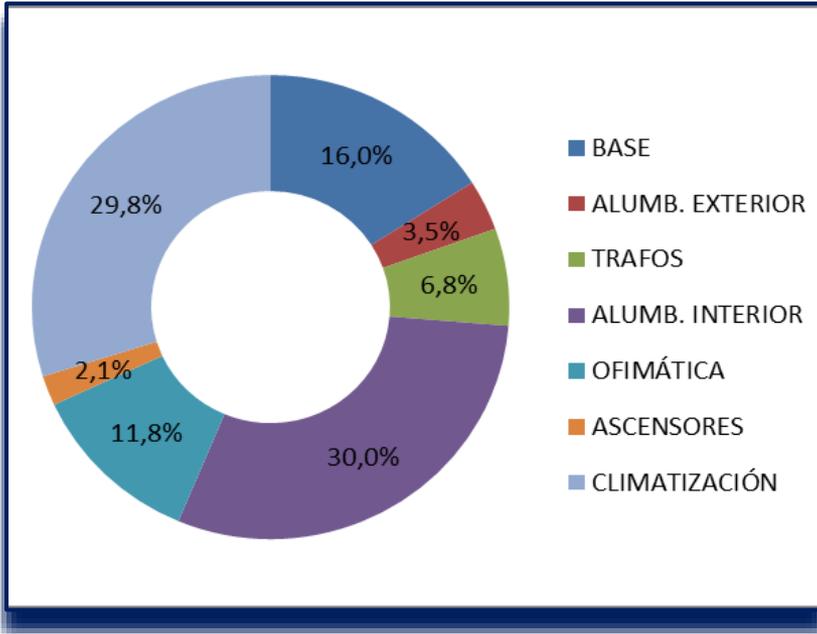
Global y/o por consumos

Tensión de suministro



# ¿PORQUÉ MEDIR?

## AUDITORÍAS ENERGÉTICAS



# ¿PORQUÉ MEDIR?

## AUDITORÍAS ENERGÉTICAS



<b>Sedical</b> <small>TECNICA PARA EL ANÁLISIS DE SISTEMAS</small>		SEDICAL, S.A. Pol. Ind. Berastegui s/n. Pabellón 12 Apartado de Correos 22	
<b>Thermocold</b>		E-48150 SONDICA (VIZCAYA) E-mail: sedical@sedical.com	
CE 1130		tel: 944 710 490 fax: 944 710 509 944 710 132	
Número de serie		GA-1599-E0	
A. de fabricación			
Peso (kg)			
Tipo		AWA E 2116Z H NT	
Refrigerante		R 407c	
Carga refrigerante (kg)		14 X 2	
Tensión (V / Ph / Hz)		400/3PH+N/50	
Pot. cons. máx. F.L.I. (kW)		51,2	
Int. cons. máx. F.L.A. (A)		86,2	
T Max.	100 °C	T min.	- 35 °C
Presión máx. admisible HP (bar)		27,6	
Presión máx. admisible LP (bar)		22,5	
<b>POTENCIAS NOMINALES</b>			
Potencia compresor (kW)		35,9	
Potencia frigorífica (kW)		113,0	
Potencia calorífica (kW)		121,0	
		GA-1599-E0	

¿PORQUÉ MEDIR?

AUDITÓRIAS ENERGÉTICAS



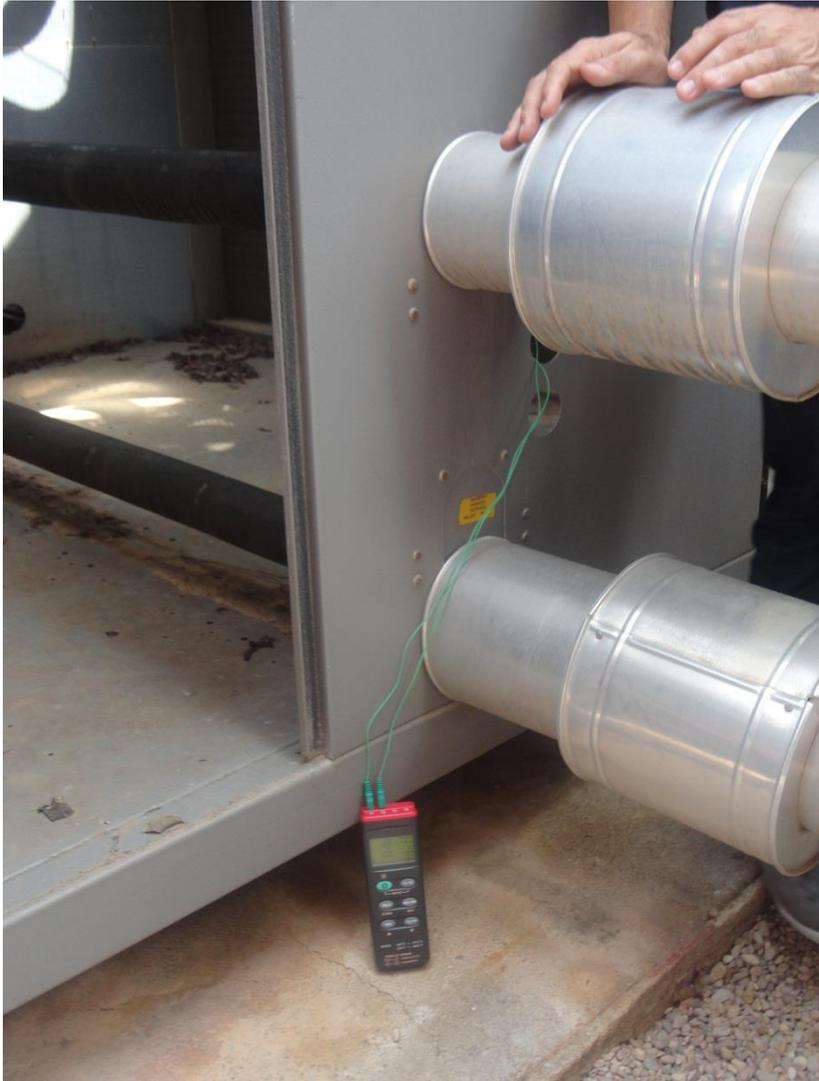
¿PORQUÉ MEDIR?

AUDITÓRIAS ENERGÉTICAS



# ¿PORQUÉ MEDIR?

## AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

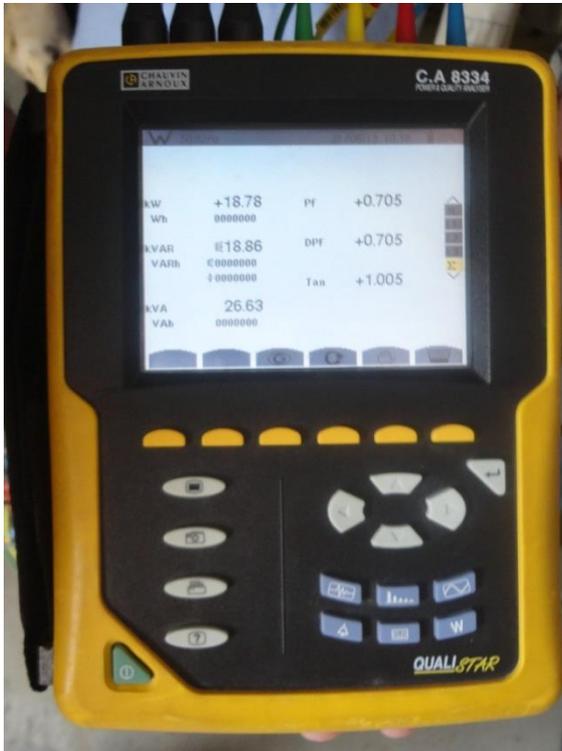


$$Q_U = 6,17 \cdot 4,18 \cdot (9,4 - 7,9)$$

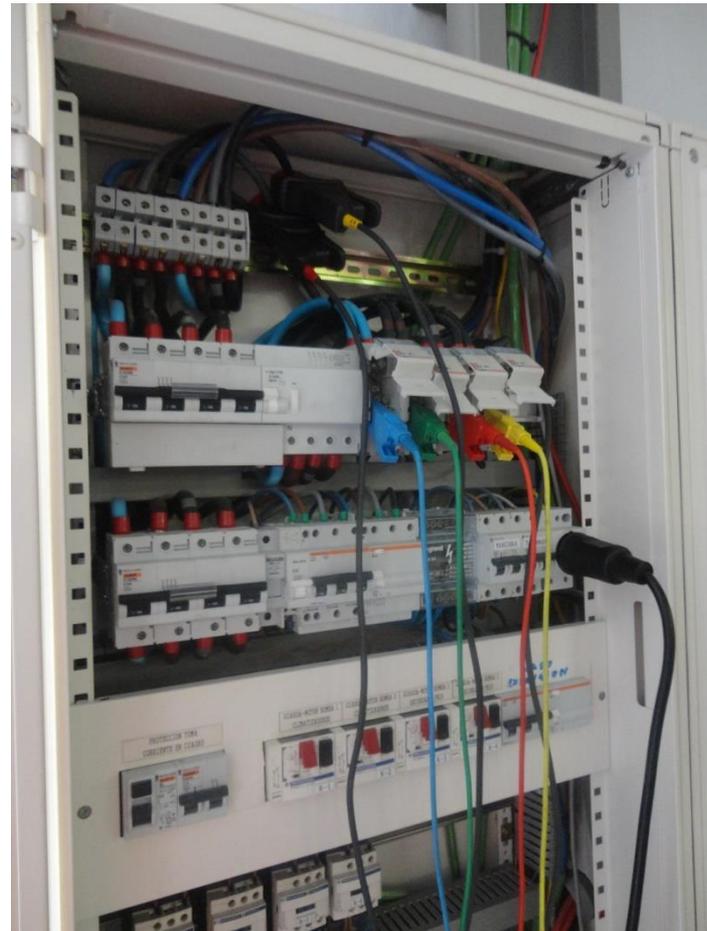
$$Q_U = 38,7 \text{ kW}$$

## ¿PORQUÉ MEDIR?

## AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

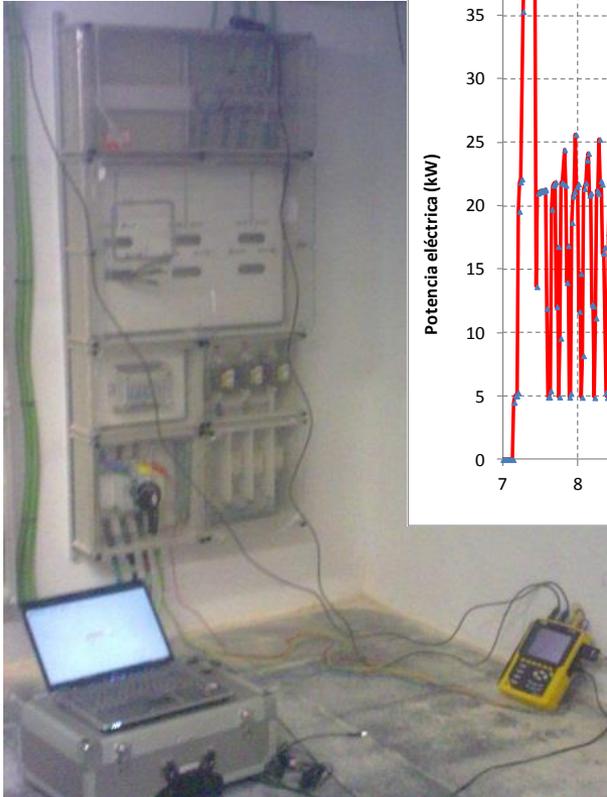
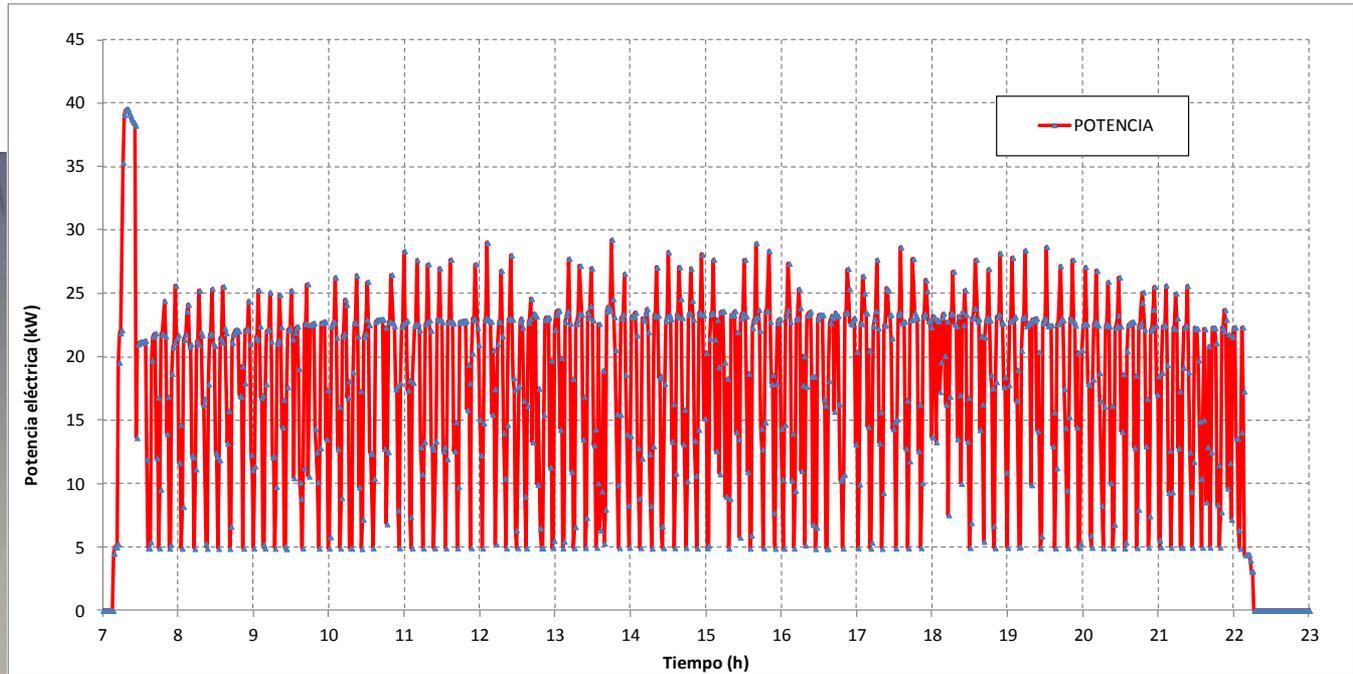


$$EER = \frac{Q_U}{P_E} = \frac{38,7}{18,8} = 2,06$$



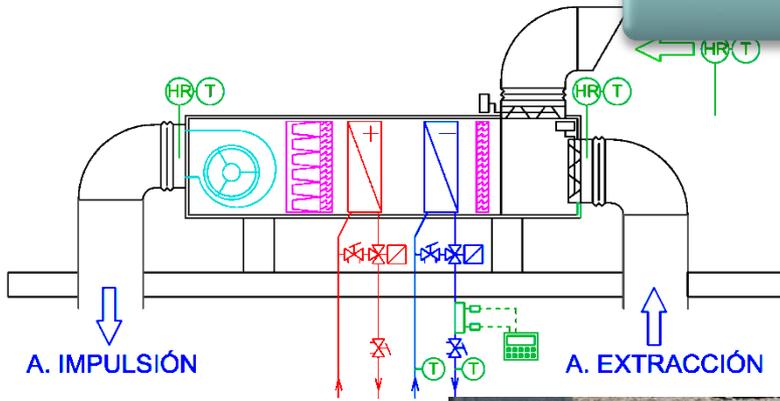
# ¿PORQUÉ MEDIR?

## AUDITORÍAS ENERGÉTICAS



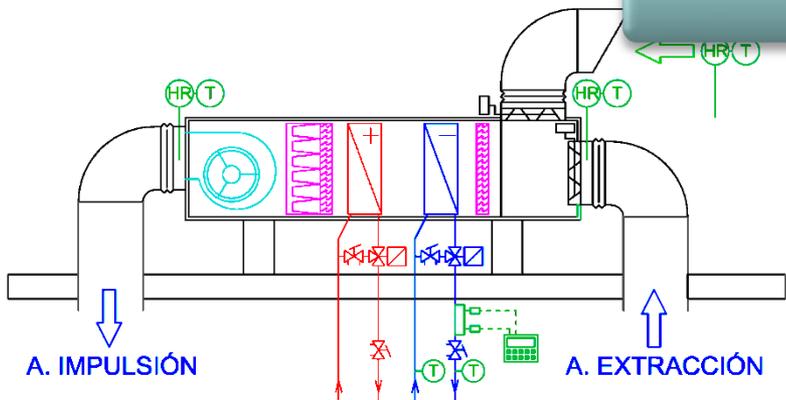
# ¿PORQUÉ MEDIR?

## AUDITORÍAS ENERGÉTICAS



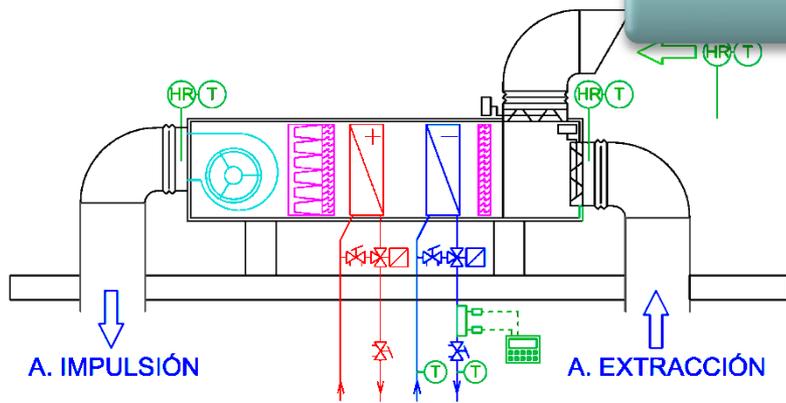
# ¿PORQUÉ MEDIR?

## AUDITORÍAS ENERGÉTICAS



# ¿PORQUÉ MEDIR?

## AUDITORÍAS ENERGÉTICAS



# ¿PORQUÉ MEDIR?

## SERVICIOS ENERGÉTICOS



Hay que formalizar el contrato de servicios energéticos:

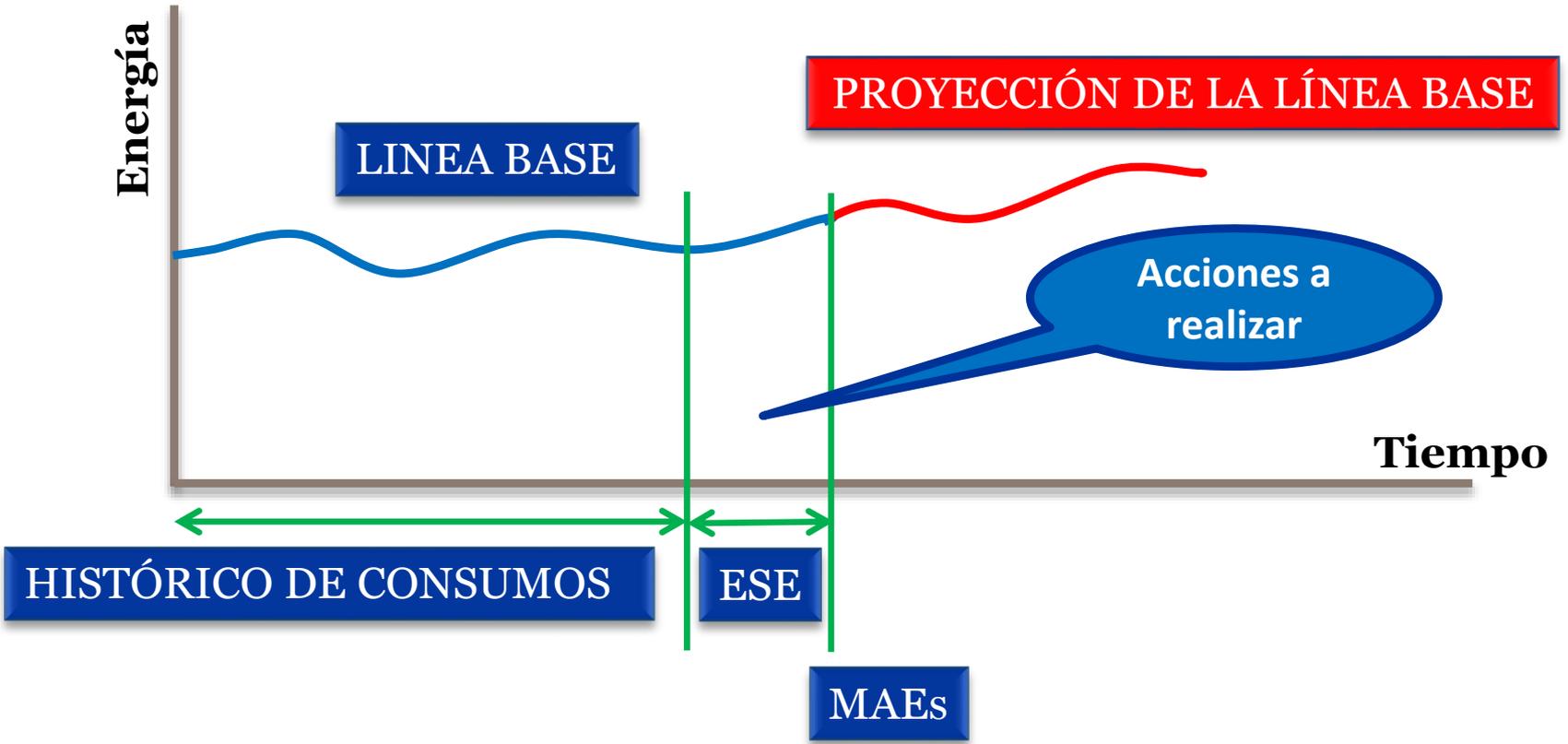
- ¿Que se va a hacer?
- ¿Cómo se van a medir los ahorros?
- ¿Cómo se van realizar los ajustes?

CONTRATO	
Este Contrato es entre:	
_____	_____
<small>Nombre del Niño</small>	<small>Nombre de la persona que hace el contrato</small>
El mismo se iniciará el día _____	
hasta _____	
ACUERDO ENTRE LAS PARTES	
Yo, _____	me comprometo a:
<small>Nombre del Niño</small>	
_____	
_____	
Yo, _____	me comprometo a:
* En caso de no cumplirse este acuerdo, queda claro que no se entregará la recompensa acordada.	
Firma de las partes:	
_____	<small>Nombre del Niño</small>
_____	<small>Nombre persona que hace el Contrato</small>



# ¿PORQUÉ MEDIR?

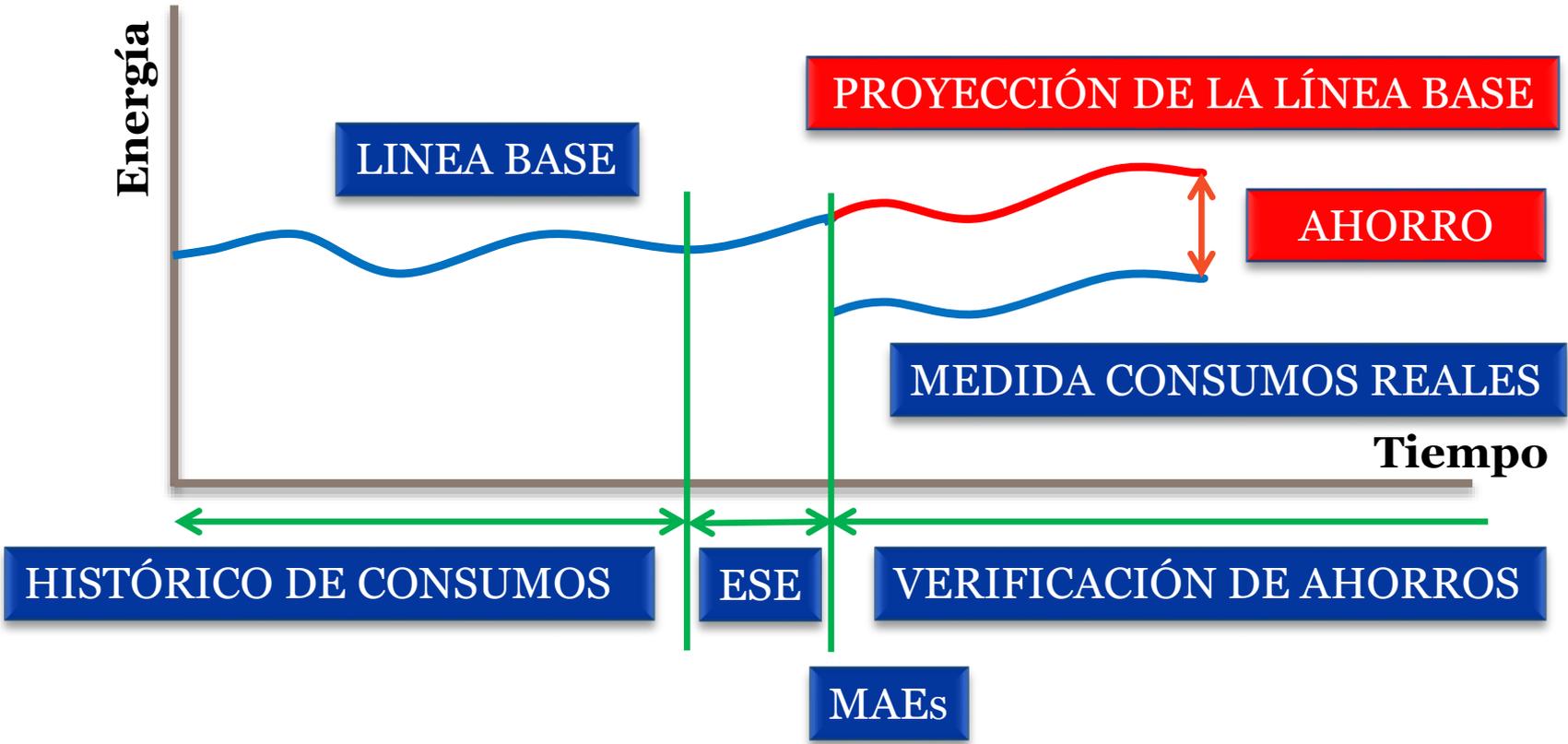
## SERVICIOS ENERGÉTICOS



Periodo anterior a aplicar MAEs

¿PORQUÉ MEDIR?

SERVICIOS ENERGÉTICOS



Cálculo del ahorro de energía

# ¿PORQUÉ MEDIR?

## SERVICIOS ENERGÉTICOS



## ¿PORQUÉ MEDIR?

### CONTAJE DE ENERGÍA



MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y  
TURISMO

09/06/2015

---

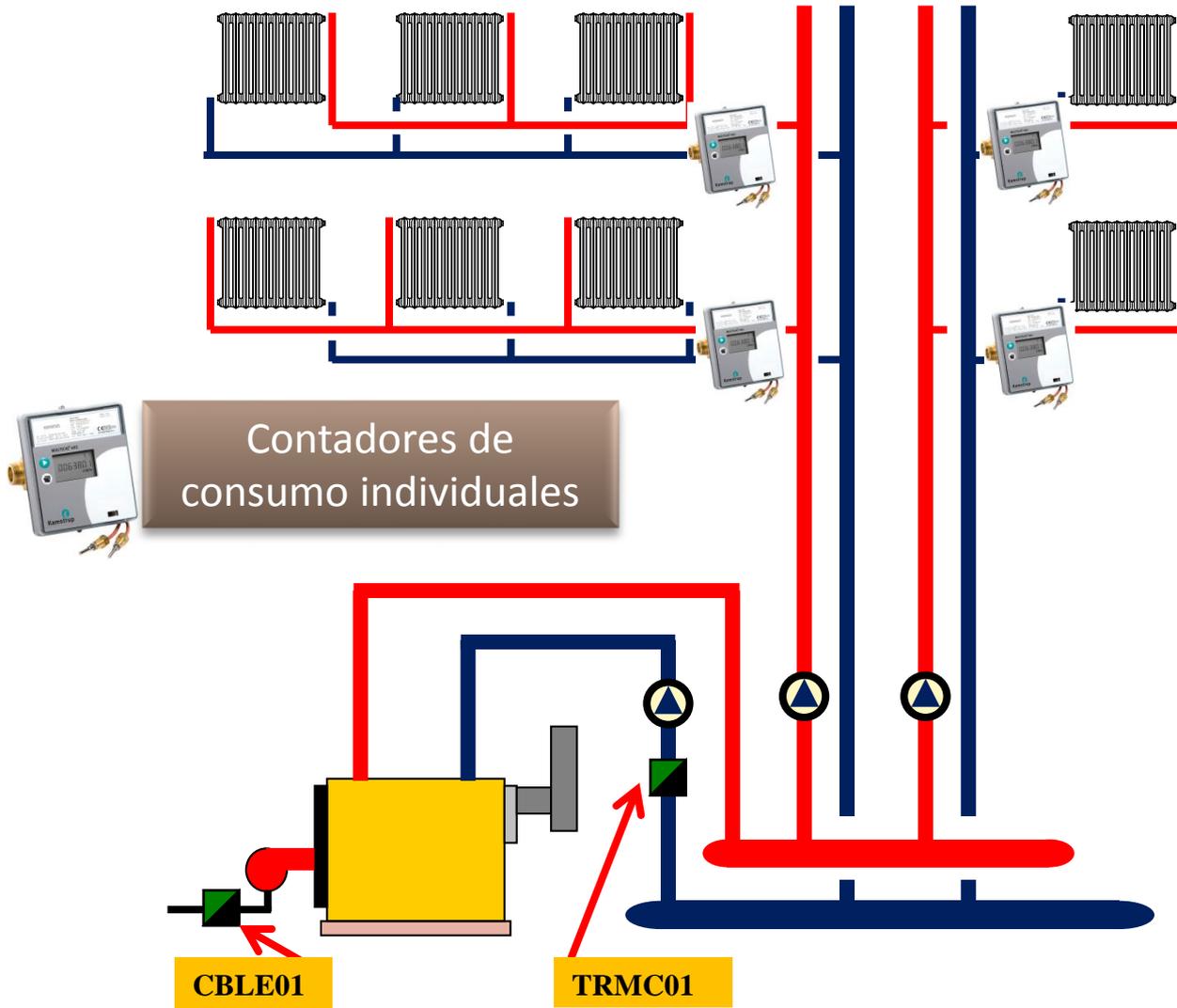
**PROYECTO DE REAL DECRETO POR EL QUE SE TRANSPONE LA DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 25 DE OCTUBRE DE 2012, RELATIVA A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, EN LO REFERENTE A AUDITORÍAS ENERGÉTICAS, ACREDITACIÓN DE PROVEEDORES DE SERVICIOS Y AUDITORES ENERGÉTICOS, PROMOCIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA Y CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS**

---

Toda instalación térmica que dé servicio a más de un usuario dispondrá de algún sistema que permita la contabilización de los consumos correspondientes a cada servicio entre los diferentes usuarios, ya sea de calor, frío o agua caliente sanitaria.

# ¿PORQUÉ MEDIR?

## CONTAJE DE ENERGÍA



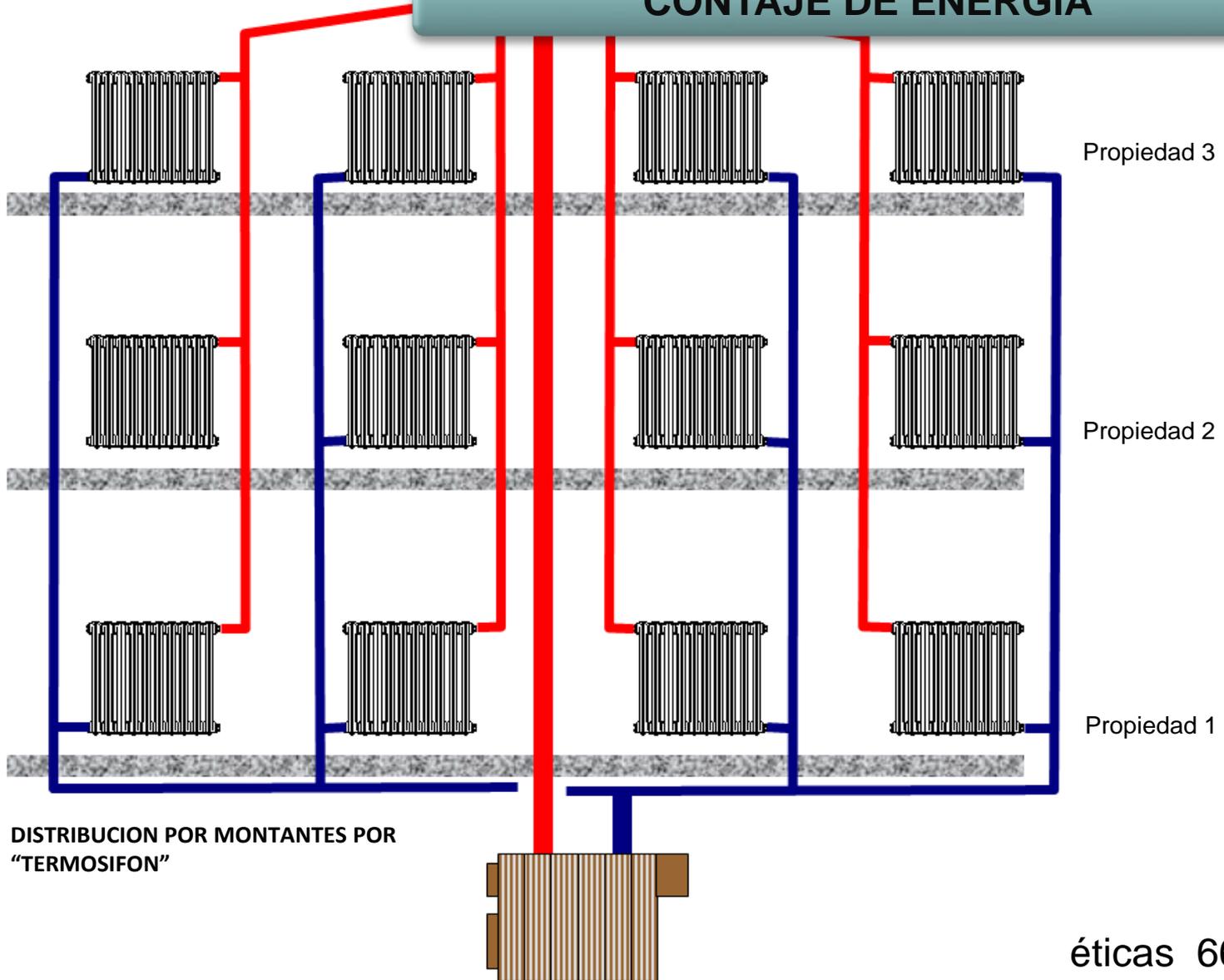
# ¿PORQUÉ MEDIR?

## CONTAJE DE ENERGÍA



# ¿PORQUÉ MEDIR?

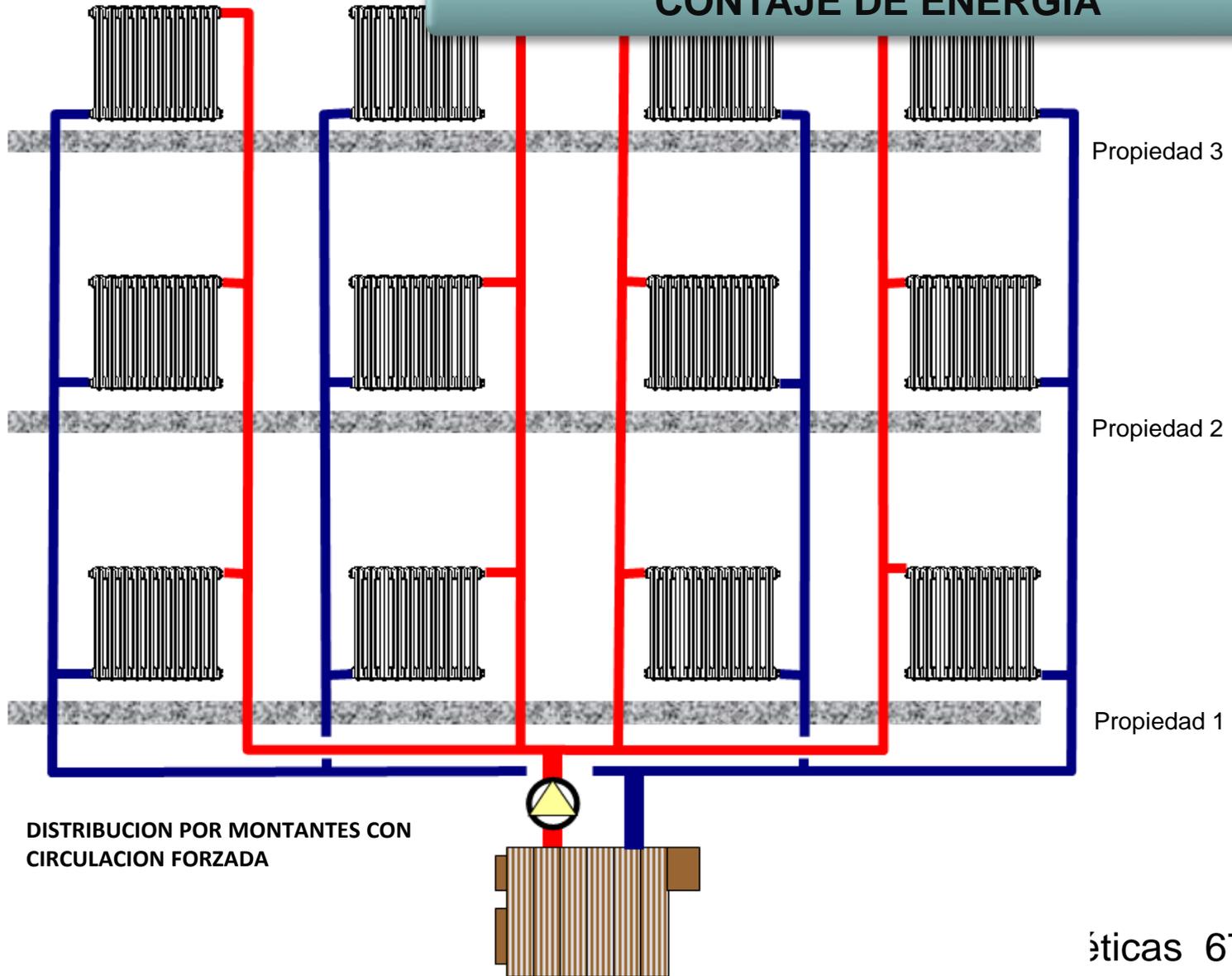
## CONTAJE DE ENERGÍA



DISTRIBUCION POR MONTANTES POR "TERMOSIFON"

# ¿PORQUÉ MEDIR?

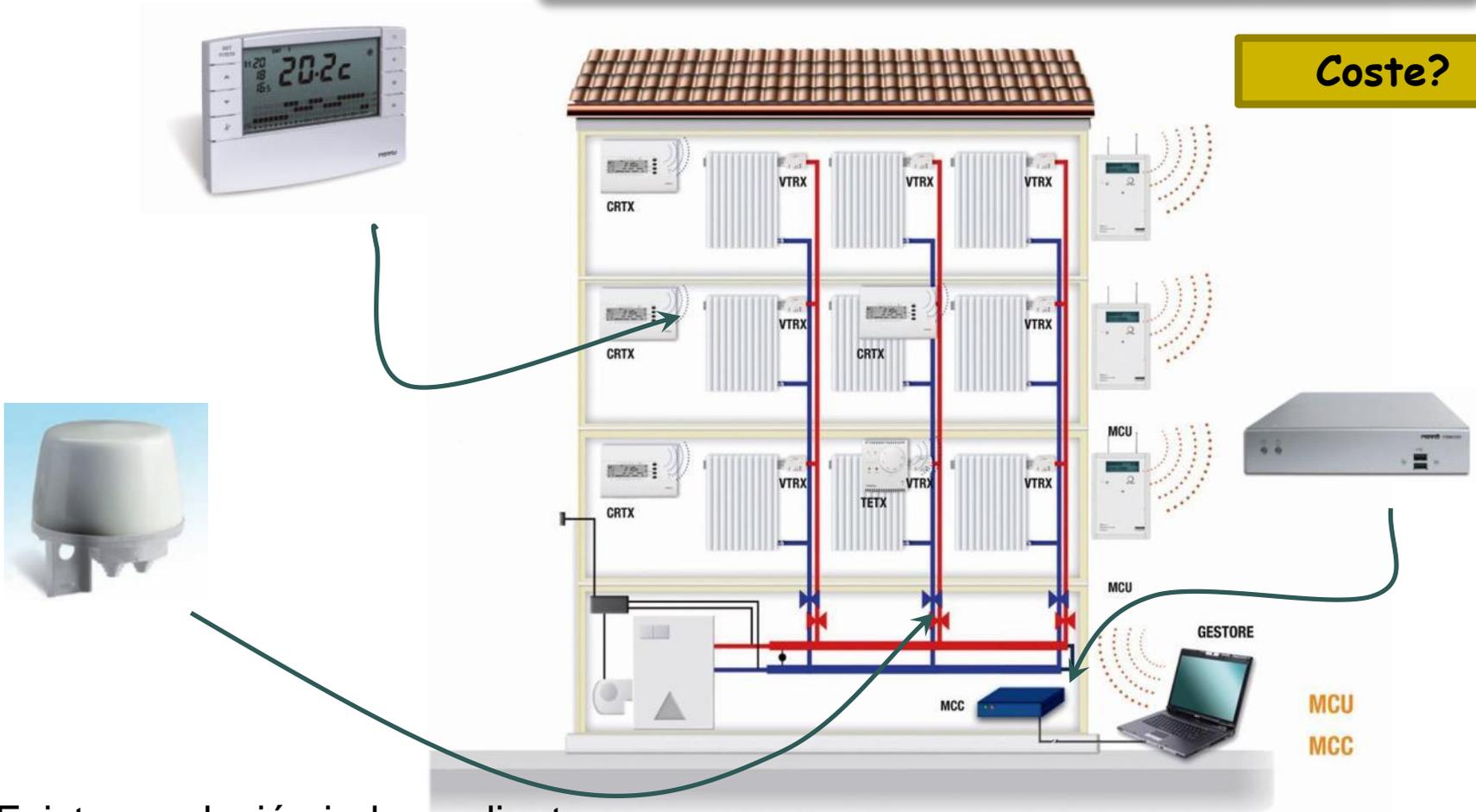
## CONTAJE DE ENERGÍA



## ¿PORQUÉ MEDIR?

## CONTAJE DE ENERGÍA

Coste?



Existe regulación independiente de cada emisor, con registro de datos y posibilidad de fijar temperaturas y horarios diferentes.

## ¿PORQUÉ MEDIR?

### CONTAJE DE ENERGÍA



*Serán obligatorios en las zonas climáticas A y B si las actuaciones que haya que realizar en la red de distribución de calefacción y agua caliente sanitaria, se recupera en un plazo máximo de 3 años, considerando que estos sistemas proporcionan como media un ahorro anual de un 15 por ciento sobre el coste*

#### **Ejemplo:**

*Factura de gas: 100000 € en 100 viviendas (1000 € por vivienda)*

*Ahorro 150 €/año: 450 € en 3 años.*

## CONCLUSIONES

1. Instrumentación fija para la medida de consumos energéticos
2. Instrumentación portátil para la medida de consumos energéticos
3. Motivos para la medición de la energía
  1. Optimización factura energética
  2. Cumplimiento del RITE
  3. Auditorías energéticas
    - Desglose energético
    - Funcionamiento de instalaciones
    - Propuesta de Medidas de ahorro energético
  4. Servicios energéticos
  5. Sistema de Gestión Energética
  6. Contabilización de consumos para reparto de gastos

