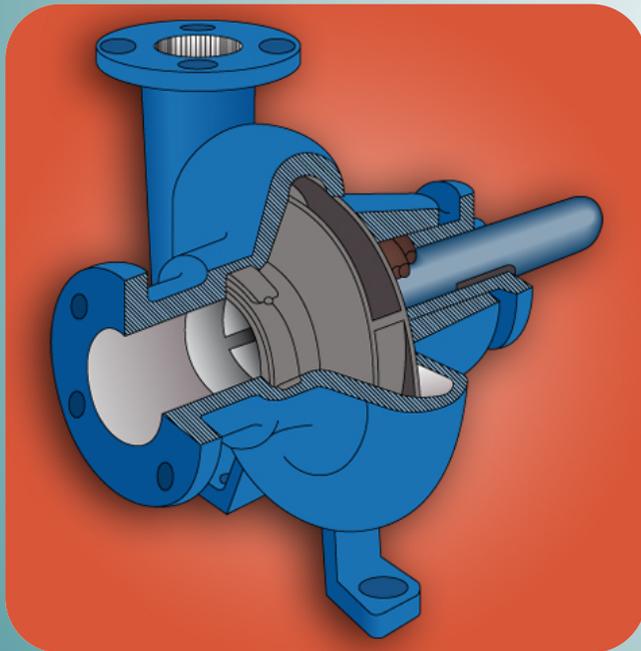


Sistemas y Máquinas Fluido Mecánicas

Bloque I. Tema 2.2.7. Bombas Centrífugas VII



Carlos J. Renedo

Inmaculada Fernández Diego

Juan Carcedo Haya

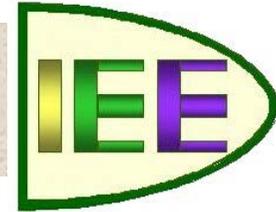
Félix Ortiz Fernández

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética

Este tema se publica bajo Licencia:

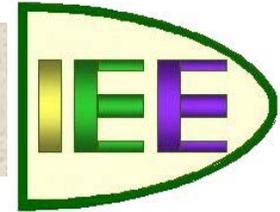
[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

BLOQUE 1: Máquinas de Fluidos Incompresibles



Las transparencias son el material de apoyo del profesor para impartir la clase. No son apuntes de la asignatura. Al alumno le pueden servir como guía para recopilar información (libros, ...) y elaborar sus propios apuntes

En esta presentación se incluye un listado de problemas en el orden en el que se pueden resolver siguiendo el desarrollo de la teoría. Es trabajo del alumno resolverlos y comprobar la solución



1.1.- Introducción a las Máquinas Hidráulicas

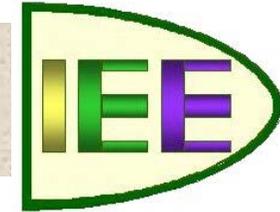
1.2.- Bombas Hidráulicas

1.1.1.- Generalidades de las Bombas Hidráulicas

1.2.2.- Bombas Centrífugas

1.2.3.- Bombas Volumétricas

1.3.- Turbinas Hidráulicas



- **Características**
- **Campos de Aplicación**
- **Partes**
- **Rodetes**
- **La Voluta**
- **Clasificación**
- **Curva Característica**
- **Cebado**
- **Instalación**
- **Acoplamiento**

- **Potencias, Rendimientos y Pérdidas**
- **Cavitación**
- **Golpe de Ariete**
- **Catálogos de Fabricantes**
- **Leyes de Semejanza**
- **Número Específico de Revoluciones**
- **Influencia del Número de Alabes**
- **Punto de Funcionamiento (I)**
- **Punto de Funcionamiento (II)**
- **Selección de una Bomba**



Punto de Funcionamiento (X):

Los variadores de frecuencia pueden consumir un 10% de la energía de la bomba cuando esta está “parada”

Cuando los elementos de consumo reducen su demanda, las válvulas de control de caudal cierran progresivamente

➤ **Regulación a presión constante**

➤ **Regulación a presión variable**

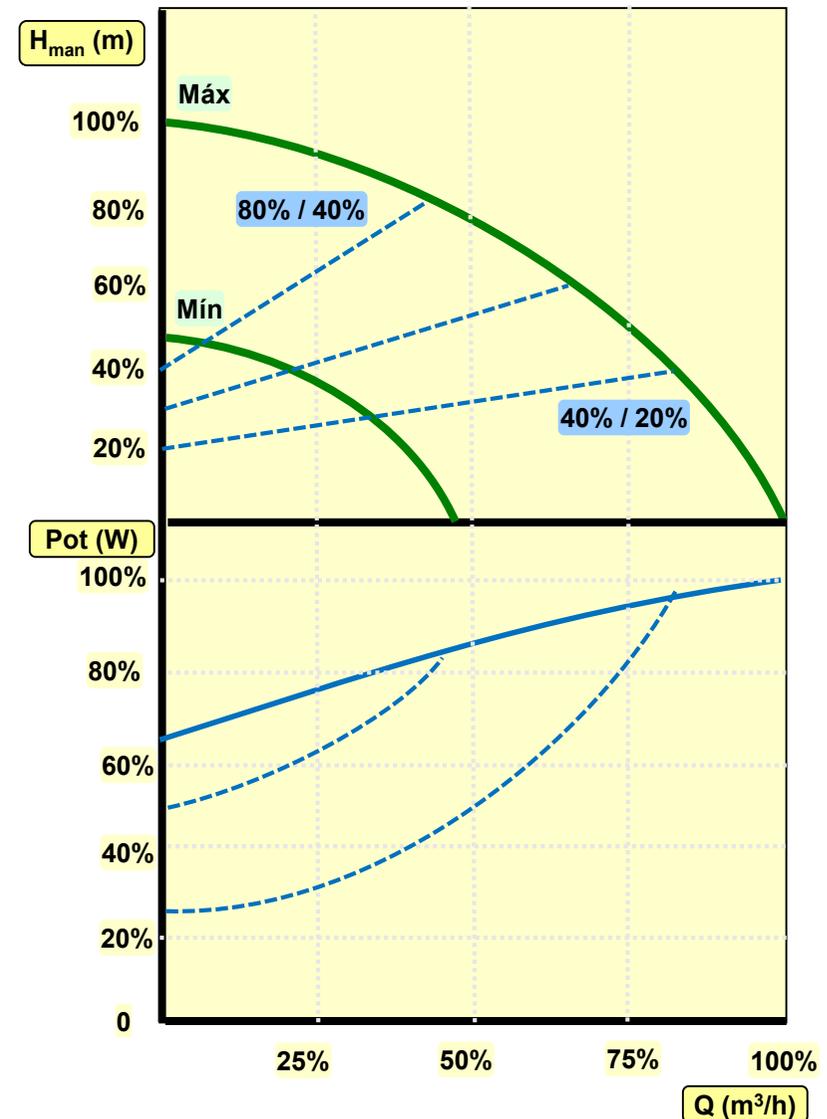
El variador regula el régimen de giro para que la presión suministrada por la bomba se ajuste a la demanda, disminuyendo el consumo energético de la bomba. Se regula entre la $P_{\text{diseño}}$ y su mitad

El cto trabaja con menos presiones y menos ruido que en el caso anterior

Punto de Funcionamiento (X):

Suponiendo que el rendimiento de la bomba no varía al hacerlo su régimen de giro; es relativamente cierto en la zona de trabajo recomendada

$$\text{Pot} = \gamma \cdot Q \cdot H \cdot \eta$$

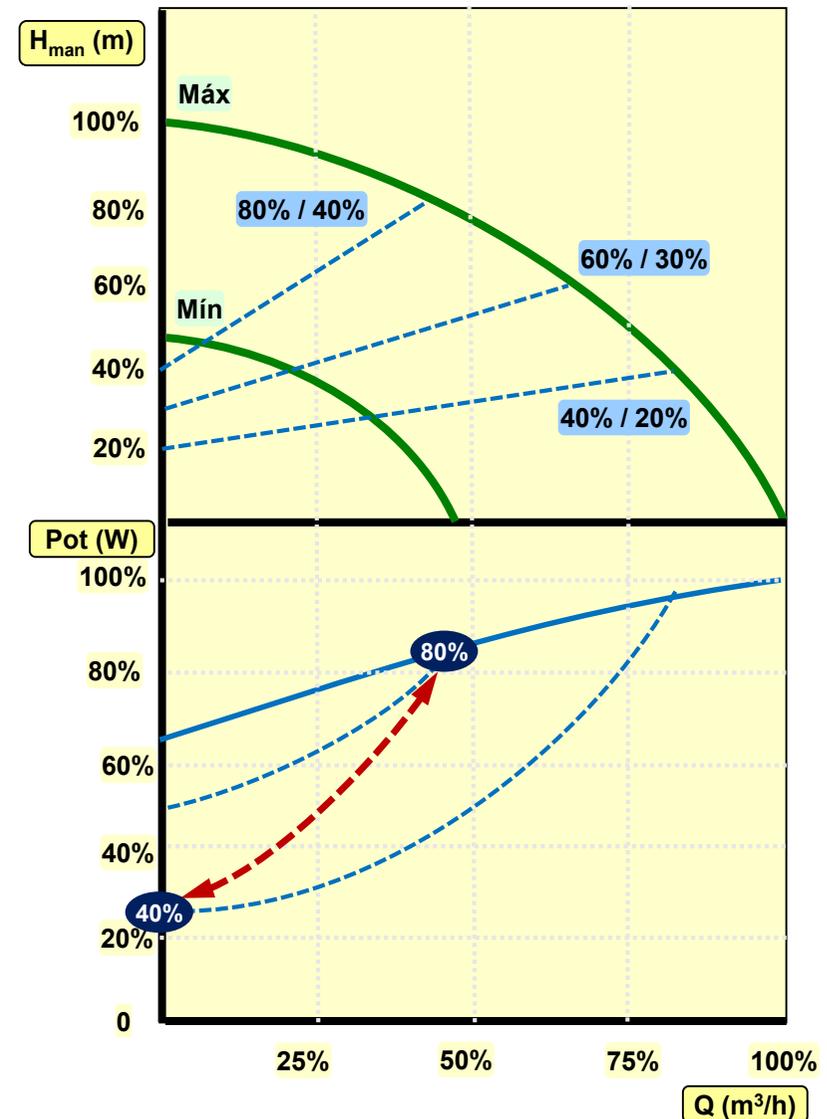


Punto de Funcionamiento (X):

Suponiendo que el rendimiento de la bomba no varía al hacerlo su régimen de giro; es relativamente cierto en la zona de trabajo recomendada

$$\text{Pot} = \gamma \cdot Q \cdot H \cdot \eta$$

Este método es una mera aproximación

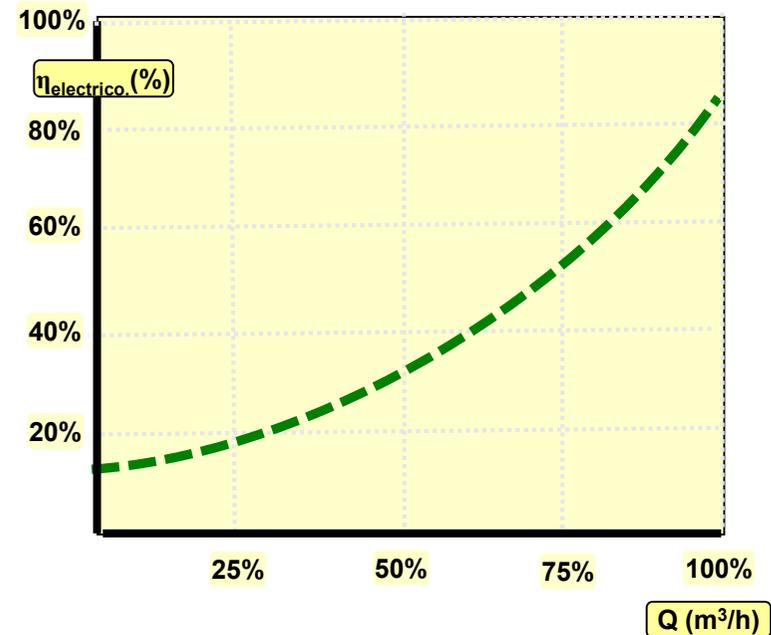


Punto de Funcionamiento (XI):

Habría que considerar el rendimiento de motor y del convertidor electrónico de frecuencia

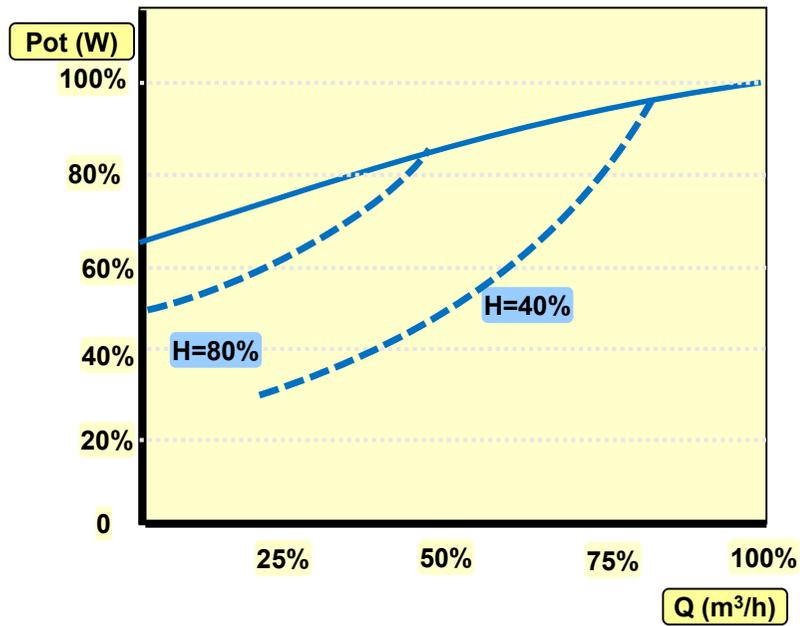
Esto implica pérdidas de potencia, que habría que sumárselas a la demanda por la bomba

La combinación de la curva característica del regulador de velocidad con la de la potencia demandada por la bomba con control de presión, hacen que en esta situación la potencia demandada por la electrobomba se asemeje más a rectas que a parábolas

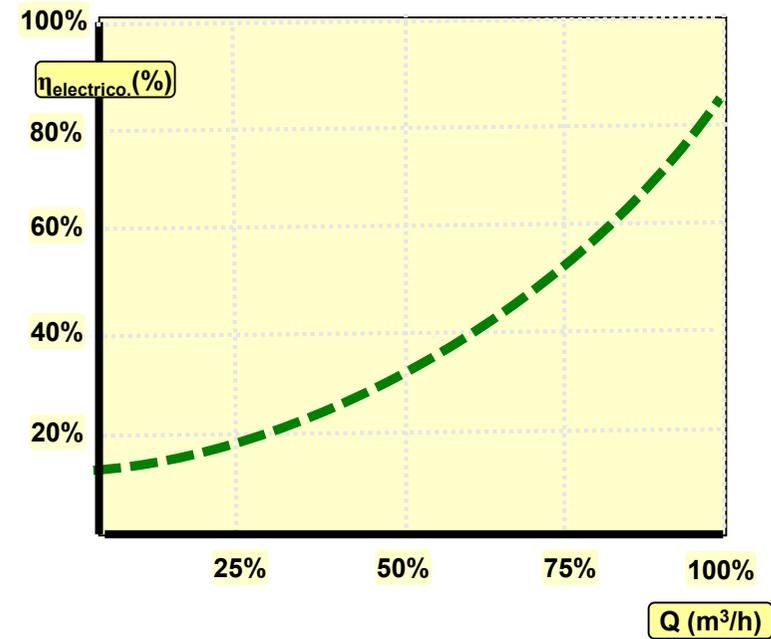


$$\text{Pot} = \gamma \cdot Q \cdot H \cdot \eta$$

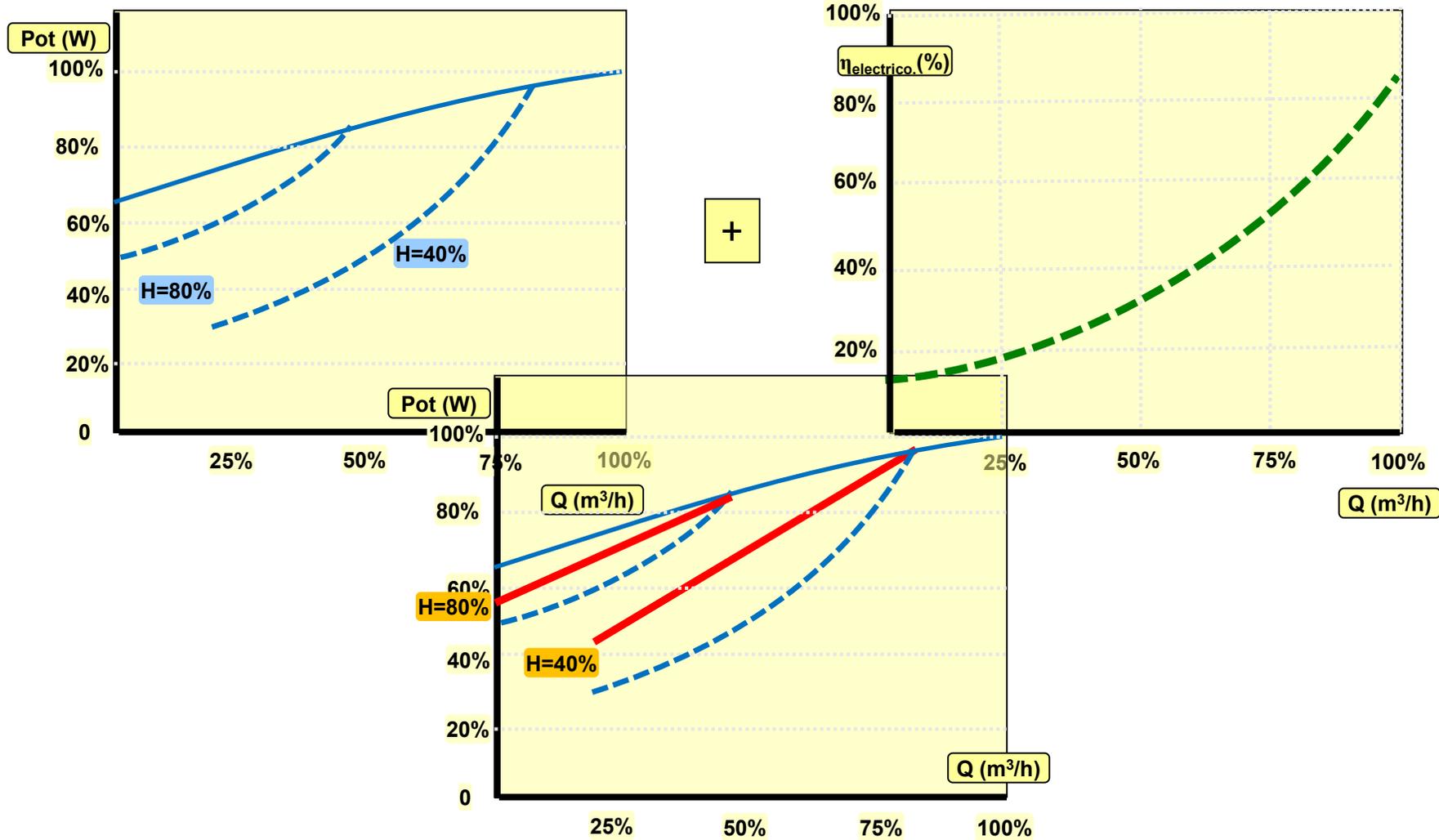
Punto de Funcionamiento (XI):



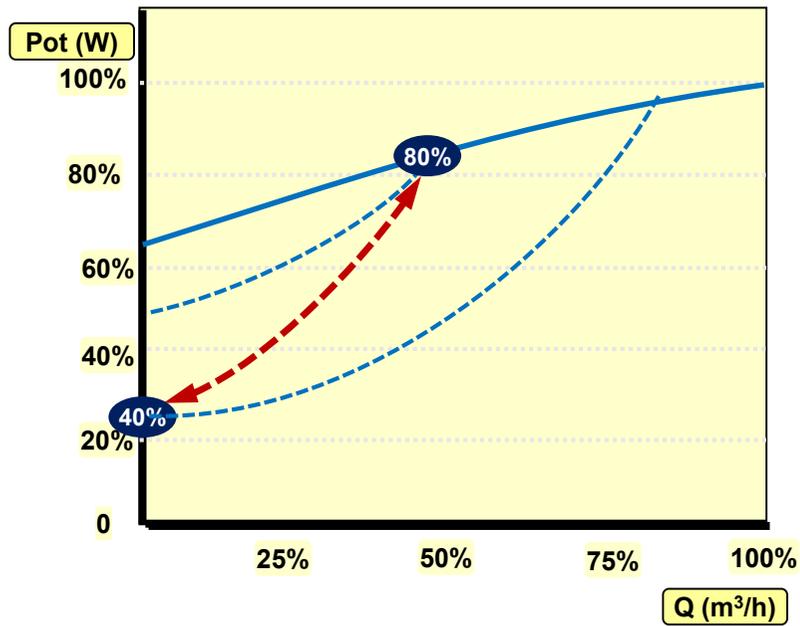
+



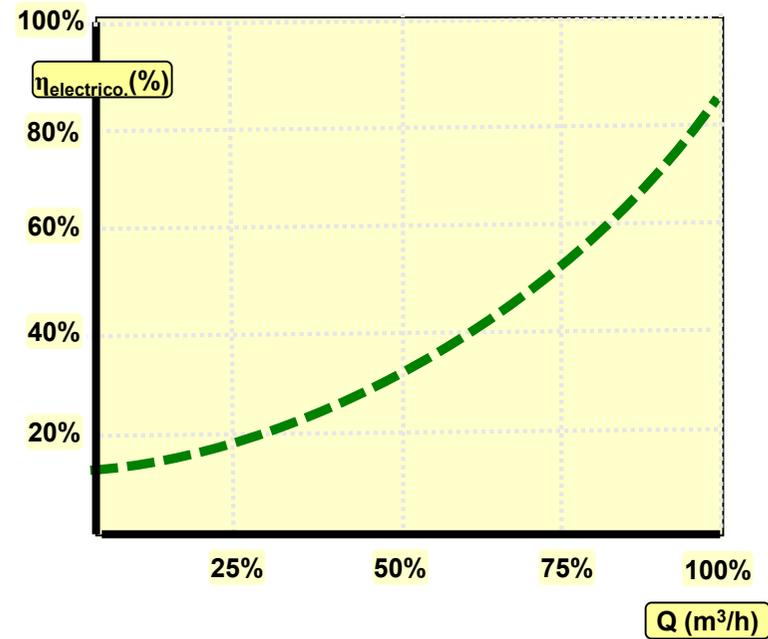
Punto de Funcionamiento (XI):



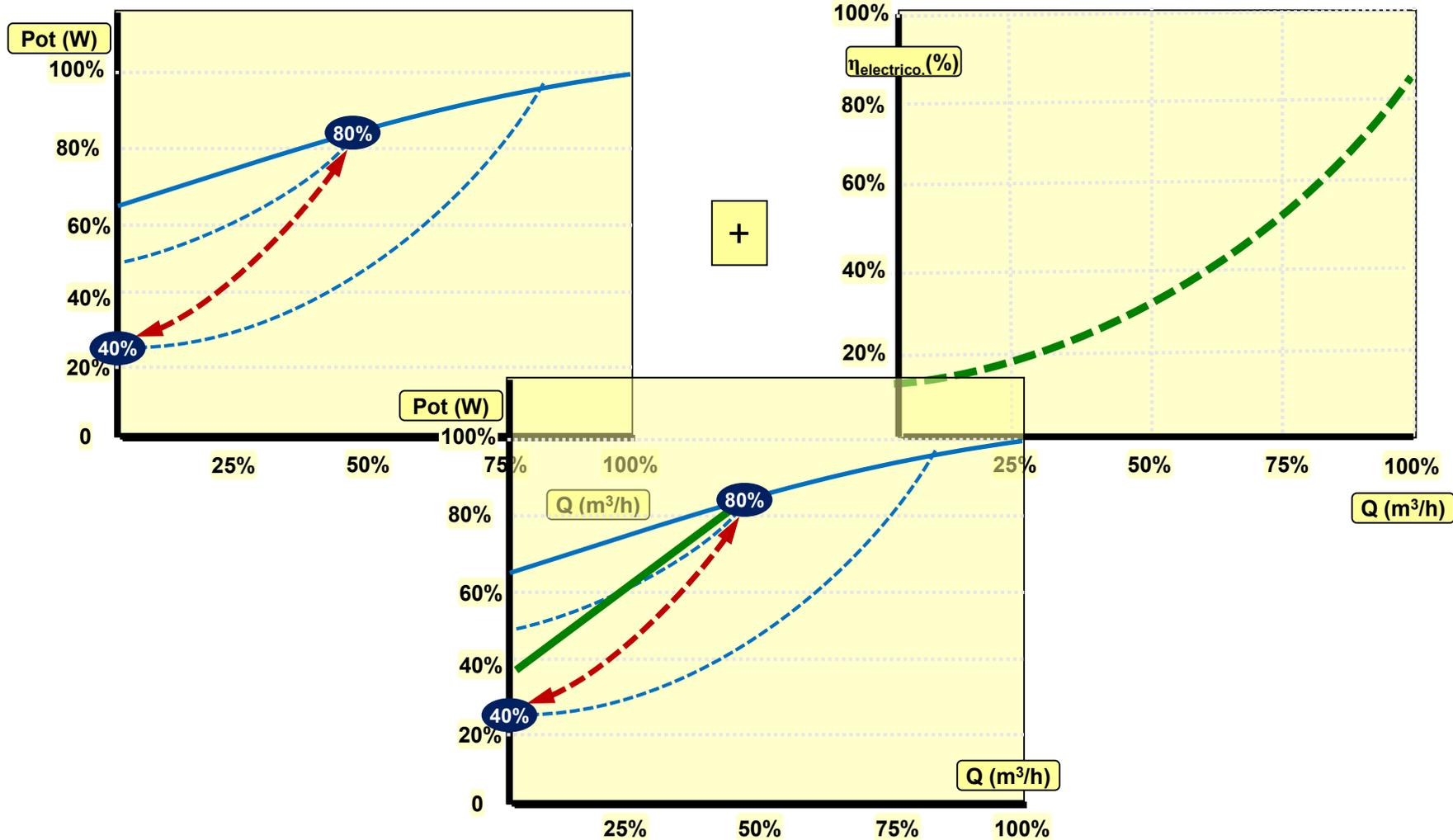
Punto de Funcionamiento (XI):



+



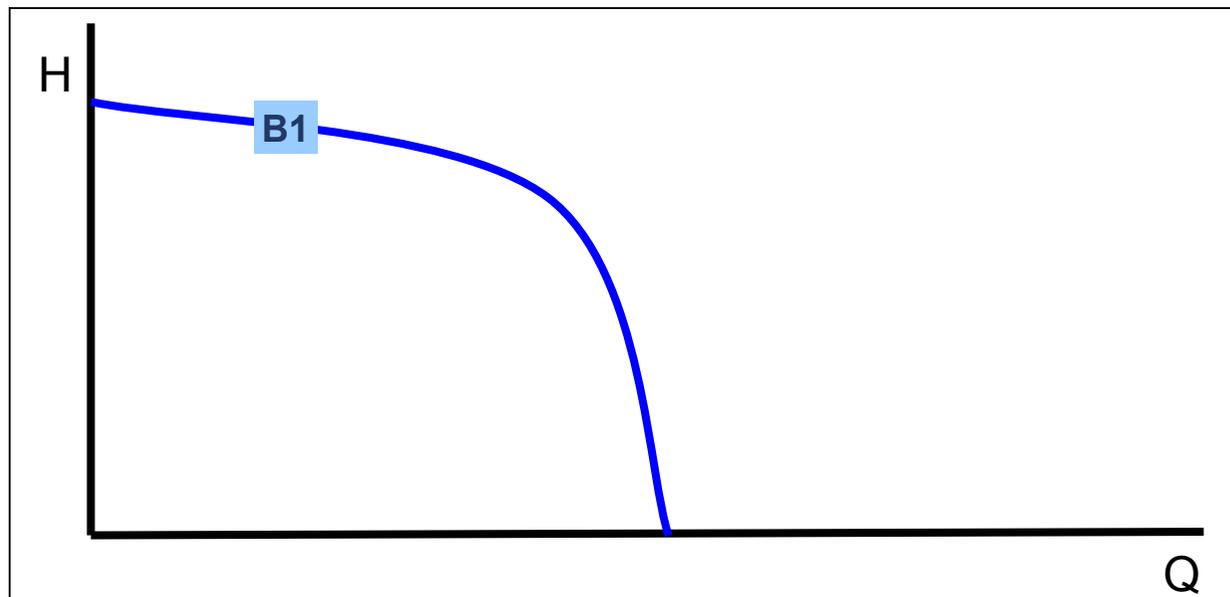
Punto de Funcionamiento (XI):



Punto de Funcionamiento (XII):

El reparto de caudales cuando se acoplan dos bombas en paralelo (I):

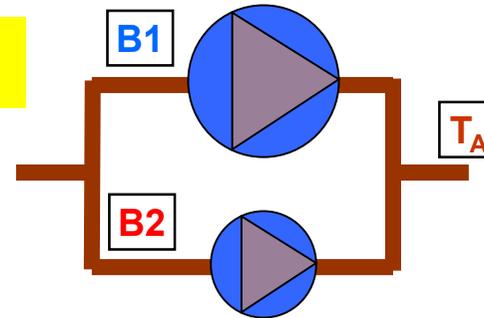
- Se dibuja la curva característica de una de las bombas



Acoplamiento de Bombas (II):

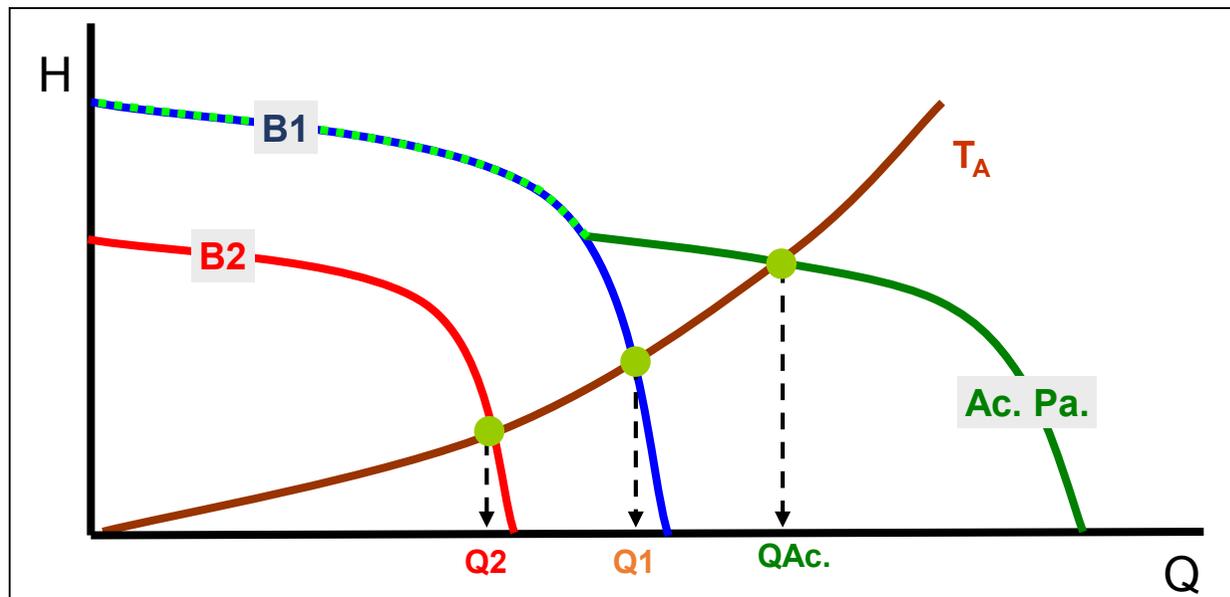
Paralelo: “suma caudales”

La presión suministrada por las dos bombas es la misma



$$Q_{Ac} < Q_1 + Q_2$$

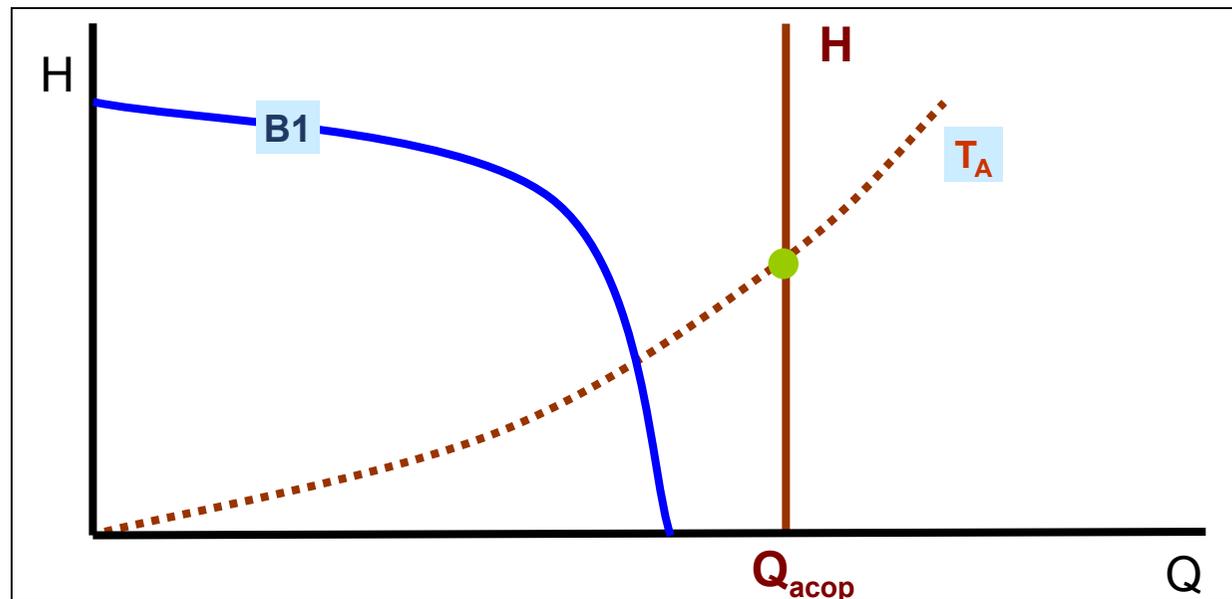
El caudal resultante al enfrentar el acoplamiento a la misma tubería que cada una de las bombas individualmente, es menor que la suma de los caudales de las bombas individuales



Punto de Funcionamiento (XIII):

El reparto de caudales cuando se acoplan dos bombas en paralelo (I):

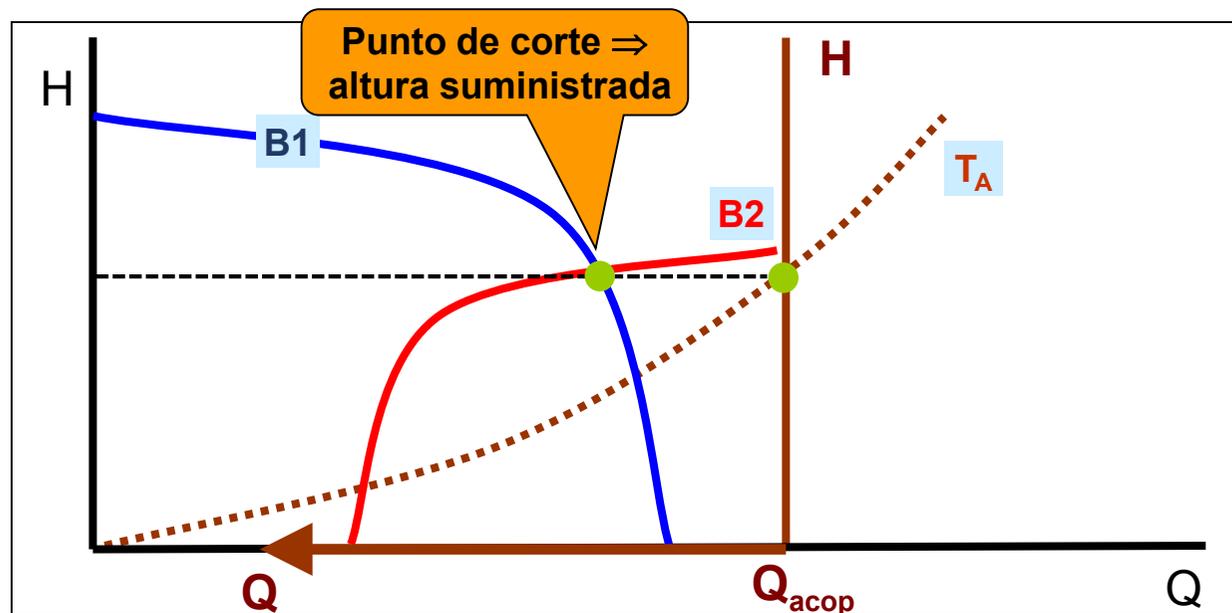
- Se dibuja la curva característica de una de las bombas
- Se traza un eje auxiliar en el caudal a suministrar por el acoplamiento



Punto de Funcionamiento (XIV):

El reparto de caudales cuando se acoplan dos bombas en paralelo (I):

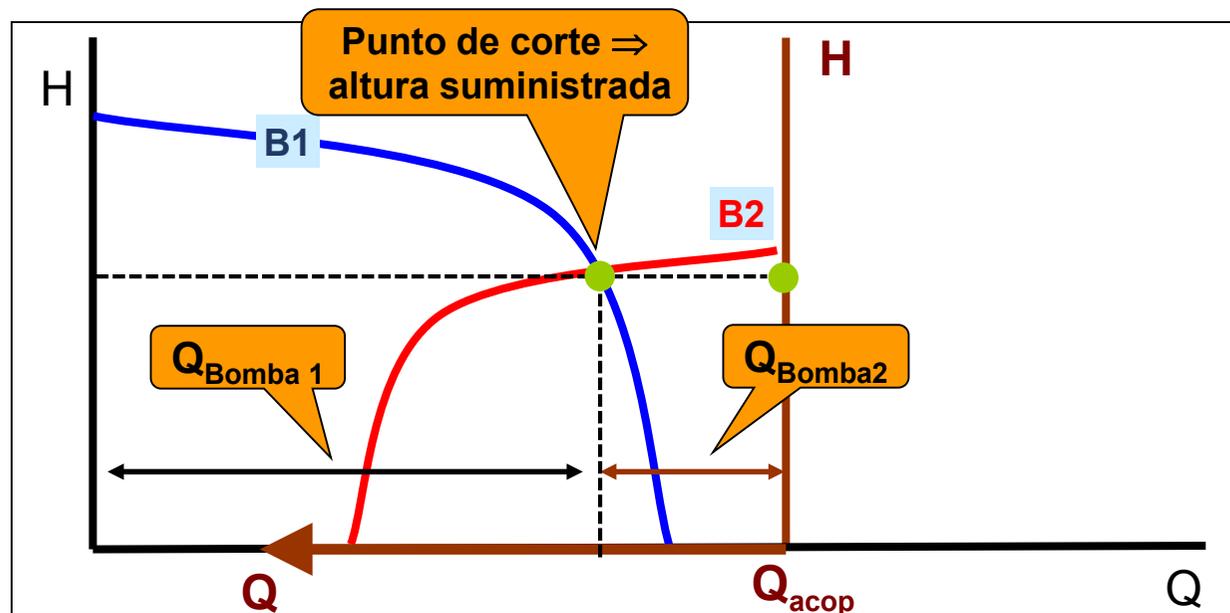
- Se dibuja la curva característica de una de las bombas
- Se traza un eje auxiliar en el caudal a suministrar por el acoplamiento
- Se dibuja la curva de la otra bomba en el “sentido inverso” desde el eje



Punto de Funcionamiento (XV):

El reparto de caudales cuando se acoplan dos bombas en paralelo (I):

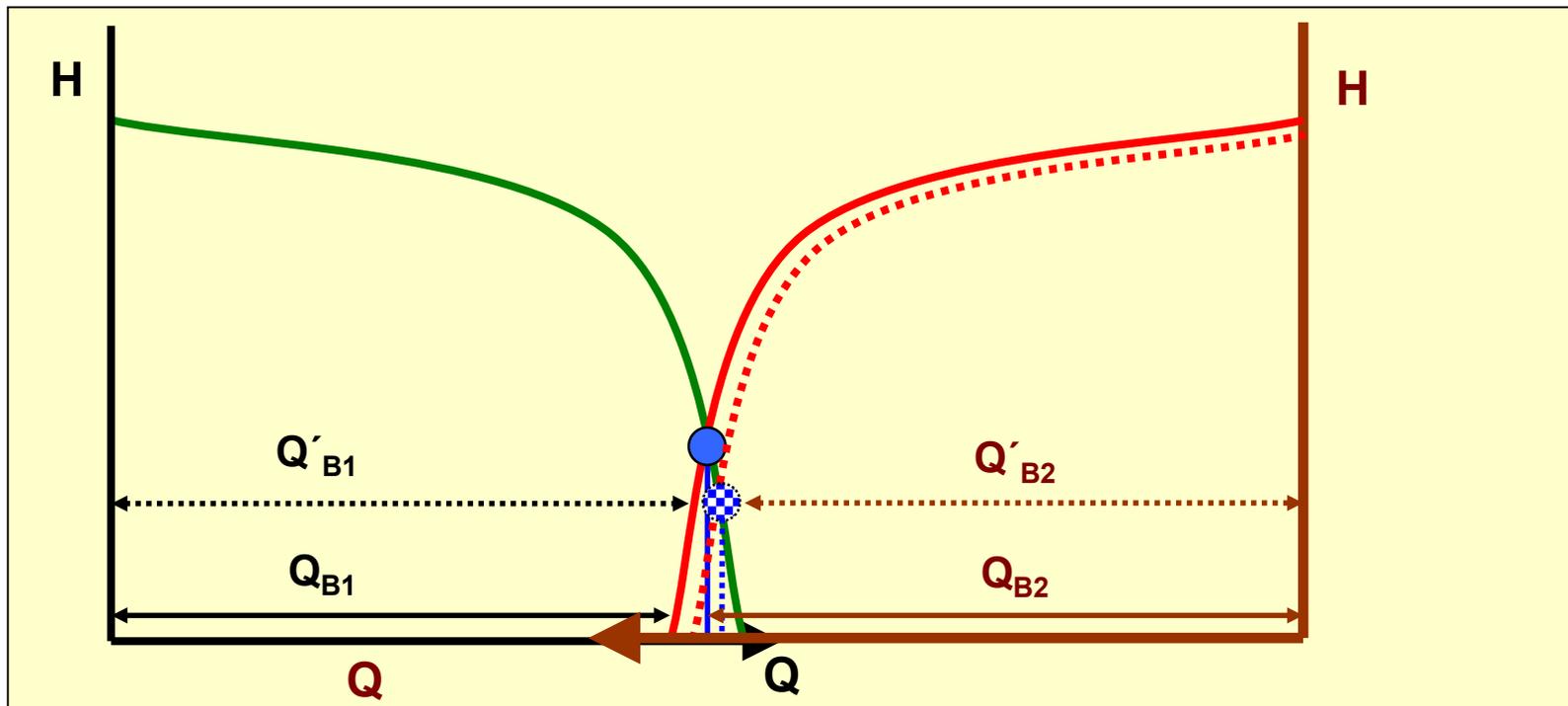
- Se dibuja la curva característica de una de las bombas
- Se traza un eje auxiliar en el caudal a suministrar por el acoplamiento
- Se dibuja la curva de la otra bomba en el “sentido inverso” desde el eje



Punto de Funcionamiento (XVI):

El reparto de caudales cuando se acoplan dos bombas en paralelo (II):

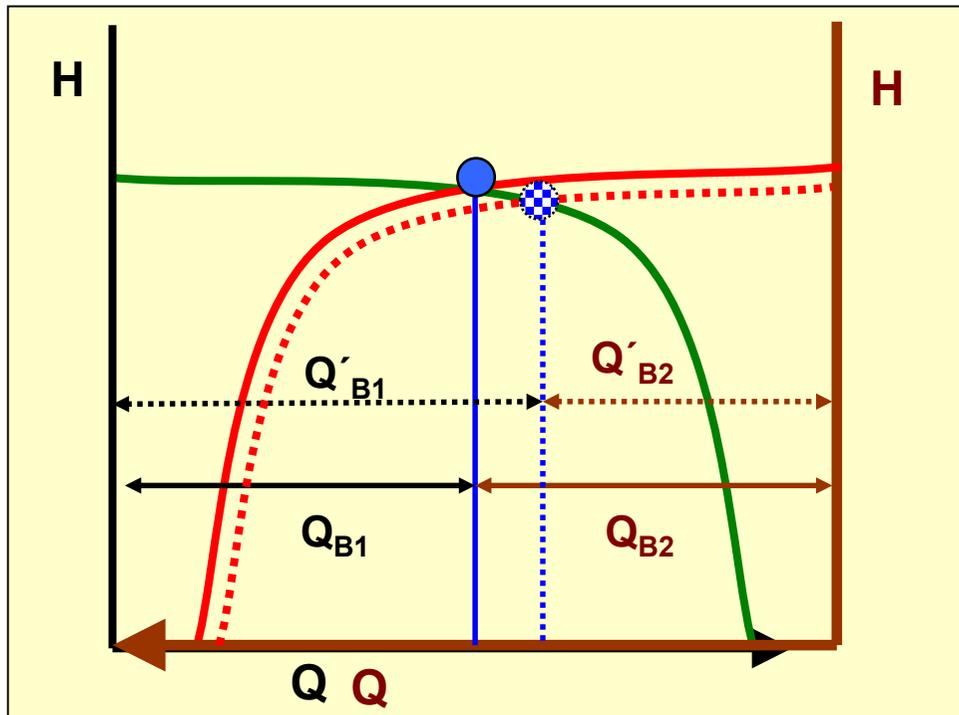
- Si se cortan en una zona “abrupta” ligeras variaciones en el funcionamiento de una bomba no afectan significativamente al caudal que suministra cada una de las bombas



Punto de Funcionamiento (XVII):

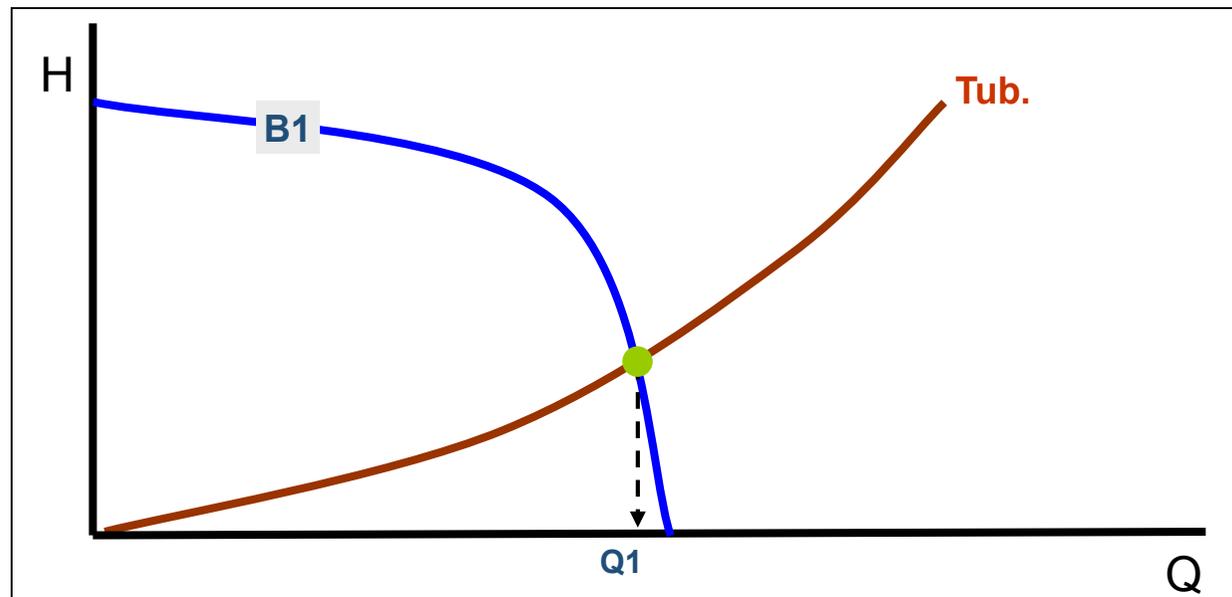
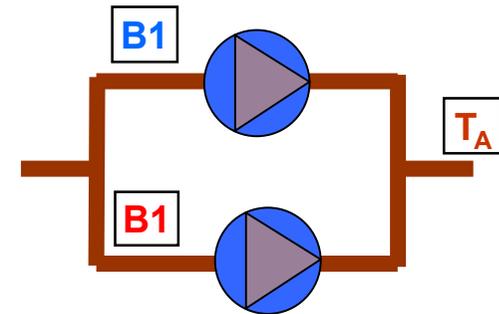
El reparto de caudales cuando se acoplan dos bombas en paralelo (II):

- Si se cortan en una zona “plana” ligeras variaciones en el funcionamiento de una bomba afectan de manera importante al caudal que suministra cada una de las bombas



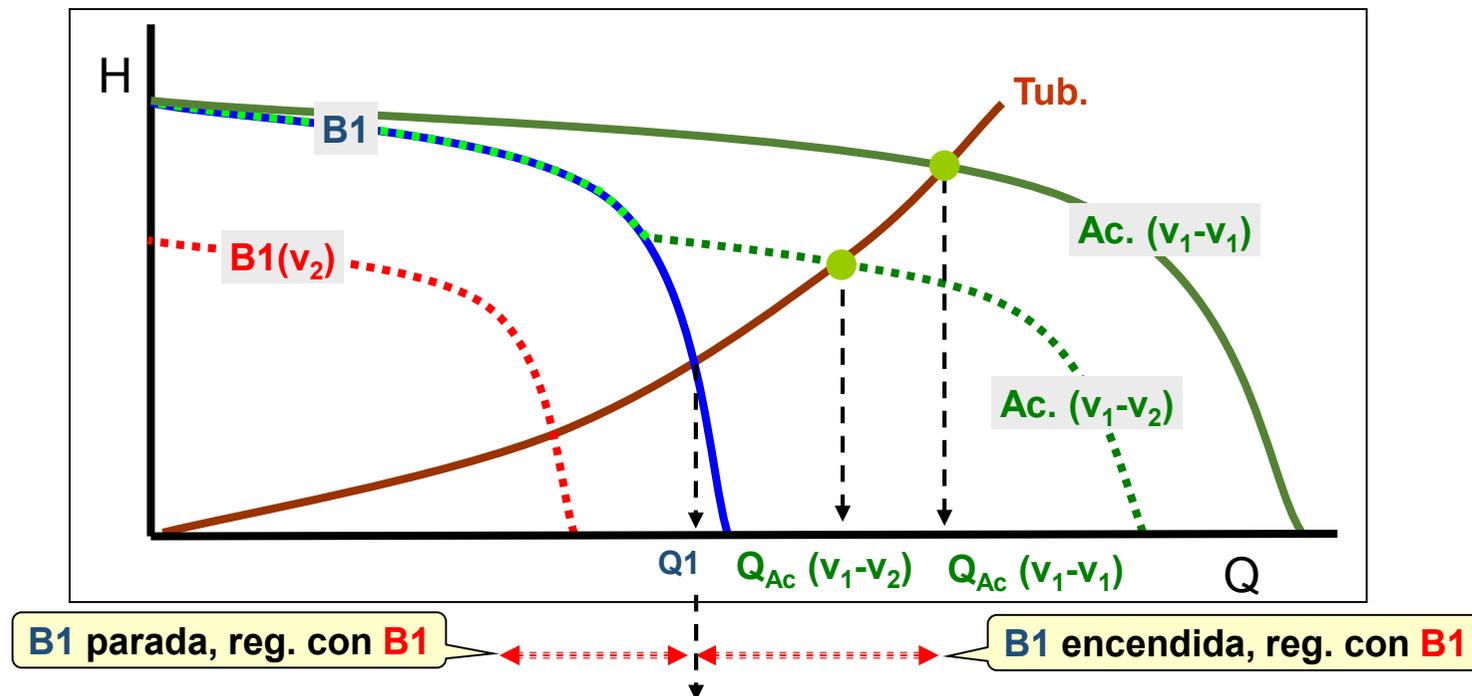
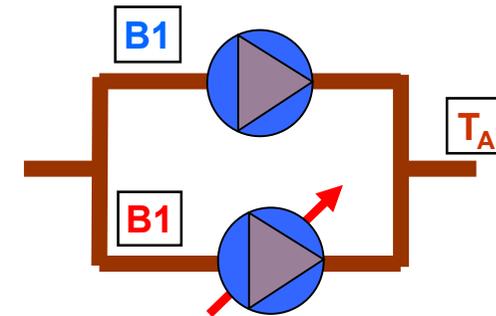
Punto de Funcionamiento (XVIII):

El mejor rendimiento energético de un sistema de bombeo para caudales variables se puede alcanzar acoplando dos bombas en paralelo, si una (o las dos) incorpora un sistema de regulación de su velocidad



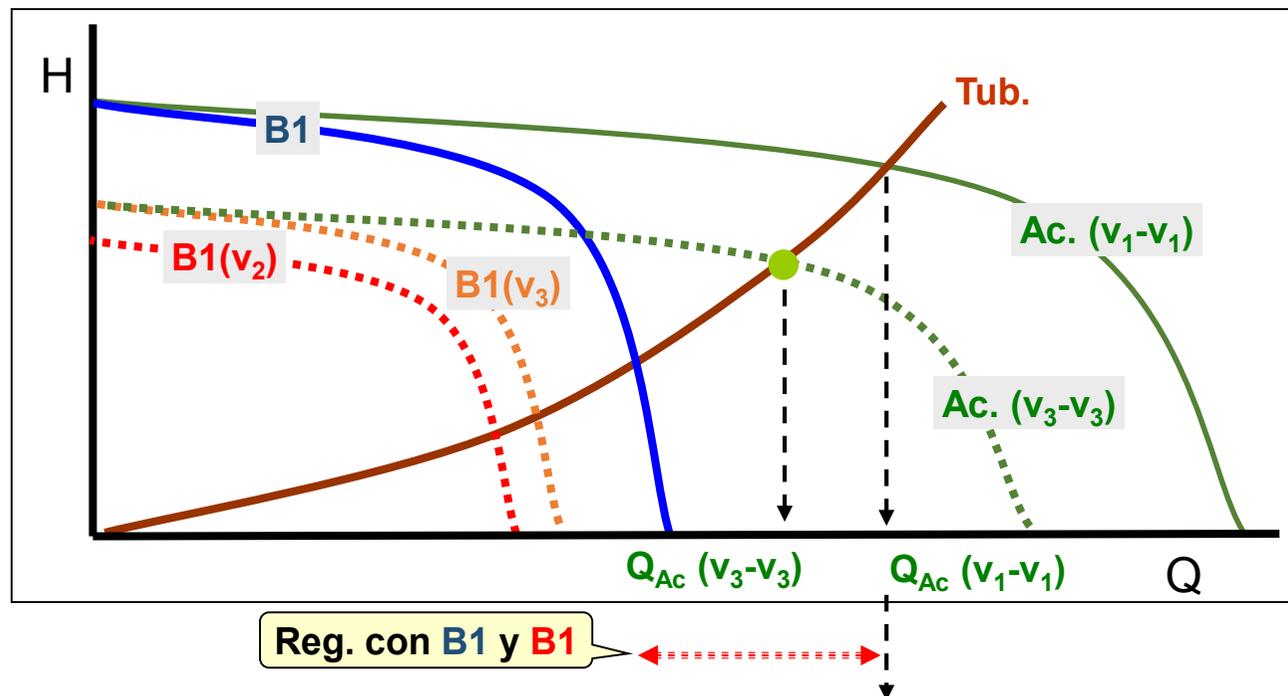
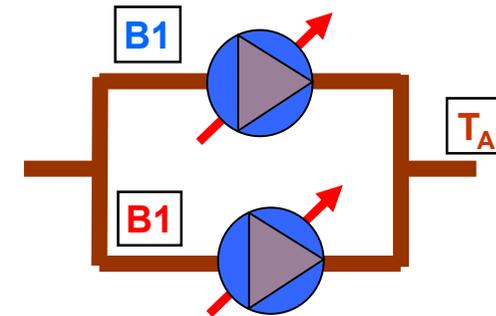
Punto de Funcionamiento (XVIII):

El mejor rendimiento energético de un sistema de bombeo para caudales variables se puede alcanzar acoplando dos bombas en paralelo, si una (o las dos) incorpora un sistema de regulación de su velocidad



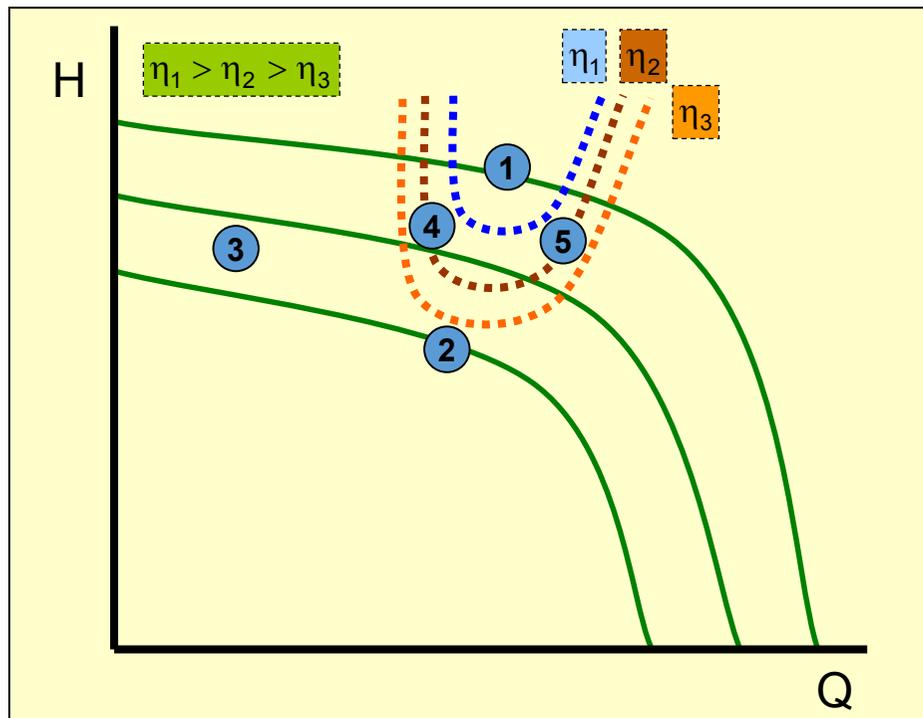
Punto de Funcionamiento (XVIII):

El mejor rendimiento energético de un sistema de bombeo para caudales variables se puede alcanzar acoplando dos bombas en paralelo, si una (o las dos) incorpora un sistema de regulación de su velocidad



Selección de una Bomba (I):

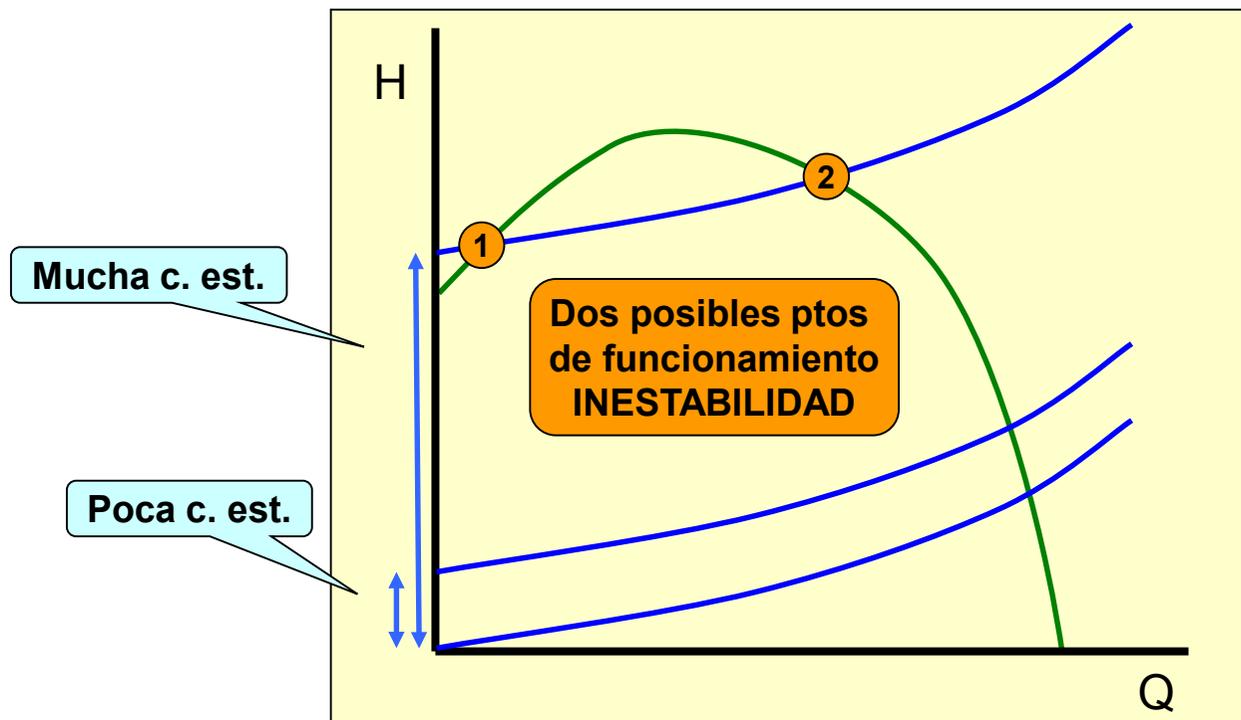
Si se selecciona una bomba para trabajar en el pto:



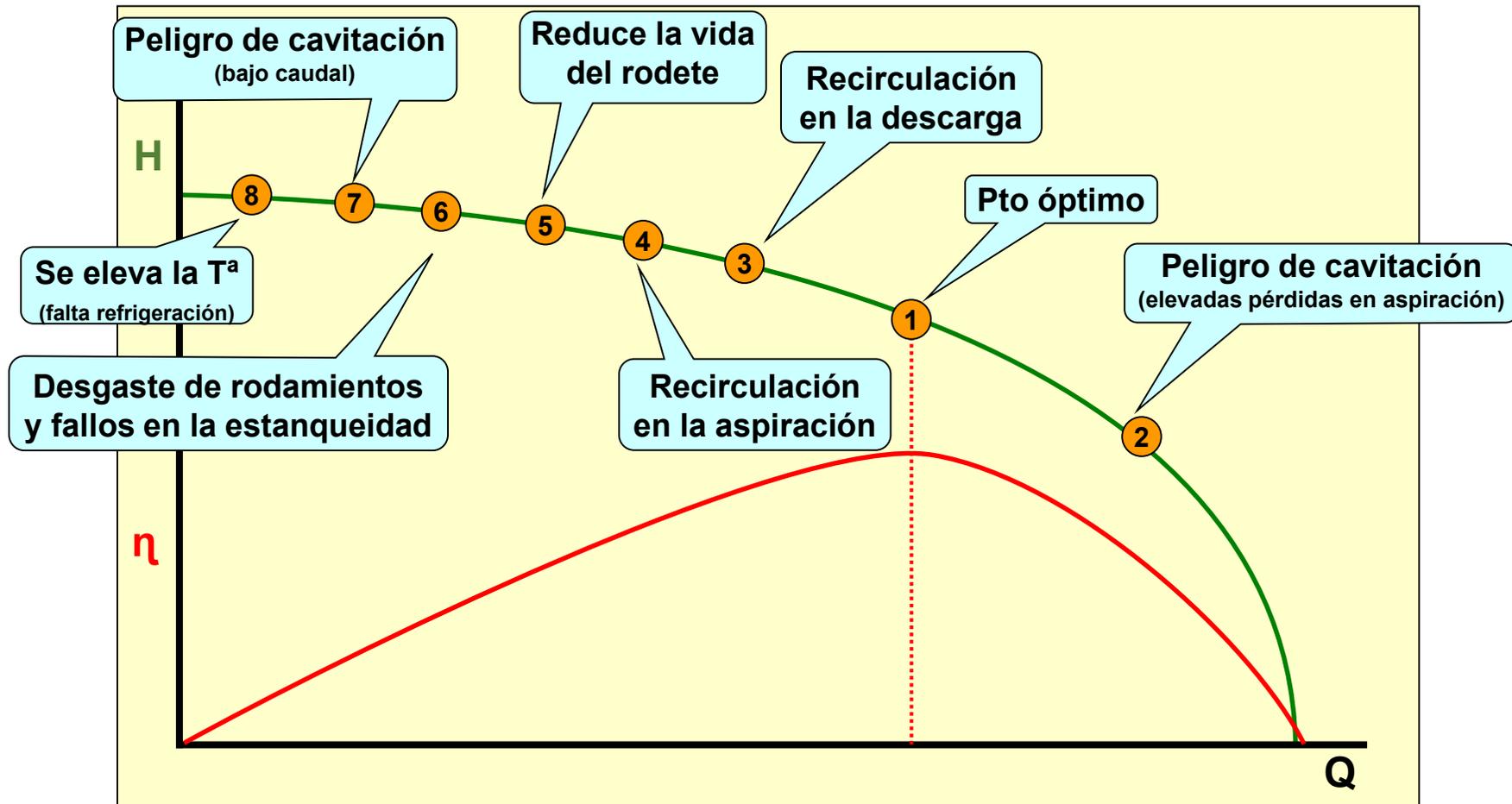
- 1) En la curva del η_{\max} del impulsor
La bomba no tiene posibilidades de incrementar su caudal o altura
- 2) En la curva del η_{\min} del impulsor
La bomba está sobredimensionada, por lo que resultará muy cara y el η será bajo
- 3) Muy a la izda del pto de η_{\max}
La bomba está sobredimensionada, por lo que resultará muy cara y el η será bajo
- 4) A la izda del pto de η_{\max}
Si se requiere más caudal o presión se puede colocar un rodete de mayor Φ , y se mejorará el rendimiento
- 5) A la dcha del pto de η_{\max}
Bomba “subdimensionada”, difícilmente se podrá aumentar el caudal o la altura

Selección de una Bomba (II):

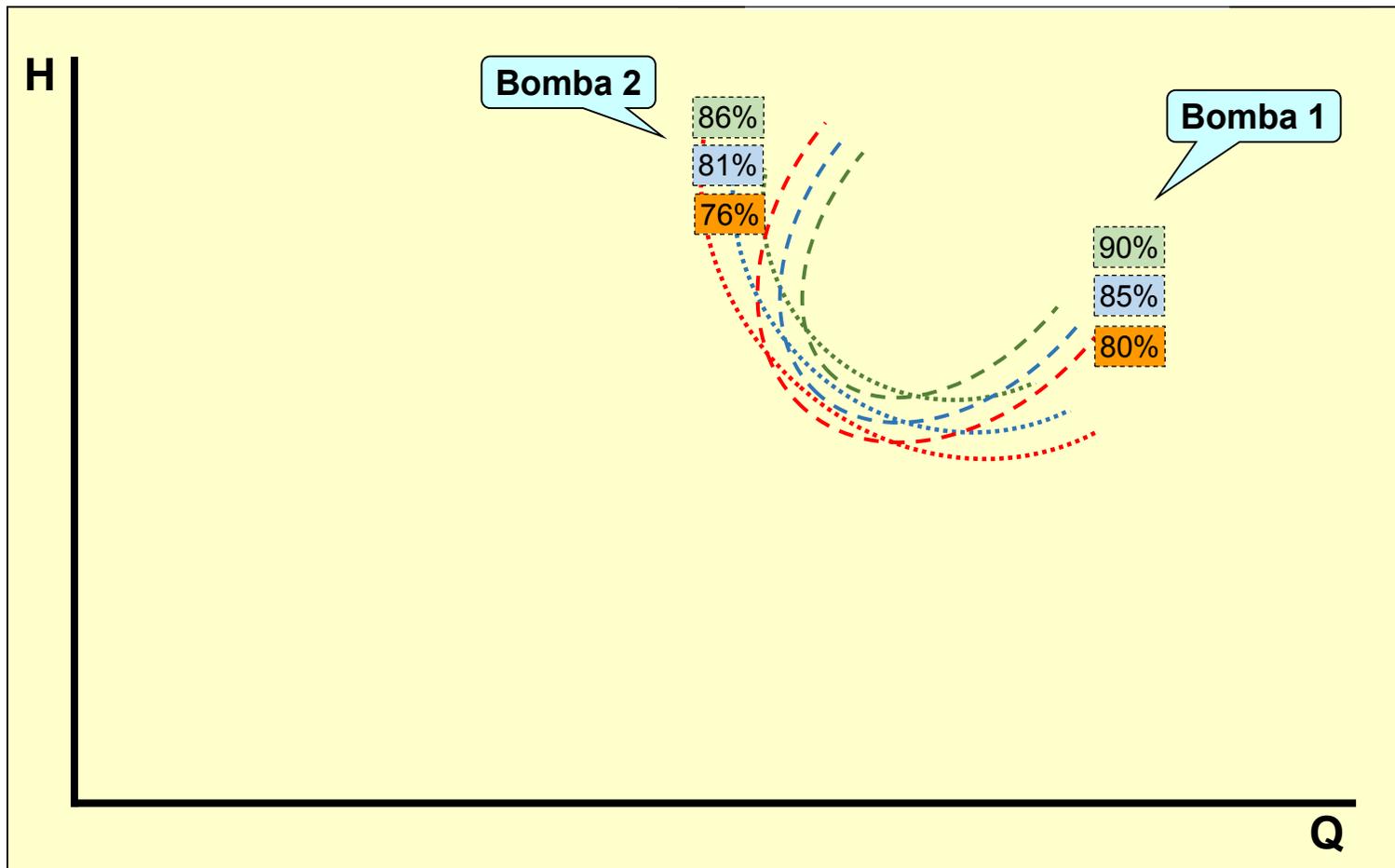
Si la curva característica de la bomba (H-Q) tiene un máximo, hay que tener cuidado si la curva de la tubería tiene una gran componente de carga estática



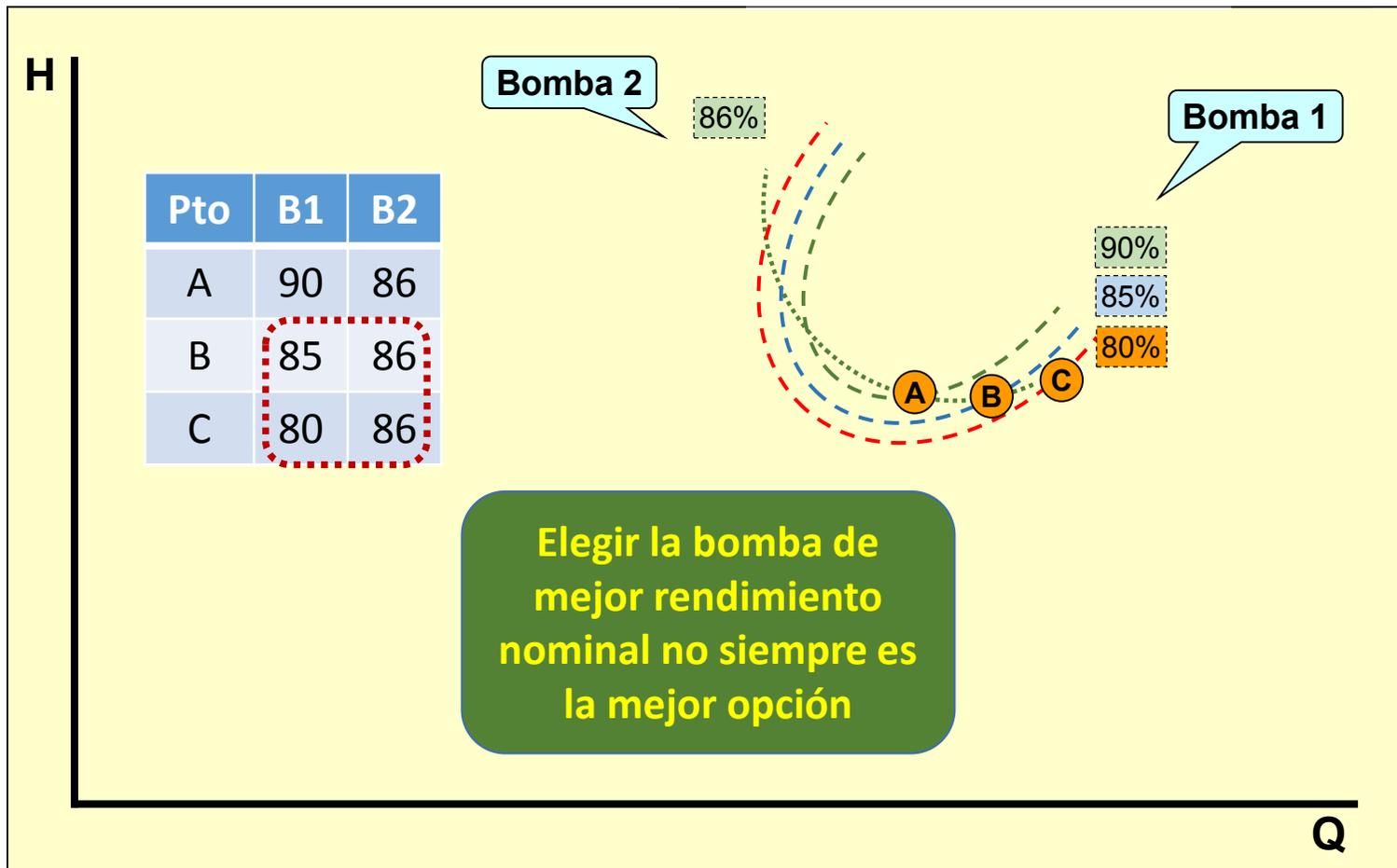
Selección de una Bomba (III):



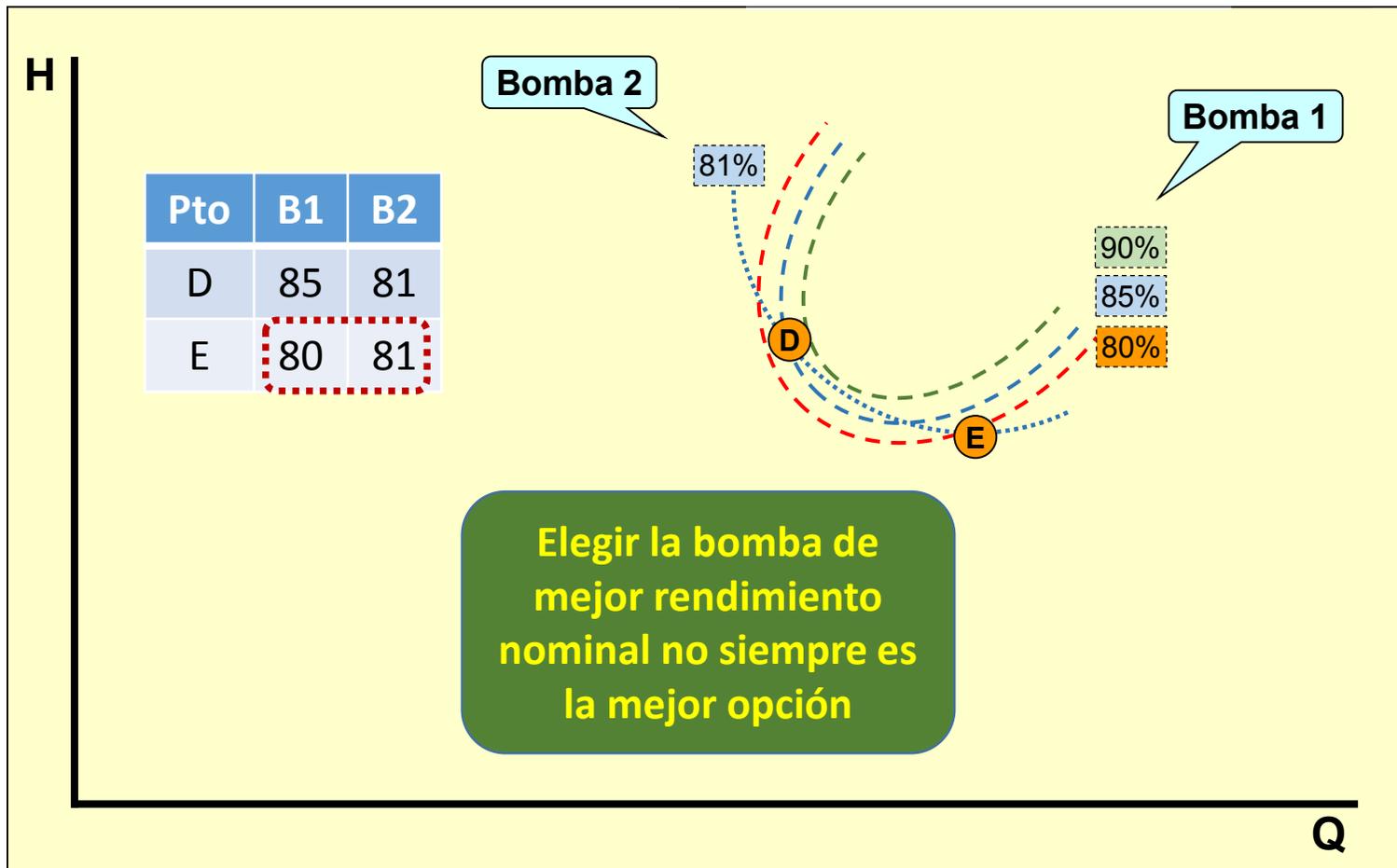
Selección de una Bomba (IV):



Selección de una Bomba (IV):



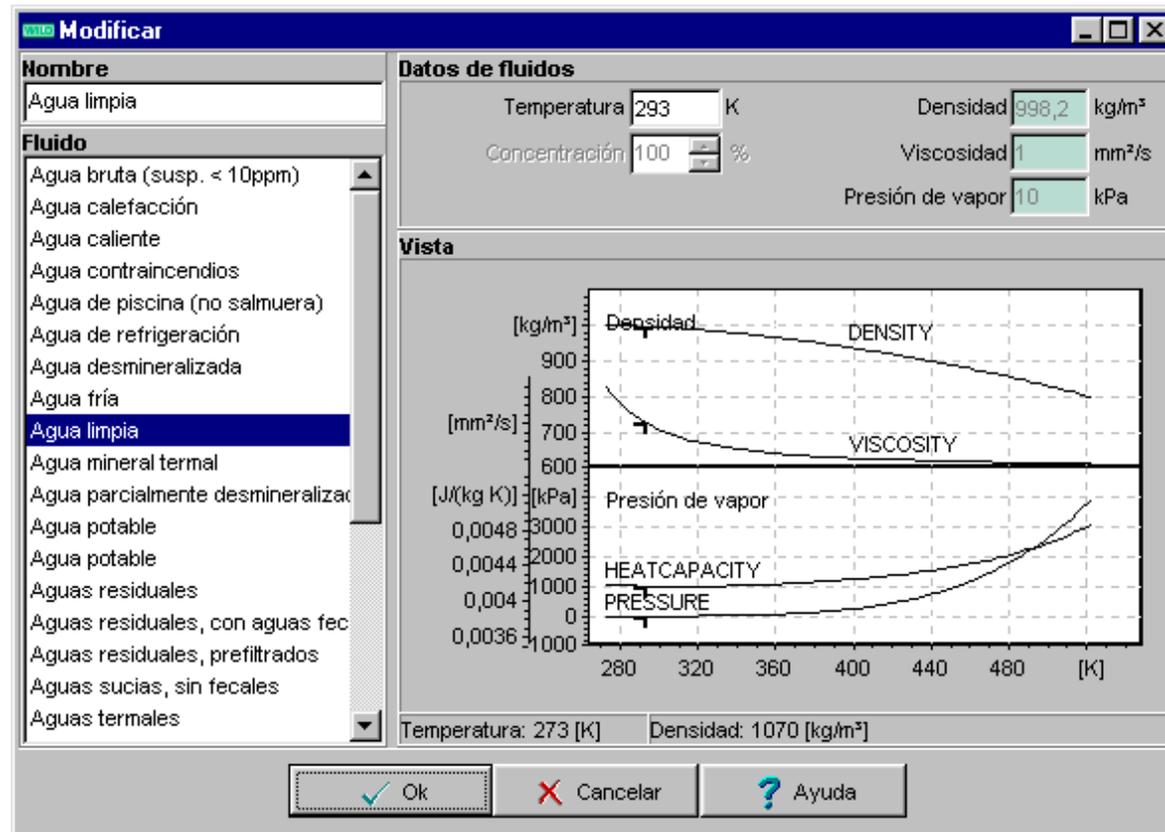
Selección de una Bomba (IV):



Catálogos de Fabricantes: Programas de Selección de Bombas (I)

WILO

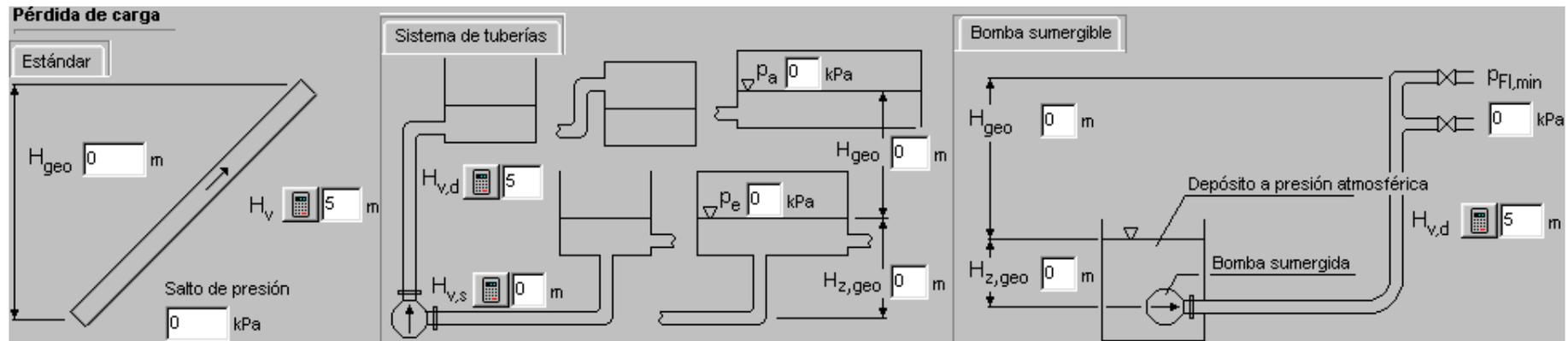
Fluido de Trabajo:



Catálogos de Fabricantes: Programas de Selección de Bombas (I)

WILO

Tipo de Circuito:



Catálogos de Fabricantes: Programas de Selección de Bombas (I)

WILO

Resultados:

Bomba	Diseño	DQ/Q [%]	Costes energé	Precio [EUR]	Potencia en el eje P2	P2 máx. con ro	Boca aspiració	Boca impulsión
NP 100/315V-15/4 a	Bomba norma	0,6063	6312,57	Consultar	13,36	13,71	DN 125	DN 100
NP 125/250V-15/4 a	Bomba norma	0	6223,36	Consultar	13,12	16,84	DN 150	DN 125
NP 80/160-15/2 a	Bomba norma	0	7156,27	Consultar	13,1	13,13	DN 100	DN 80

Catálogos de Fabricantes: Programas de Selección de Bombas (II)

GRUNDFOS



Grundfos Spain | El proveedor global de bombas y soluciones de bombeo - Windows Internet Explorer

http://noteswww.grundfos.com/web/homees.nsf

Inicio | la web de grundfos | E-mail | buscar | mapa del sitio | extranet | asuntos legales

Productos Servicio Acerca de Grundfos Empleo Noticias Documentación Contactenos

Grundfos Spain

Su solución de bombeo. Gama completa. Visión completa

INDUSTRIA

Grundfos industria
El factor clave para todas las soluciones industriales es la fiabilidad.
> [Descúbrela ahora aquí](#)

Grundfos BioBooster
Compacto y modular, un sistema innovador.
> [Ir a Grundfos BioBooster](#)

Novedades
> [Nuevos grupos de presión con CM](#)
> [Nueva ALPHA 2](#)

Productos
> [Productos de A a Z](#)
> [Buscar por aplicaciones](#)

EXTRANET

GESTION INTEGRAL DE AGUA

AGUAS RESIDUALES

Gestión Integral de Agua
Grundfos ofrece una línea completa de productos de bombas y soluciones de abastecimiento de agua y sistemas de aguas residuales. [Descúbrelas ahora](#)

Noticias del Agua Grundfos
Regístrese para obtener consejos, trucos y tendencias de los expertos de agua. -El Diario Trimestral del Agua Grundfos. > [Regístrese aquí...](#)

NOTICIAS

Grundfos presenta una innovadora aplicación para el iPhone y el iPad.

HERRAMIENTA DEL FUTURO

Thinking Buildings Universe

Thinking Building Universe
El sistema Grundfos CBS Thinking Buildings Universe proporciona una nueva herramienta necesarias para crear soluciones de bombeo fiables y eficientes. [Descúbrela ahora aquí](#)

Noticias de edificación comercial
Sea el primero en conocer los nuevos sistemas, aplicaciones, las últimas tendencias y tecnologías en sistema de bombeo y más. [Suscribase aquí...](#)

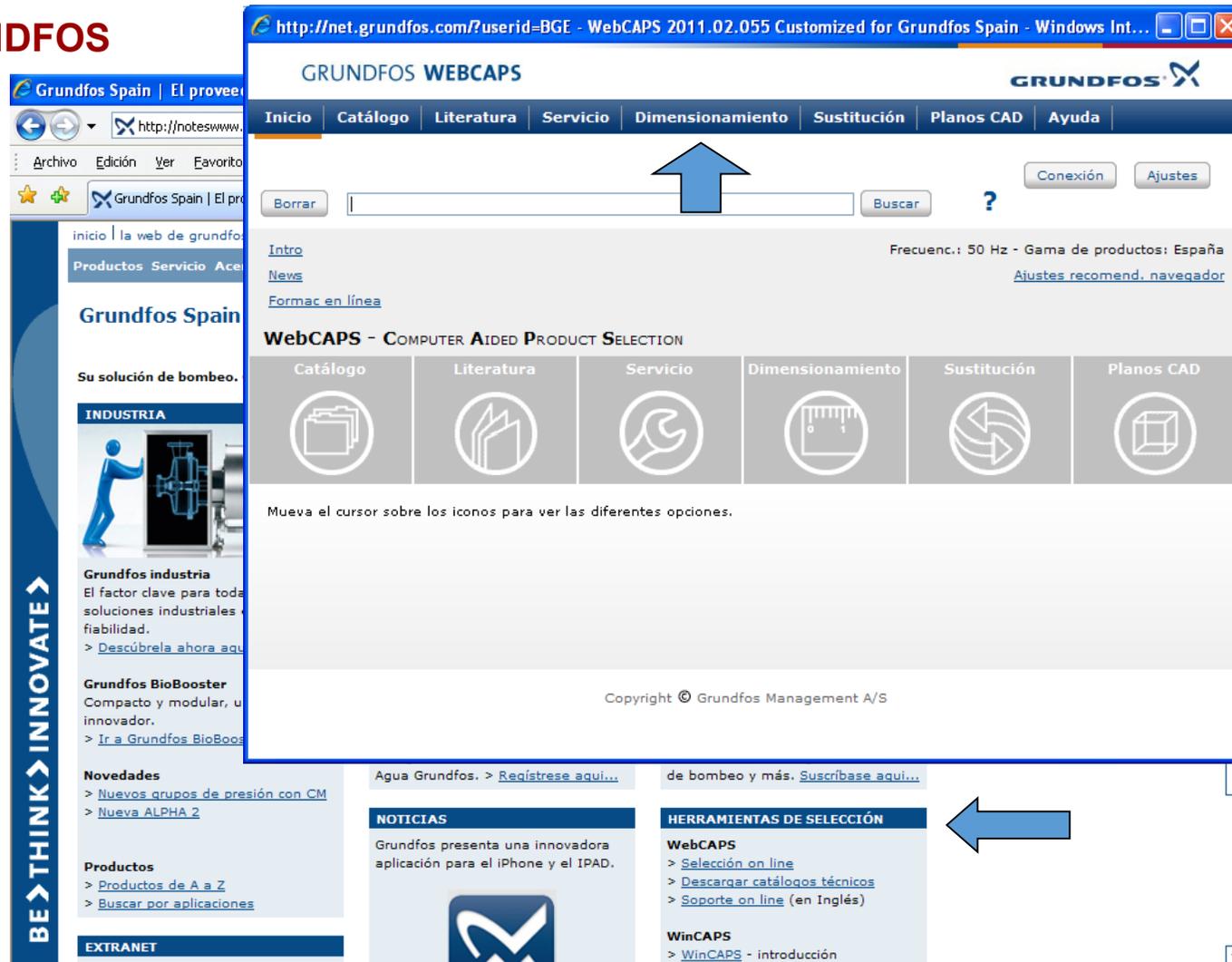
HERRAMIENTAS DE SELECCIÓN

WebCAPS
> [Selección on line](#)
> [Descargar catálogos técnicos](#)
> [Soporte on line](#) (en Inglés)

WinCAPS
> [WinCAPS - introducción](#)

Catálogos de Fabricantes: Programas de Selección de Bombas (II)

GRUNDFOS



GRUNDFOS WEBCAPS

Inicio Catálogo Literatura Servicio Dimensionamiento Sustitución Planos CAD Ayuda

Borrar Buscar ? Conexión Ajustes

Inicio | la web de grundfos

Productos Servicio Ace

Grundfos Spain

Su solución de bombeo.

INDUSTRIA

Grundfos industria
El factor clave para todas las soluciones industriales es la fiabilidad.
> [Descúbrela ahora aquí](#)

Grundfos BioBooster
Compacto y modular, un innovador.
> [Ir a Grundfos BioBooster](#)

Novedades
> [Nuevos grupos de presión con CM](#)
> [Nueva ALPHA 2](#)

Productos
> [Productos de A a Z](#)
> [Buscar por aplicaciones](#)

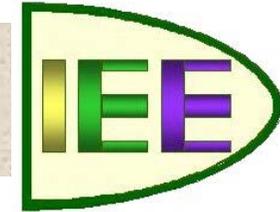
EXTRANET

Agua Grundfos. > [Reístrate aquí...](#) de bombeo y más. [Suscríbete aquí...](#)

NOTICIAS
Grundfos presenta una innovadora aplicación para el iPhone y el IPAD.

HERRAMIENTAS DE SELECCIÓN
WebCAPS
> [Selección on line](#)
> [Descargar catálogos técnicos](#)
> [Soporte on line \(en Inglés\)](#)

WinCAPS
> [WinCAPS - introducción](#)



Catálogos de Fabricantes: Programas de Selección de Bombas (II)

GRUNDFOS

The screenshot displays the Grundfos WebCAPS website interface. The main navigation menu includes: Inicio, Catálogo, Literatura, Servicio, Dimensionamiento, Sustitución, Planos CAD, and Ayuda. The 'Dimensionamiento' (Sizing) section is active, showing a 'Selección de Aplicación' (Application Selection) screen. This screen lists various pump applications with corresponding images and descriptions:

- Calefacción:** Bombas circulatoras para sistemas de calefacción y agua sanitaria.
- Aire acondicionado:** Bombas circulatoras para agua fría y otros líquidos en sistemas de refrigeración y aire acondicionado.
- Aumento de presión:** Bombas centrífugas multicelulares y grupos de presión horizontales y verticales para trasiego y aumento de presión de líquidos.
- Suministro de aguas subterráneas:** Bombas sumergibles para suministro de agua, sistemas de riego, descenso del nivel freático.
- Suministro de agua doméstica:** Bombas sumergibles, bombas de inyección, bombas centrífugas multifásicas y sistemas compactos para abastecimiento de agua doméstica.
- Aguas residuales:** Bombas para achique, aguas residuales y fecales, para una amplia gama de aplicaciones en edificación así como transferencia de aguas residuales en alcantarillados municipales.
- Aplicaciones industriales:** Bombas y sistemas de bombeo para instalación en procesos industriales y edificación.
- Sistemas de energía renovable:** Sistemas solar y eólico.

At the bottom of the interface, there are navigation buttons: < Atrás, Paso 1, Siguiente>, and Empezar dimensionam... (partially visible). A vertical sidebar on the left contains the text 'BE > THINK > INNOVATE' and 'EXTRANET'.