

# XIII CONGRESO IBERO-AMERICANO DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN

LA COOPERACIÓN: DOS CONTINENTES, UNA SOLA VISIÓN

**SISTEMAS DE BOMBEO EFICIENTES  
EN EDIFICIOS E INSTALACIONES  
COMERCIALES –  
ESTUDIO DE EFICIENCIA  
Y AHORRO ENERGÉTICO  
EN SISTEMAS DE BOMBAS**

Miguel Ángel Amézqueta Virgós  
Ingeniero de Ventas



[www.atecyr.org](http://www.atecyr.org)



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)



[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

## Índice

1

UNA RÁPIDA VISIÓN A LOS GASTOS ENERGÉTICOS



> AHORA, LAS EMPRESAS PUEDEN  
AHORRAR LA MISMA CANTIDAD  
DE ELECTRICIDAD QUE CONSUMEN

**1.000**  
**MILLONES**  
DE PERSONAS

## VEAMOS LOS NÚMEROS...

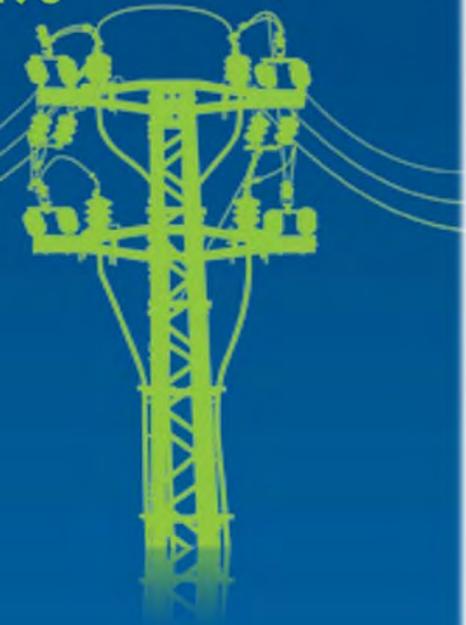


**Las bombas son responsables del  
10% del consumo eléctrico mundial**

Es imprescindible controlar el consumo energético asociado al funcionamiento de los sistemas de bombas en instalaciones de climatización. Fuente: Europump – Compromiso energético del sector industrial europeo

Si sólo se utilizaran sistemas de bombeo de gran eficiencia, el mundo podría ahorrarse un 4%

4%



*Fuente: Europump – Compromiso energético del sector industrial europeo*

**El 90%**

de los motores de las bombas  
podría ser más eficiente

**Dos tercios**

de todas las bombas podrían  
ahorrar hasta un 60% de energía  
si tuvieran variador de frecuencia



**¡AHORA MISMO PODRÍA ESTAR  
AHORRANDO ENERGÍA!**

*Fuente: Europump – Compromiso energético del sector industrial europeo*

## El 90%

de los motores de las bombas  
podría ser más eficiente

## Dos tercios

de todas las bombas podrían  
ahorrar hasta un 60% de energía  
si tuvieran variador de frecuencia

### CONSUMO ACTUAL DE LAS BOMBAS

- 10% de la energía eléctrica del mundo
- 259 TWh anuales en la UE
- 163 TWh en la industria de la UE
- 46 TWh en los sectores terciarios de la UE
- 50 TWh en el sector residencial de la UE

*Fuente: Europump – Compromiso energético del sector industrial europeo*

## Índice

1

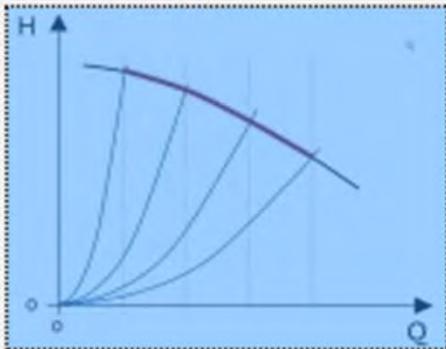
UNA RÁPIDA VISIÓN A LOS GASTOS ENERGÉTICOS

2

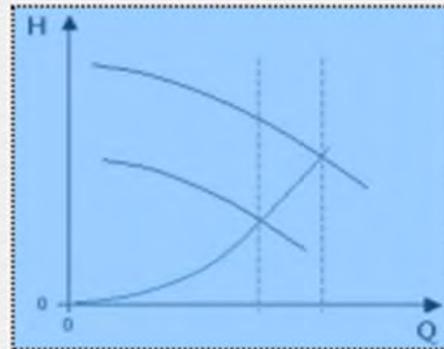
SISTEMAS DE CONTROL DE BOMBAS

# SISTEMAS DE CONTROL DE BOMBAS

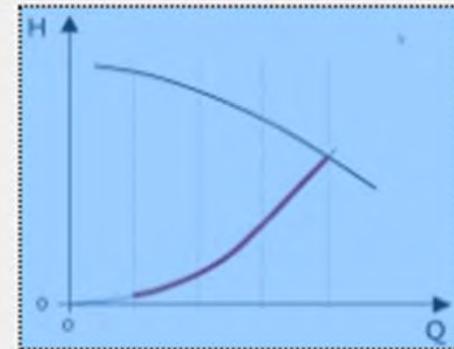
No controlada



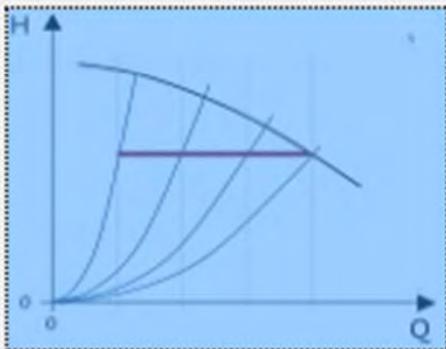
Curva constante



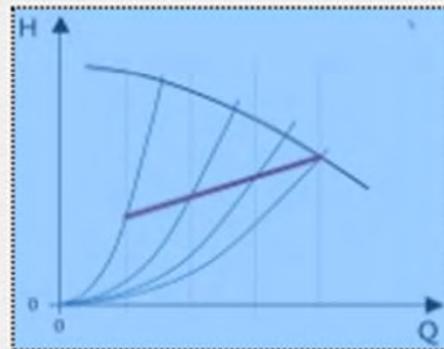
Control de la temperatura



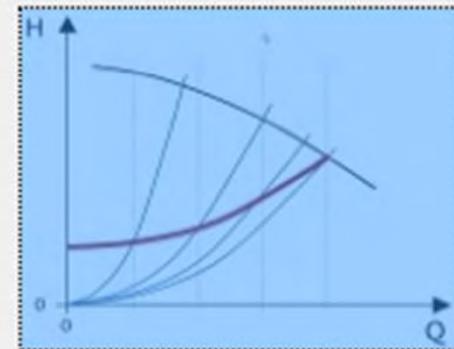
Presión diferencial constante



Presión Proporcional



Presión Proporcional, Externo



*Para conseguir los objetivos de ahorro energético es imprescindible aplicar y seleccionar en fase de proyecto y puesta en marcha el modo de control de bombas más adecuado al diseño hidráulico en la instalación de clima.*

## LEY DE AFINIDAD

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{H_2}{H_1} = \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

**Caudal > RPM**

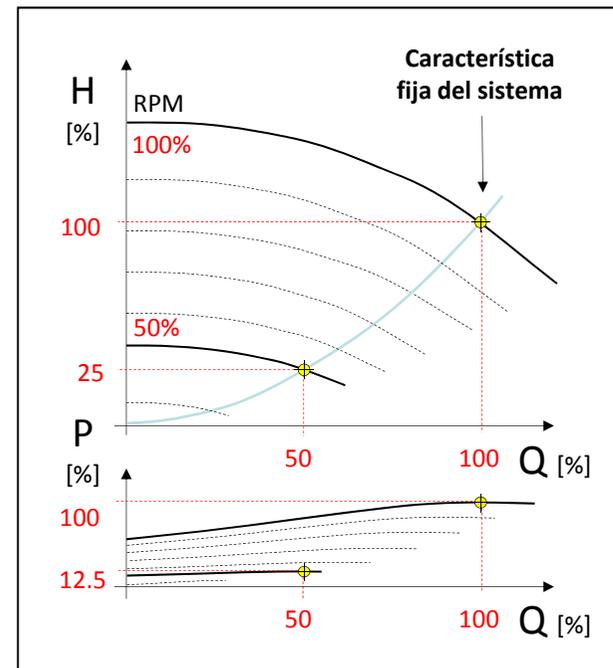
**Altura > RPM**

**Potencia > RPM**

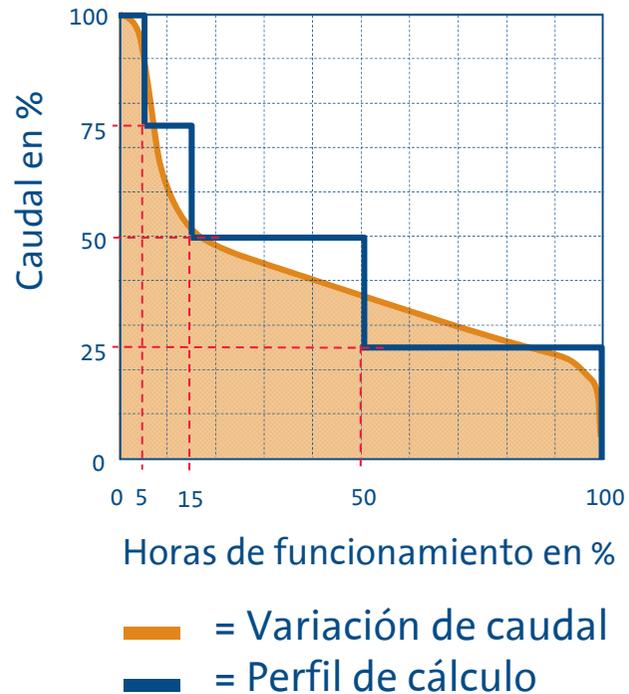
La ley de afinidad muestra la clara relación entre:

- RPM
- Caudal
- Altura
- Efecto

Reduciendo las **RPM** al **50%** da un **Caudal** al **50%**, pero la **Altura** desciende al **25%**, y la **Potencia** necesaria se reduce al **12,5%**.



## EUROPUMPS



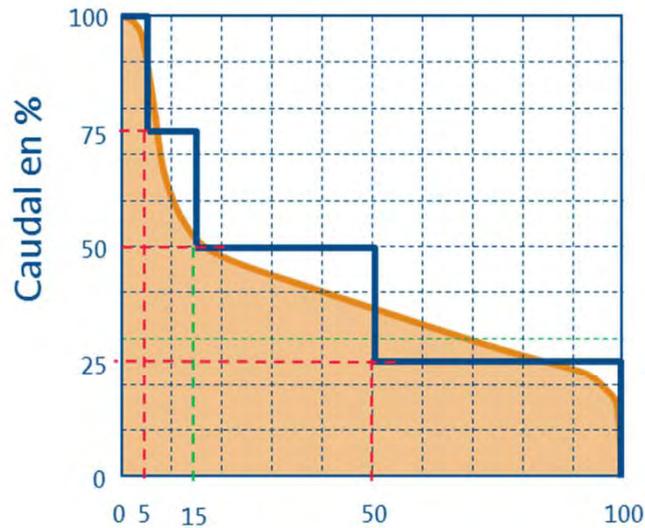
Caudal [%]	Horas [%]
100	6
75	15
50	35
25	44

Las horas de funcionamiento al año dependen del sistema, un año completo tiene 8,760 horas

*Un perfil de carga, asociado a cada instalación y bien calculado, nos ayudará a un correcto dimensionamiento de las bombas de un sistema, siendo éste el primer paso para conseguir unos posibles ahorros energéticos.*

# PERFIL DE CARGA

## ASHRAE



Horas de funcionamiento en %

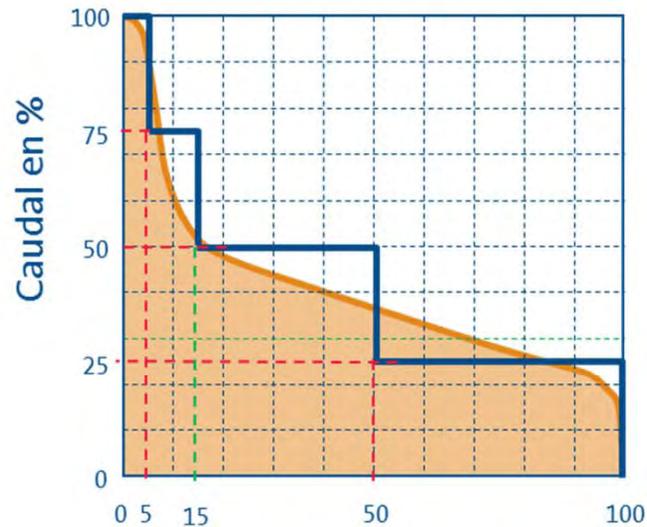
- = Variación de caudal
- = Perfil de cálculo

Caudal [%]	Horas [%]
100	1
75	42
50	45
25	12

Las horas de funcionamiento al año dependen del sistema, un año completo tiene 8,760 horas

# PERFIL DE CARGA

## EUROVENT



Horas de funcionamiento en %

- = Variación de caudal
- = Perfil de cálculo

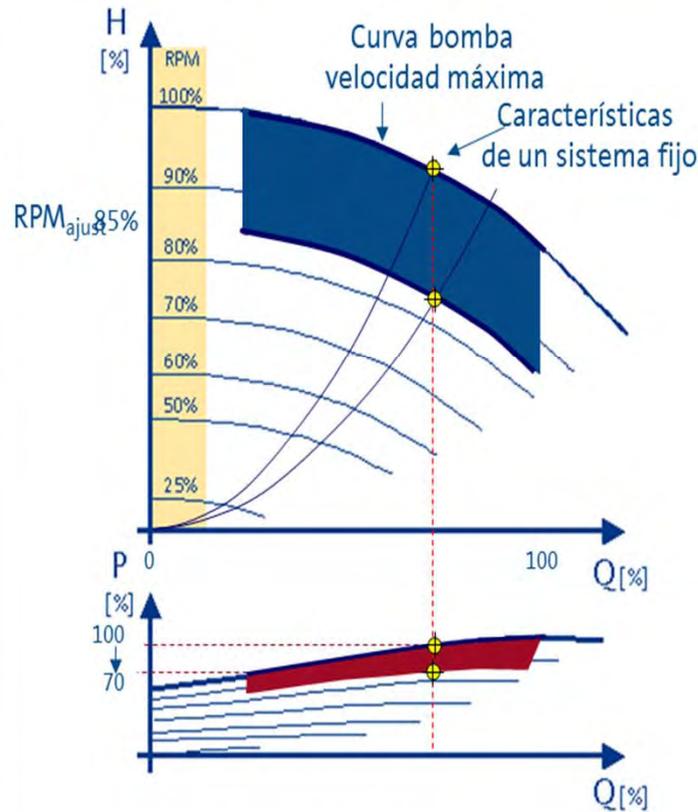
Caudal [%]	Horas [%]
100	3
75	33
50	41
25	23

Las horas de funcionamiento al año dependen del sistema, un año completo tiene 8,760 horas

# MODO DE CONTROL: CURVA CONSTANTE



## Curva constante; representación gráfica

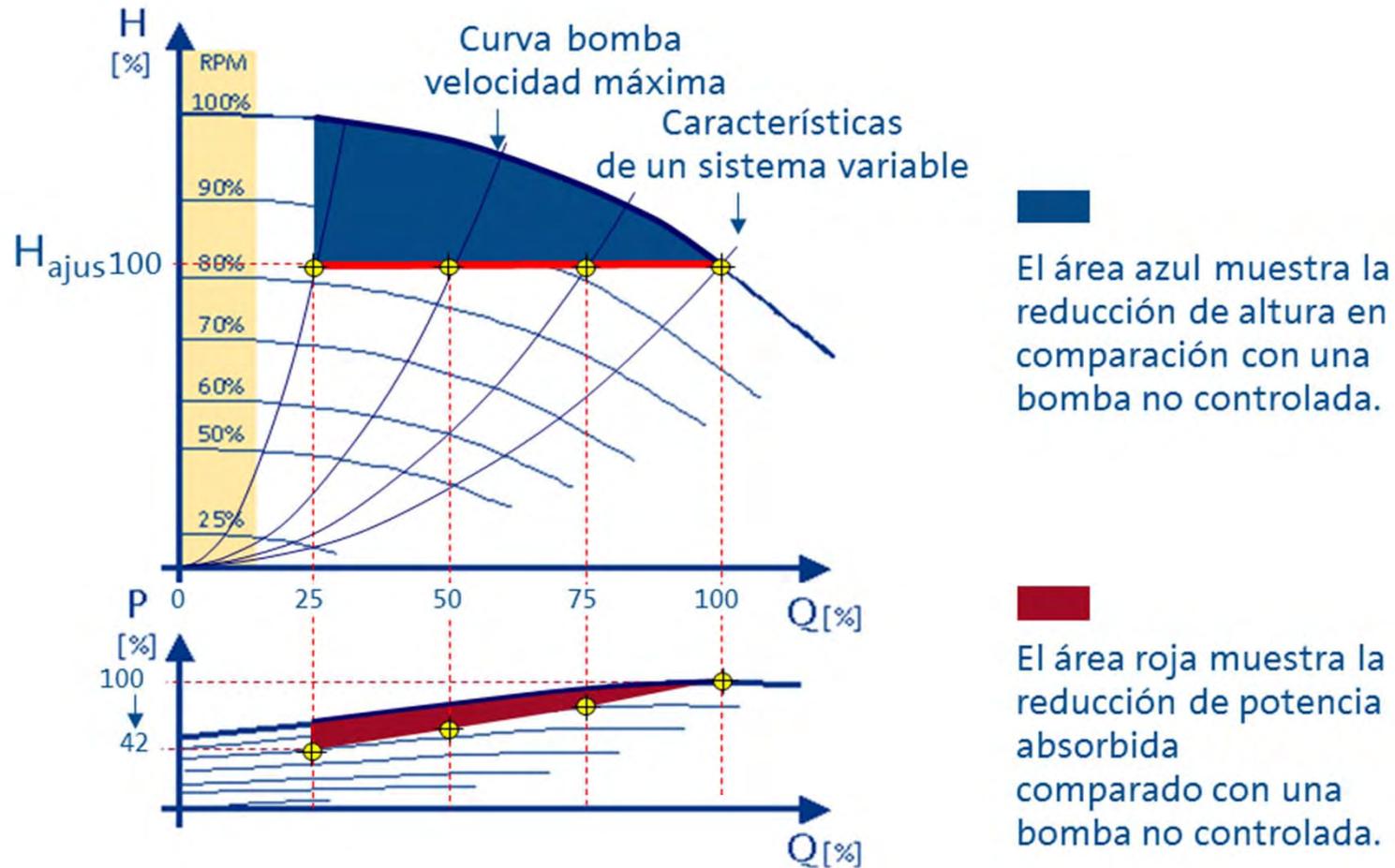


El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

El área roja muestra el efecto de reducción comparado con una bomba no controlada.

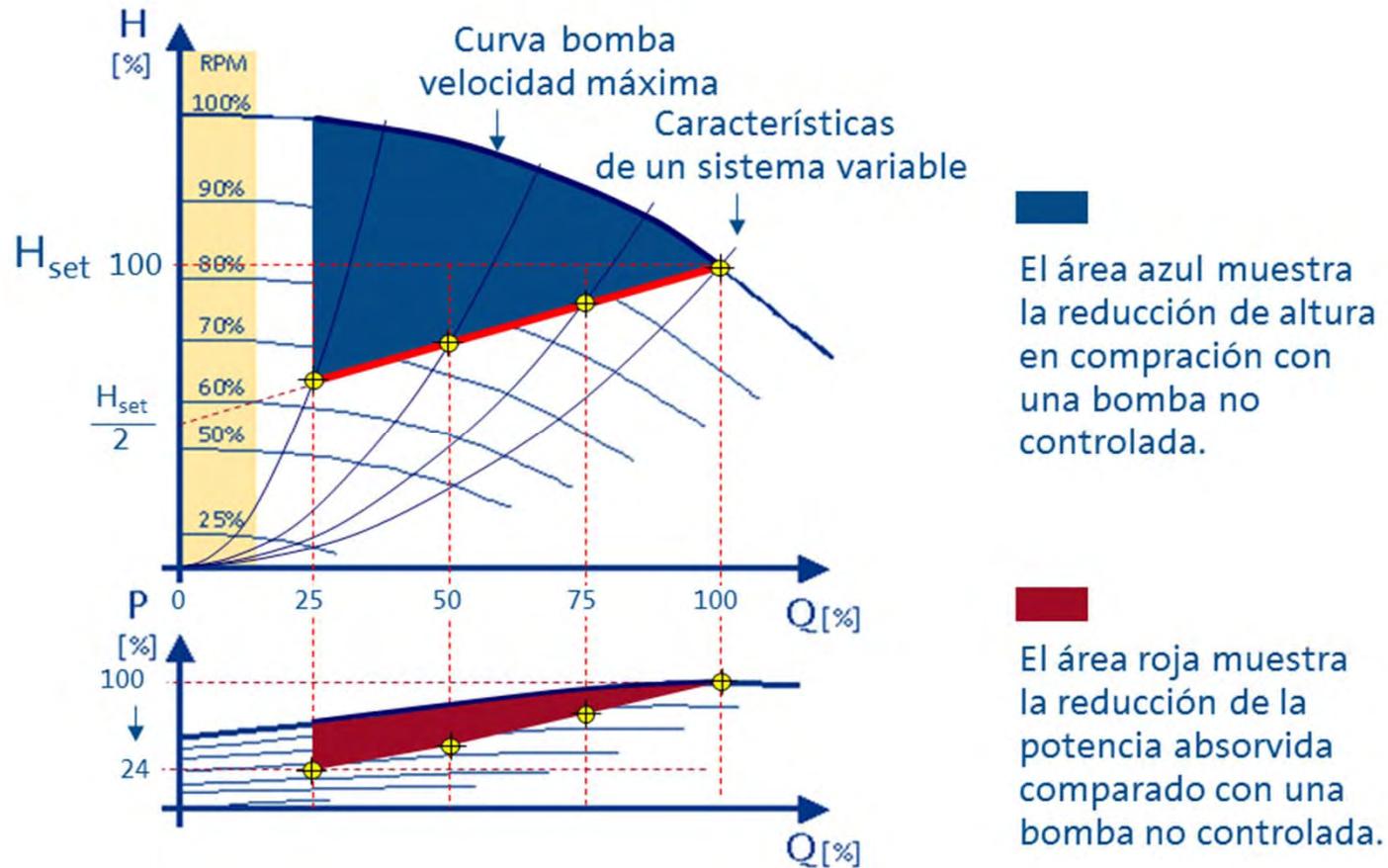
*Se utiliza siempre que hay una demanda de caudal y presión constantes, la bomba se ajusta para el punto de trabajo que se desea, eliminando la necesidad de utilizar las tradicionales válvulas de regulación.*

# MODO DE CONTROL: PRESIÓN DIFERENCIAL CONSTANTE



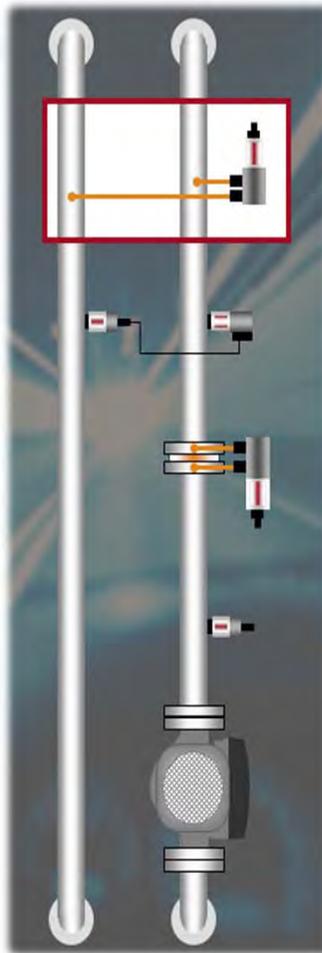
*Se utiliza en sistemas de caudal variable con pérdidas de presión muy bajas y en sistemas abiertos donde la pérdida de presión de la tubería está subordinada a una determinada altura.*

# MODO DE CONTROL: PRESIÓN DIFERENCIAL PROPORCIONAL INTEGRADA EN BOMBA

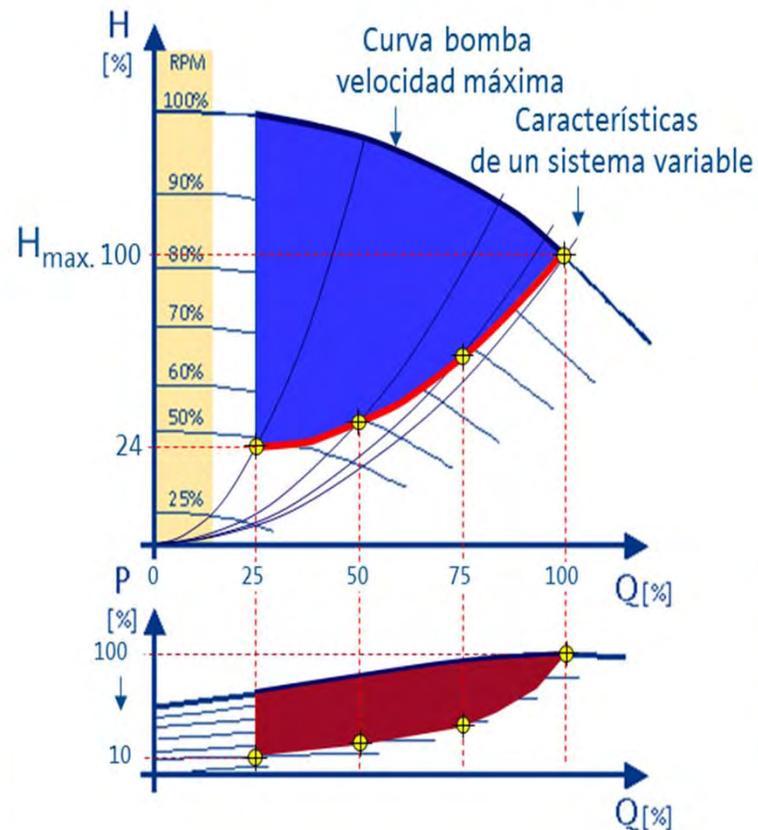


*Se utiliza en la mayoría de los sistemas de circulación de HVAC. En este modo, la bomba adapta continuamente su rendimiento a la demanda de caudal variable.*

# MODO DE CONTROL: PRESIÓN DIFERENCIAL PROPORCIONAL MEDIDA EN EL SISTEMA



## Presión proporcional; representación gráfica

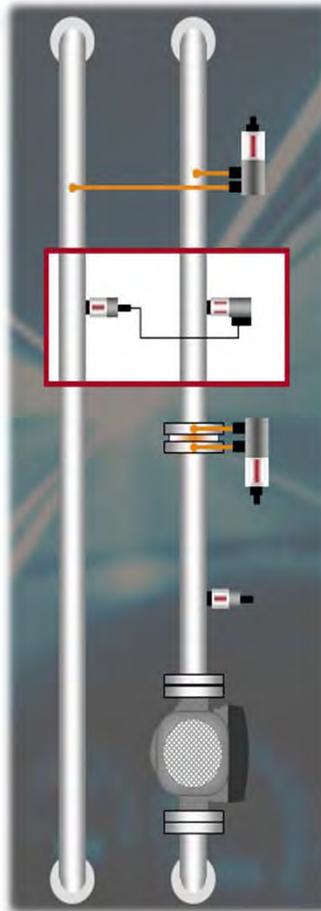


El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

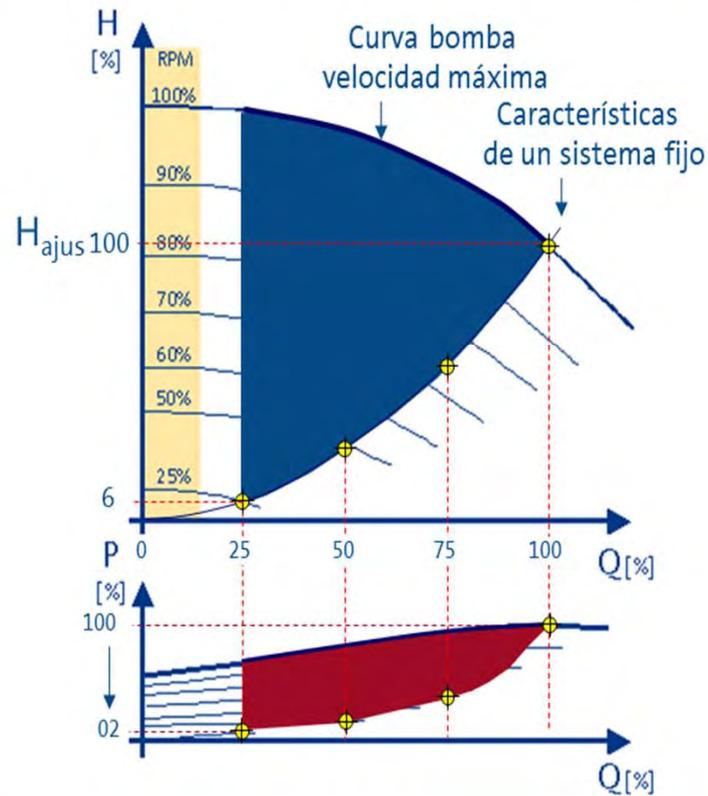
El área roja muestra el efecto de reducción comparado con una bomba no controlada.

*Se utiliza en los mismos sistemas que en el caso de presión proporcional pero con mayores expectativas de ahorro energético, al medir la presión diferencial en el sistema y no en la unidad de bombeo.*

# MODO DE CONTROL: TEMPERATURA DIFERENCIAL CONSTANTE



## Control de temperatura; representación gráfica



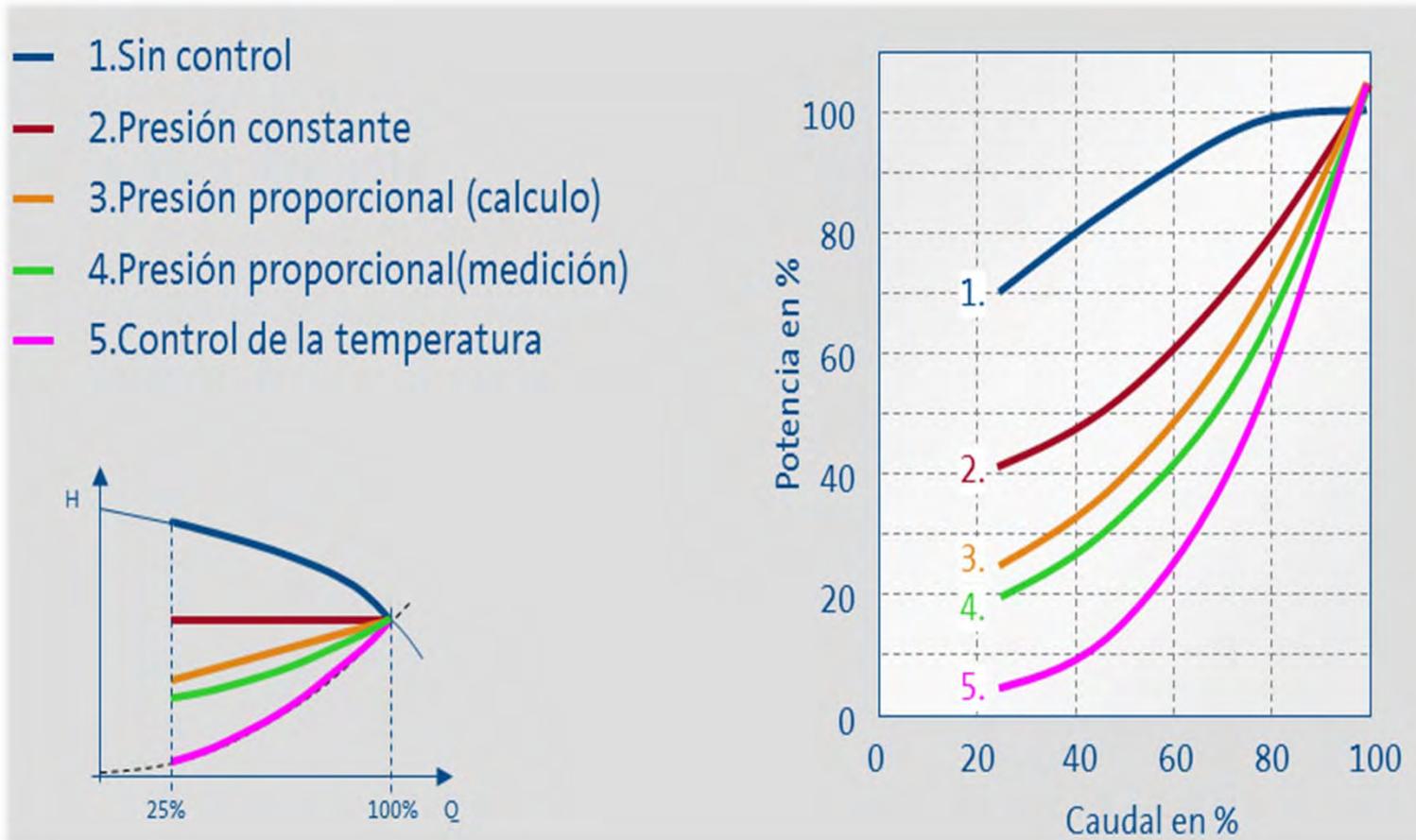
El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

El área roja muestra el efecto de reducción comparado con una bomba no controlada.

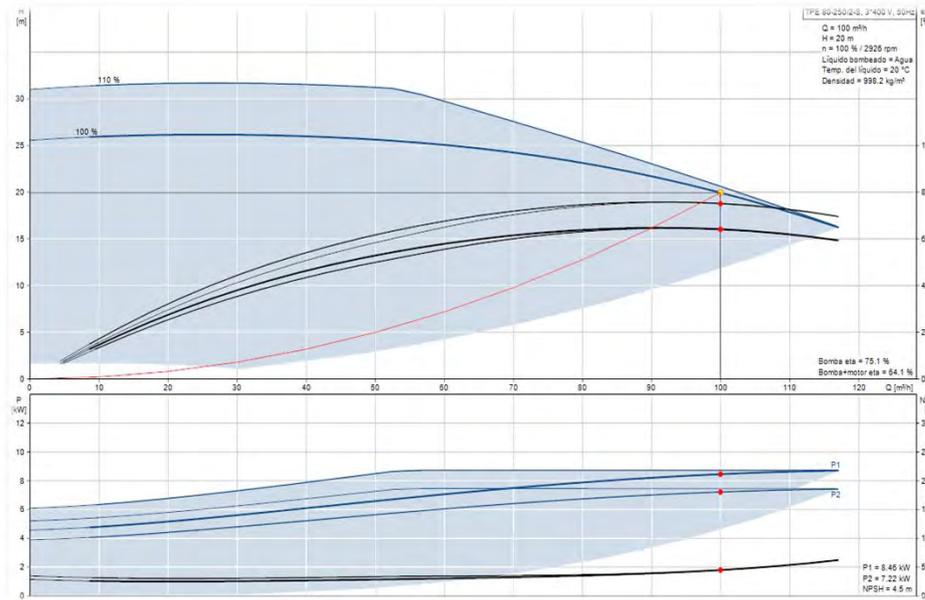
*Se usa en sistemas de caudal variable donde se requiere una temperatura constante del líquido para un punto de trabajo determinado; de este modo, al estar la bomba totalmente a cargo del caudal, el uso de válvulas de control se hace prácticamente innecesario.*

En sistemas con caudal variable se pueden conseguir ahorros significativos. El ahorro total depende del modo de control.

El gráfico muestra los ahorros según los diferentes modos de control.



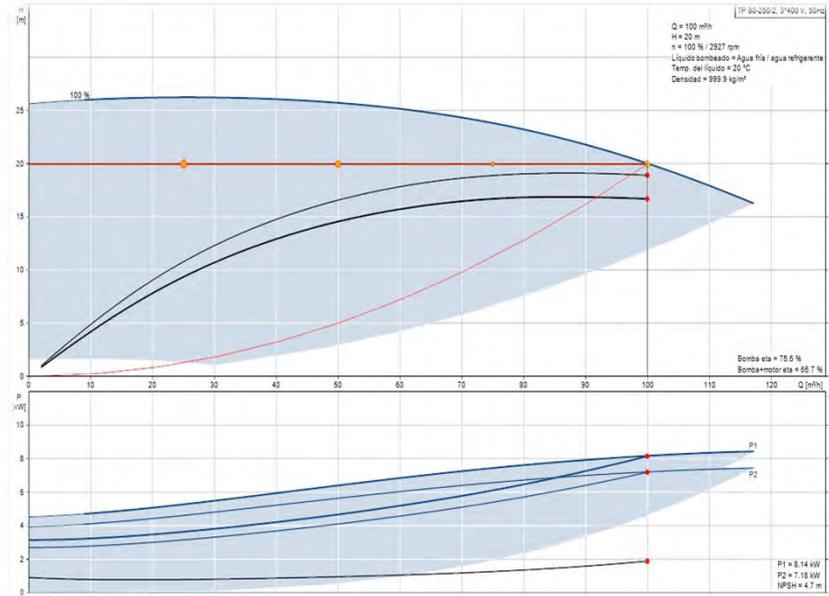
# MODO DE CONTROL: CURVA CONSTANTE



**GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3**

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	23,9	73,50%	6,65	90,10%	66,22%	7,38	17.524	2.453,33 €
41%	2952,00	50%	50	25,6	62,00%	5,63	90,10%	55,86%	6,24	18.431	2.580,31 €
23%	1656,00	25%	25	26,3	39,50%	4,54	90,10%	35,59%	5,03	8.336	1.167,07 €
<b>100%</b>	<b>6984,00</b>									<b>44.291</b>	<b>6.200,70 €</b>

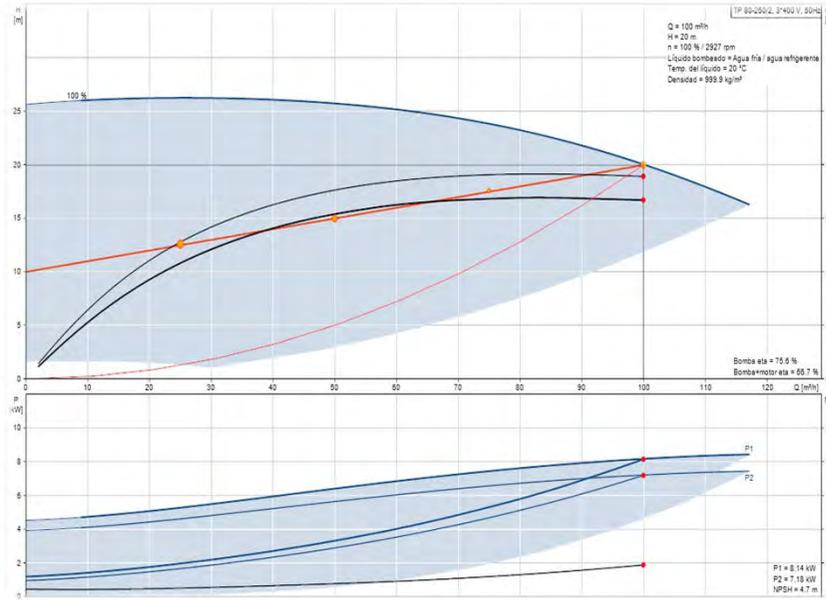
# MODO DE CONTROL: PRESIÓN DIFERENCIAL CONSTANTE



**GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3**

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	20	74,80%	5,44	90,10%	67,39%	6,04	14.346	2.008,39 €
41%	2952,00	50%	50	20	65,60%	4,15	90,10%	59,11%	4,61	13.609	1.905,24 €
23%	1656,00	25%	25	20	42,90%	3,18	90,10%	38,65%	3,52	5.837	817,17 €
<b>100%</b>	<b>6984,00</b>									<b>33.791</b>	<b>4.730,80 €</b>

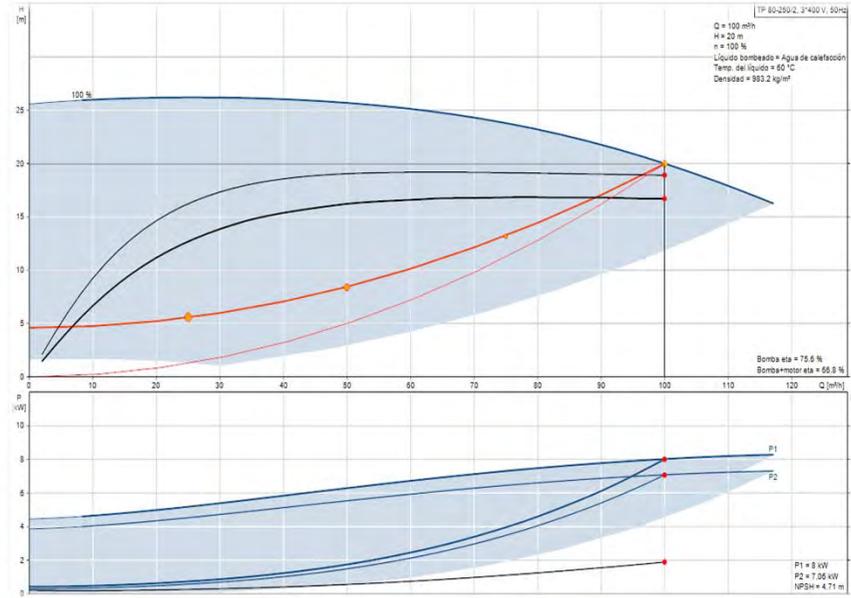
# MODO DE CONTROL: PRESION DIFERENCIAL PROPORCIONAL (INTEGRADA EN BOMBA)



**GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3**

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	<b>7200</b>		<b>m3/h</b>	<b>mca</b>		<b>KW</b>	<b>IE3</b>		<b>KW</b>	<b>KW</b>	<b>0,14 €</b>
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	17,5	73,50%	4,87	90,10%	66,22%	5,40	12.831	1.796,37 €
41%	2952,00	50%	50	15	62,00%	3,30	90,10%	55,86%	3,66	10.799	1.511,90 €
23%	1656,00	25%	25	12,6	39,50%	2,17	90,10%	35,59%	2,41	3.994	559,13 €
<b>100%</b>	<b>6984,00</b>									<b>27.624</b>	<b>3.867,40 €</b>

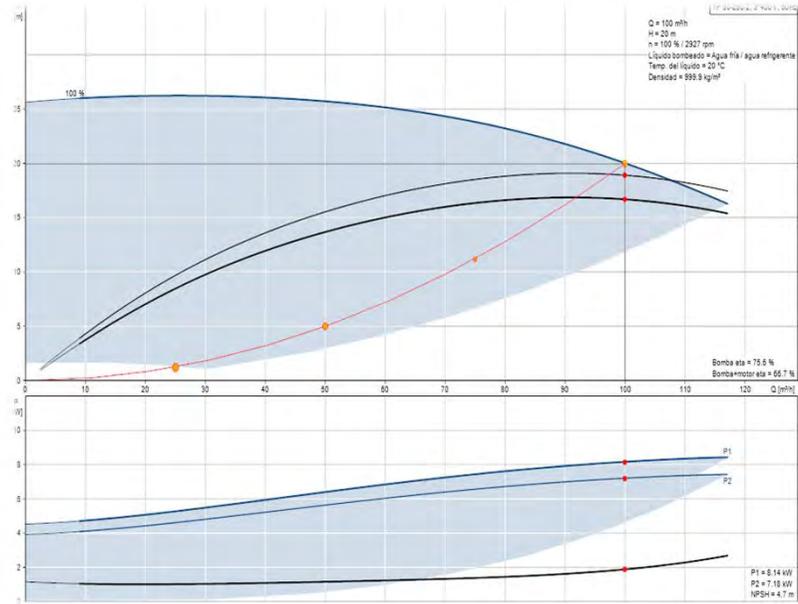
# MODO DE CONTROL: PRESION DIFERENCIAL PROPORCIONAL MEDIDA EN EL SISTEMA



**GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3**

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	13,5	75,90%	3,63	90,10%	68,39%	4,03	9.585	1.341,95 €
41%	2952,00	50%	50	8	75,20%	1,45	90,10%	67,76%	1,61	4.749	664,81 €
23%	1656,00	25%	25	6	63,30%	0,65	90,10%	57,03%	0,72	1.187	166,14 €
<b>100%</b>	<b>6984,00</b>									<b>15.521</b>	<b>2.172,90 €</b>

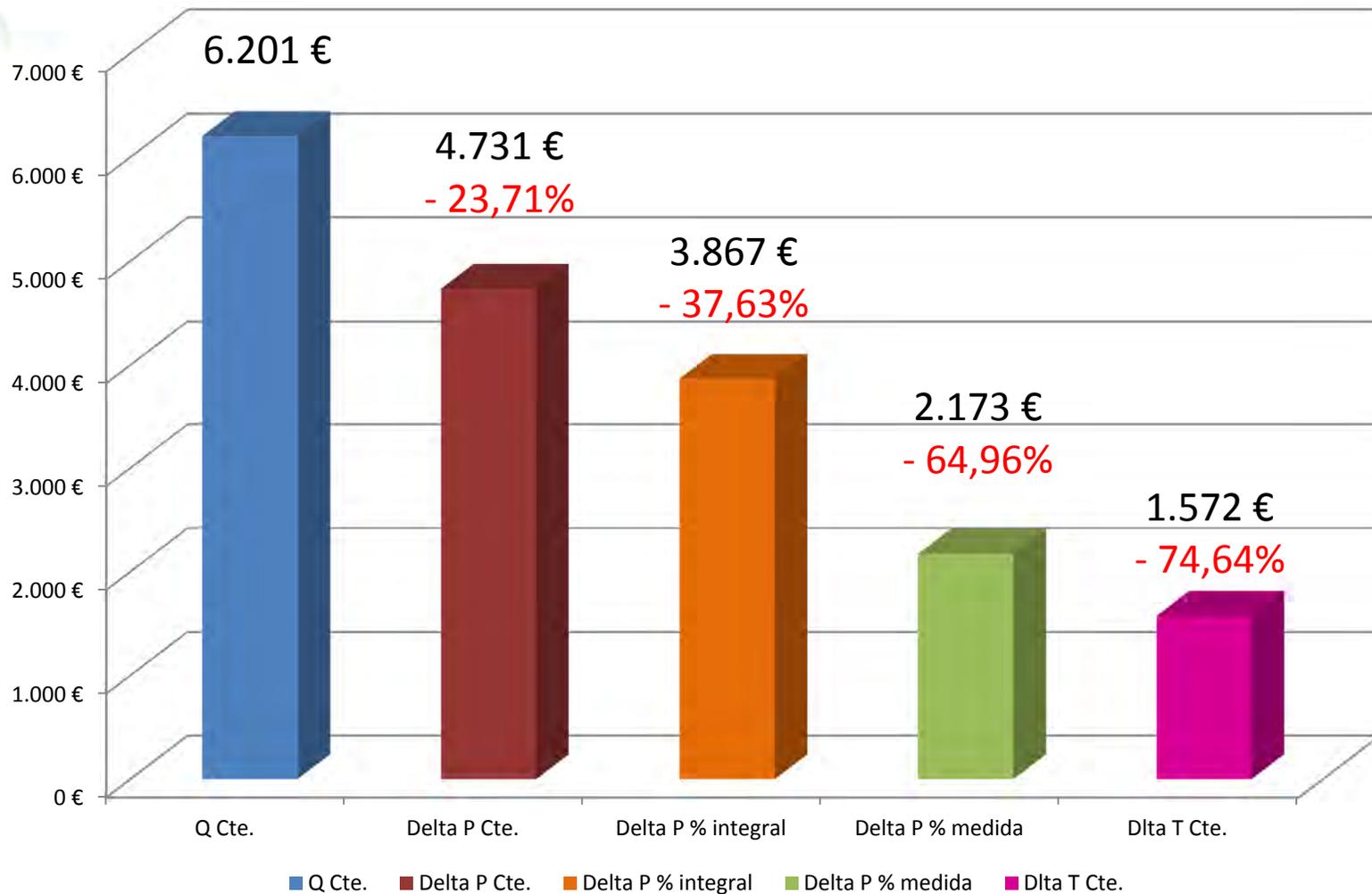
# MODO DE CONTROL: TEMPERATURA DIFERENCIAL CONSTANTE



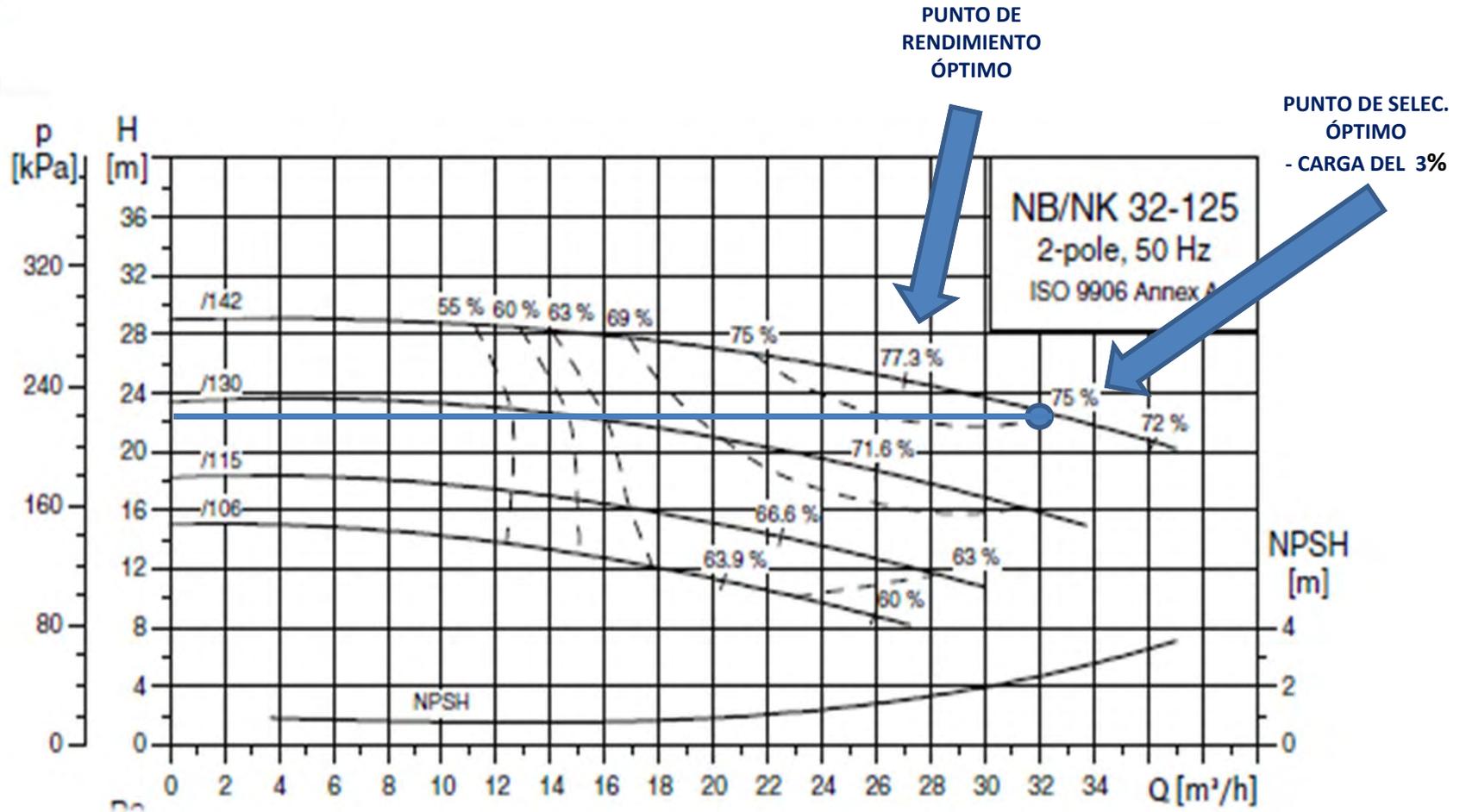
**GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3**

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	11,1	75,95%	2,99	90,10%	68,43%	3,31	7.876	1.102,66 €
41%	2952,00	50%	50	5	75,85%	0,90	90,10%	68,34%	1,00	2.942	411,94 €
23%	1656,00	25%	25	2,5	75,80%	0,22	90,10%	68,30%	0,25	413	57,81 €
<b>100%</b>	<b>6984,00</b>									<b>11.232</b>	<b>1.572,41 €</b>

# AHORROS ENERGÉTICOS ANUALES

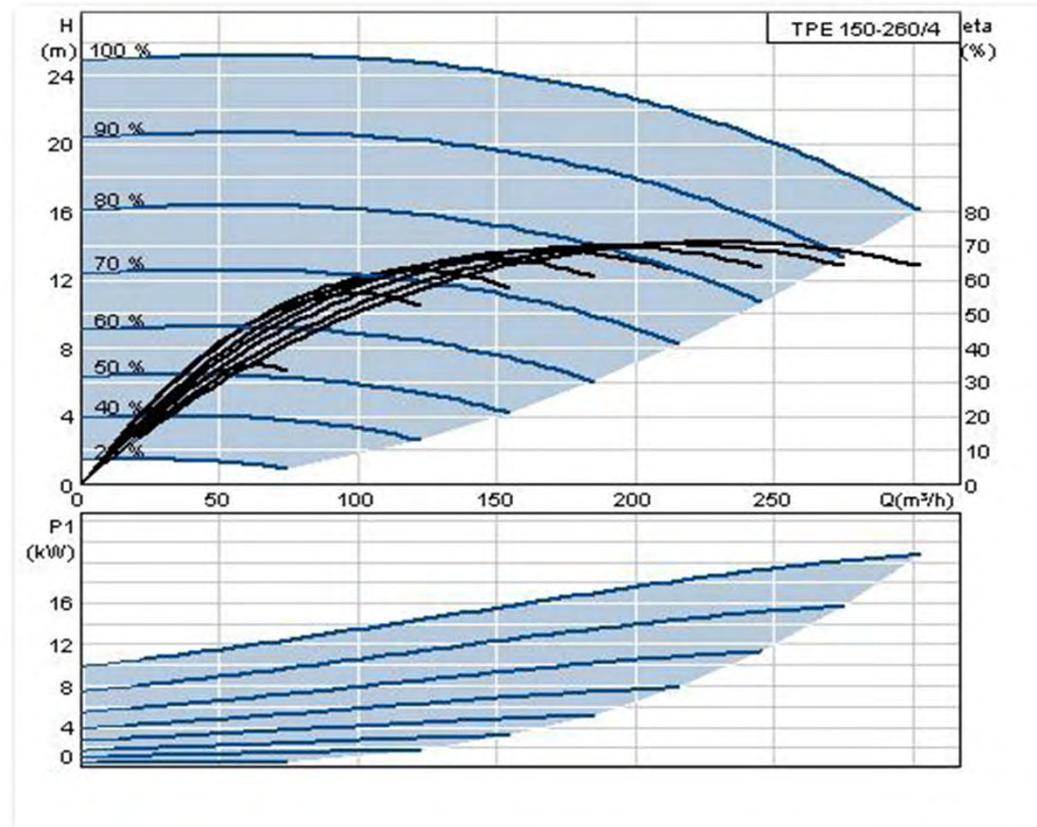


# SELECCIÓN DE UNA BOMBA



- Máximo rendimiento a plena carga y mejora del este a cargas parciales, según perfil de carga.
- Incremento de rendimiento a lo largo de vida útil (al envejecer tuberías)

# FLUCTUACIÓN DE FRECUENCIAS DISPONIBLES EN EL MOTOR

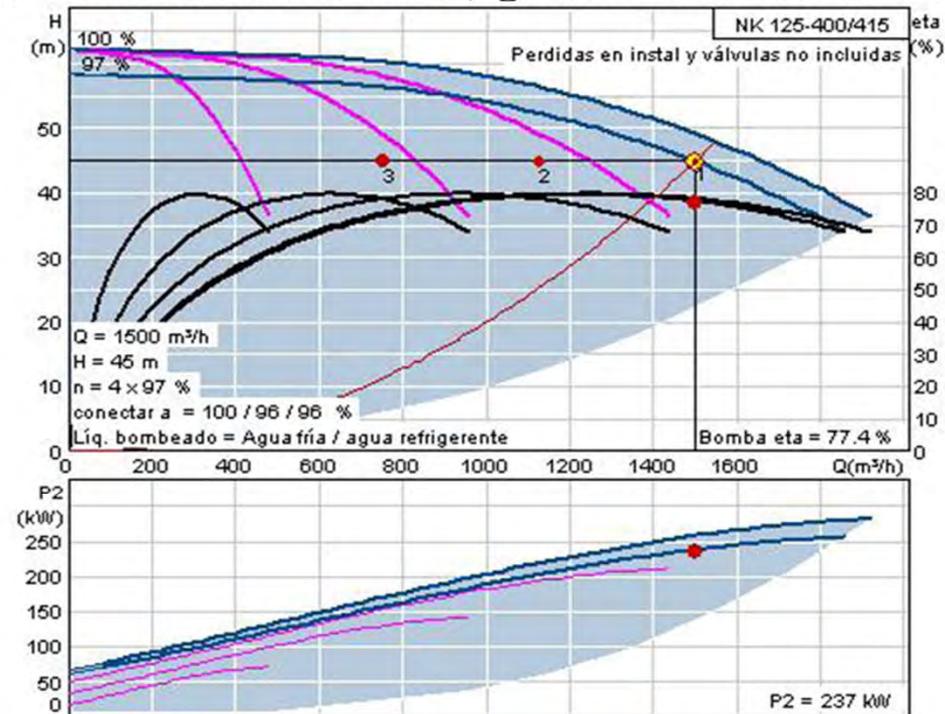


**MAYOR EFICIENCIA:**

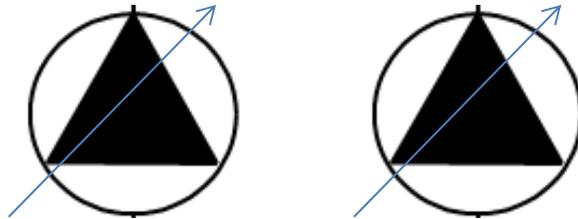
**ES RECOMENDABLE TRABAJAR ENTRE FRECUENCIAS DEL 50% Y 100% RESPECTO A LA FRECUENCIA NOMINAL DE 50 Hz.**

## Bombas en paralelo con variador frecuencia en cada motor

Motores en funcionamiento, girando a la misma velocidad



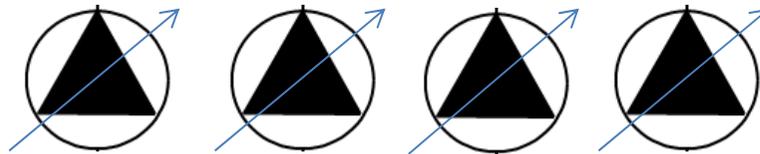
# FRACCIONAMIENTO DE POTENCIA



75 KW + 75 KW

INVERSION

TOTAL : 150 KW



25 KW + 25 KW + 25 KW + 25 KW

TOTAL : 100 KW

- VENTAJAS:
- Menor coste de explotación
- Menores costes de mantenimiento
- Mayor acercamiento al perfil de carga del sistema
- Menor riesgo de dejar de dar servicio al sistema
- Mayor rango de caudales ofrecidos al sistema
- Mayor eficiencia estacional del sistema de bombeo



# ¿POR QUÉ BOMBAS CON CONTROL DE VELOCIDAD? BENEFICIOS:

## **Ahorro de Energía**

- Reduce el coste del ciclo de vida y la emisión de CO2

## **Más confort**

- Reduce el ruido producido en la instalación
- Presión constante
- Sin golpe de ariete

## **Hace que el proceso funcione en armonía**

- Se adapta automáticamente a los cambios del sistema

## **Reduce el coste total del sistema**

- Las bombas con control de velocidad, reducen considerablemente el número de válvulas en la instalación, con respecto a sistemas de caudal constante

## **Protección de la bomba, motor y electrónica**

## **Mayor durabilidad**

- Reduce el estrés del motor, la bomba y el sistema
- Protección total del motor electrónicamente



# PRECAUCIONES EN LA EXPLOTACIÓN DE BOMBAS CON VARIADOR DE FRECUENCIA

- **No bajar mas del 20% frecuencia nominal**
  - Problemas de refrigeración de los cierres mecánicos de la bomba
  - Problemas de refrigeración del motor en bajas frecuencias
- **Instalar en los variadores filtros contra armónicos para evitar posibles interferencias a otros elementos del sistema**
  - Problemas de interferencias con otros elementos de control electrónico
- **Importante controlar y sincronizar apertura y cierre de válvulas motorizadas en impulsión bombas con el arranque y parada de bombas con variador frecuencia (a partir de 4" según RITE)**
  - Problemas de retroceso de flujo por desequilibrio de presiones en el circuito controlado por la válvula motorizada  
(Revisado y anulado por el nuevo RITE)

## Índice

1

**UNA RÁPIDA VISIÓN A LOS GASTOS ENERGÉTICOS**

2

**SISTEMAS DE CONTROL DE BOMBAS**

3

**BOMBAS INTELIGENTES PARA APLICACIONES DE HVAC**



# BOMBAS INTELIGENTES PARA APLICACIONES HVAC

Más allá de la electrónica - TPE3 es la bomba inteligente

Puesta en marcha más fácil que nunca



Comunicación sin cables

Récord insuperable en eficiencia

# UNA BOMBA CON INTELIGENCIA DE SERIE



- Contador de energía térmica
- *AUTOADAPT*
- *FLOWLIMIT*
- Control  $\Delta T$
- Control  $\Delta P$



# MÚLTIPLES APLICACIONES



# MÚLTIPLES APLICACIONES



# XIII CONGRESO IBERO-AMERICANO DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN

LA COOPERACIÓN: DOS CONTINENTES, UNA SOLA VISIÓN



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



[www.atecyr.org](http://www.atecyr.org)



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)



[www.madrid.org](http://www.madrid.org)