



**baliabideak**  
material de aprendizaje



# Diseño y cálculo de una instalación de bombeo

Javier Sancho Saiz

**Cuaderno del estudiante**

IKD baliabideak 1 (2011)



## Proyecto para la asignatura INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA.

Curso 2010/11

### GUÍA DEL ESTUDIANTE.

Javier Sancho

Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz

## 1. PRESENTACIÓN.

Como se indica en la guía docente de la asignatura, los últimos temas de la misma (18, 19, 20, 22, 23, 24, 25 y 26) no se explicarán mediante clases expositivas y se evaluarán mediante la realización de un proyecto trabajado en forma cooperativa en los mismos grupos de tres o cuatro alumnos que han trabajado a lo largo de todo el curso. El proyecto ocupará las últimas 5 semanas del cuatrimestre. Cada alumno deberá dedicar 50 horas totales de trabajo personal, a una media, por semana, de 5 horas de clase y otras 5 horas de trabajo personal y en grupo, por lo que el total de horas de clase dedicadas será de 25. La realización del Proyecto requiere, por tanto, una dedicación total del grupo de 150 horas.

Dicho Proyecto, junto con todas las tareas que lleva asociado, supone un 35 % en la calificación total de la asignatura.

## 2. ENUNCIADO DEL PROYECTO.

**Preguntas clave:**

**¿Es la bomba poder bombear un bombón líquido? Ahora, en serio:**

**¿Somos capaces de diseñar una instalación de bombeo?**

**¿Cómo asegurarías que a mi 12º piso llegue el suministro de agua?**

El proyecto consistirá en el **diseño y cálculo de una instalación de bombeo de un líquido.**

Cada grupo deberá definir el problema: las condiciones de partida de la instalación:

- Caudal a elevar.
- Tipo de fluido.
- ¿Para qué? ¿En qué se va a utilizar el líquido bombeado?

- Cotas y presiones de los distintos depósitos.
- Material de las tuberías.
- Válvulas y accesorios a colocar.
- Longitudes de tuberías.

A partir de dichas condiciones, se deberán realizar los cálculos siguientes:

- Diámetro óptimo-económico de las tuberías.
- A partir de la determinación del mismo, plantear su sustitución por tuberías de diámetro comercial.
- Determinar la curva característica de la instalación.
- Elegir la bomba más adecuada para dicha instalación a partir de las ofrecidas por una o varias casas comerciales. Indicar las características de dicha bomba.
- Obtener el punto de funcionamiento de la bomba en la instalación, obteniendo los caudales de alimentación a los depósitos.
- Determinar la potencia consumida por la bomba, la velocidad específica y el rendimiento.
- Representación gráfica de la instalación y de las líneas de alturas piezométricas.
- Analizar el impacto producido (incremento de presión) por el golpe de ariete en caso de parada de la bomba. Plantear un sistema para amortiguar dicho efecto.
- Analizar el posible riesgo de cavitación de la bomba.
- Plantear los triángulos de velocidades teóricos a la entrada y a la salida de la bomba, teniendo en cuenta las características geométricas de la misma.
- Presupuesto orientativo de la instalación.
- Por último, si el caudal considerado y la diferencia de cotas fueran aprovechados por una turbina, determinar el tipo de turbina a utilizar, características y potencia desarrollada por la misma.
- Analizar el impacto que pudiera tener el proyecto con respecto al medio ambiente y no olvidarse de señalar los aspectos de seguridad de operación del proceso.

El resultado **entregable final** del proyecto será un **INFORME**, que incluya todos los aspectos señalados, así como el **número de horas global dedicado por los componentes del grupo y un documento de revisión del funcionamiento del grupo** que deberá ajustarse en lo posible al total de 50x3 = 150 horas. Se hará también una presentación oral del proyecto.

### 3. ¿QUÉ SE PRETENDE CONSEGUIR CON EL PROYECTO?

Con el proyecto, los alumnos aprenderán a diseñar y calcular una instalación de bombeo, teniendo en cuenta todos los elementos a incluir en la misma, así como los posibles riesgos de cavitación y de golpe de ariete. También aprenderán a seleccionar la bomba más adecuada para un determinado servicio y a calcular el punto de funcionamiento de dicha bomba en la instalación considerada.

Además, aprenderán a definir las tareas a realizar, repartirse el trabajo equitativamente y a integrar las distintas partes realizadas de forma independiente.

Los **objetivos de aprendizaje** que se pretenden conseguir con el proyecto son que el estudiante sea capaz de:

1. Calcular pérdidas de carga primarias y secundarias en tuberías, mediante distintas ecuaciones y diagramas.
2. Calcular el caudal circulante en los distintos tramos de redes de tuberías, así como las presiones en distintos puntos de la red.
3. Calcular la sobrepresión producida por golpe de ariete en tuberías.
4. Explicar los métodos y elementos de protección contra el golpe de ariete, eligiendo el más adecuado para cada instalación.
5. Describir los distintos tipos existentes de bombas hidráulicas, señalando los campos de aplicación y su principio de funcionamiento.
6. Calcular los diagramas de velocidades en turbomáquinas.
7. Explicar en qué consiste el fenómeno de cavitación y calcular el riesgo de su presencia en una instalación mediante el análisis del NPSH.
8. Describir y comparar entre sí los distintos tipos existentes de turbinas hidráulicas, señalando el principio de funcionamiento, los campos de aplicación de cada una, e identificando las partes fundamentales de que constan.
9. Diseñar y calcular una instalación de bombeo de un líquido, seleccionando la bomba más adecuada.
10. Calcular someramente el impacto ambiental producido por la emisión y dispersión de contaminantes fluidos.
11. Plantear una estrategia para la resolución de un problema complicado de diseño.
12. Localizar y asimilar una determinada información a partir de su referencia.
13. Autoevaluarse y evaluar a otros a partir de unos criterios dados.
14. Buscar información relevante para una tarea dada.
15. Trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros para la resolución de un problema complejo. Esto conlleva:
  - a. Explicar al grupo la tarea realizada y asegurarse de que todos los demás han comprendido.
  - b. Identificar adecuadamente las tareas a realizar por el grupo, repartirlas equitativamente, establecer fechas de entrega e integrar las partes.
  - c. Identificar y abordar los conflictos en el funcionamiento del grupo.
  - d. Identificar los aspectos positivos y los aspectos mejorables relativos al funcionamiento del grupo.
16. Elaborar un informe escrito: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados, utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la ingeniería mecánica.
17. Realizar una presentación oral en la que se resuman los contenidos fundamentales implicados en el informe escrito asociado.

18. Manejar con habilidad, utilizando una metodología científica, los equipos, instrumentos de medición y los parámetros básicos de funcionamiento de los distintos tipos de máquinas hidráulicas: bombas, ventiladores y turbinas.
19. Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de distintos procesos industriales en los fluidos agua y aire, teniendo en cuenta la ética en la profesión de ingeniería.

Como herramienta complementaria para la consecución de estos objetivos de aprendizaje, debe recordarse que, de las 15 prácticas de laboratorio realizadas, las siguientes están directamente relacionadas con los temas implicados en el proyecto:

- Pérdidas de carga primarias.
- Pérdidas de carga secundarias.
- Cavitación.
- Ensayo de una turbina Pelton.
- Ensayo de una bomba centrífuga.
- Ensayo de un ventilador centrífugo.

#### **4. LISTA DE ENTREGABLES.**

Según el plan de cada semana que se muestra en el apartado 7 son los siguientes:

- Entregable de grupo: Documento de diseño del proyecto (Plan de trabajo): listado de tareas ordenadas para llevar a cabo el proyecto y reparto de las mismas entre los componentes del grupo. A entregar el 29 de noviembre.
- Resultado parcial individual: Una hoja que contenga un resumen de cada uno de los temas que le ha correspondido analizar a cada estudiante, así como una colección de ejercicios con soluciones. A presentar al grupo en la semana del 29 de noviembre.
- Entregable de grupo: Primera parte del informe relativa a: definición de las condiciones de partida de la instalación, determinación del diámetro de la misma, de su curva característica y del punto de funcionamiento de la bomba elegida en la instalación (altura, caudal, rendimiento, potencia consumida y velocidad específica), representación de la instalación y de las curvas de alturas piezométricas, así como el análisis de los efectos del golpe de ariete y de la cavitación. A entregar el 9 de diciembre.
- Entregable de grupo: Informe final, junto con la dedicación total horaria al proyecto y un documento de revisión del funcionamiento del grupo. A entregar el 22 de diciembre.
- Defensa pública del proyecto, en grupo. En la semana 15: días 21 y 22 de diciembre.
- Entregable de grupo: Actas de todas las reuniones realizadas. A ir entregando cada semana, de la 11 a la 15.
- Entregables individuales: coevaluación de la presentación oral del Proyecto y Ficha de evaluación de competencias metodológicas de

trabajo en grupo (anexo 2). Dichos entregables se les proporcionará a los alumnos para cumplimentarse los días de defensa de los proyectos: 21 y 22 de diciembre.

- Entregable individual: *Cuestionario individual de evaluación del proyecto*. Examen individual para valorar el grado de consecución de los objetivos de aprendizaje relacionados con el proyecto: 22 de diciembre.

## 5. SISTEMA DE EVALUACIÓN.

Los criterios de calidad y de calificación de los entregables son los siguientes:

Documento de diseño: No tiene calificación específica. La evaluación realizada por el profesor sirve como referencia para una mejor realización del informe. De una manera implícita, la realización del documento de diseño, junto con las actas asociadas, se tienen en cuenta en el apartado de Calidad del trabajo en equipo.

Primera parte del informe. No tiene calificación. La evaluación realizada por el profesor sirve como referencia para la mejora del informe final.

Informe final: 20 % (15 % calificación de grupo + 5% calificación individual mediante un cuestionario de evaluación.)

Presentación oral: 5 % (calificación de grupo)

Calidad del trabajo en equipo desempeñado: 10 %: un 5 % corresponde a calificación de grupo y el otro 5% a calificación individual.

Para la **calificación del 5% de grupo** se tendrán en cuenta el Documento de revisión del funcionamiento del grupo (anexo 1), cumplimentado en grupo, así como el documento de diseño del proyecto, las actas de las reuniones, las tutorías grupales realizadas y la impresión del profesor.

**El 5% de calificación individual** se otorgará en función de los datos recogidos del anexo 2: "Ficha de evaluación de competencias metodológicas de trabajo en grupo" (cumplimentado individualmente), de los resultados parciales individuales (hojas resumen de los temas) y de la impresión del profesor a partir del trabajo realizado en clase y de las tutorías grupales realizadas.

## 6. RECURSOS NECESARIOS PARA REALIZAR EL PROYECTO.

- Apuntes y presentaciones colgados en la plataforma Moodle sobre los temas señalados.
- Colección de problemas de dichos temas.
- Prácticas de laboratorio.

## 7. PLAN DE CADA SEMANA.

Sem	Tareas en clase (5 horas/semana).	Tareas fuera de clase (5 horas/semana) (Las 2 horas/semana restantes se dedicarán a la realización del informe de las prácticas de laboratorio).
22 a 28 de Nov. (sem. 11)	Presentación del Proyecto. Reparto de los temas del puzzle entre los miembros del grupo. Elaboración del <b>Entregable de grupo: documento de diseño del Proyecto y actas de las reuniones realizadas (3 h). Fecha de entrega: 29 de noviembre.</b> Clases expositivas para análisis de dudas y cuestiones fundamentales de los temas 18 a 20 (1,5 h). 2º examen.	Dedicación al proyecto fuera de clase durante las semanas 11 a 15: 5 horas/semana, incluidas las de trabajo personal y en grupo. Estudio individual de los temas del puzzle. <b>Resultado parcial individual: una hoja resumen de cada tema estudiado para presentar al grupo, así como colección de ejercicios con soluciones.</b> Realización en grupo del documento de diseño del Proyecto (5 h).
29 de nov. a 5 de dic. (sem. 12)	Revisión del plan de trabajo a partir de la corrección realizada por el profesor. Reunión de expertos para aclarar dudas y realizar ejercicios (1 h). Clases expositivas para análisis de dudas y cuestiones fundamentales de los temas 22 a 24 (1 h). Explicación en el grupo de la hoja resumen elaborada por cada uno. <b>Resultado parcial: actas de las reuniones realizadas.</b>	Realización de la primera parte del informe del proyecto: seleccionar instalación, cálculo del diámetro, curva característica de la instalación, elección de la bomba y punto de funcionamiento de la misma, potencia, rendimiento, velocidad específica (5 h).
6 a 12 de dic. (sem. 13)	Clases expositivas para análisis de dudas y cuestiones fundamentales del tema 25 (1 h). Trabajo en grupo. <b>Entregable de grupo: primera parte del informe del Proyecto, junto con actas de reuniones. Fecha de entrega: 9 de diciembre.</b>	Segunda tutoría grupal. Revisión de la calificación del informe dada por el profesor. Realización del informe final del proyecto (5 h).
13 a 19 de dic. (sem. 14)	Revisión, por parte del grupo, de los comentarios del profesor a la primera parte del informe para la mejora del mismo (1 h). Clases expositivas para análisis de dudas y cuestiones fundamentales del tema 26 (1 h). Trabajo en grupo (3 h). <b>Resultado parcial: actas de las reuniones realizadas.</b>	Realización del informe final del proyecto. Realización de la presentación oral (5 h).
20 a 22 de dic. (sem. 15)	<b>Entregable de grupo: Informe final, junto con la dedicación total horaria al proyecto, actas de las reuniones y un documento de revisión del funcionamiento del grupo (anexo 1)(2 h). Entregable de grupo: Presentación oral del proyecto (1 h). Entregable individual: coevaluación de la presentación oral del Proyecto. Entregable individual: Ficha de evaluación de competencias metodológicas de trabajo en grupo (anexo 2). Entregable individual: Cuestionario de evaluación del proyecto (1 h).</b>	Realización del informe final junto con la recopilación de las horas totales dedicadas al proyecto y el documento de revisión del funcionamiento del grupo. Realización de la presentación oral (5 h).

**Grupo:**
**ANEXO 1. DOCUMENTO DE REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO.**

Nombre de los componentes del equipo:

Valora de 1 a 5 las siguientes cuestiones relativas al funcionamiento del grupo (5 = totalmente de acuerdo):

Planificación y reparto de las tareas	Criterio	Nota
	Todas las tareas repartidas han sido concretas y apropiadas al tiempo programado.	
	Todos los miembros del grupo han hecho los deberes requeridos en el tiempo establecido.	
	Ha existido un reparto equitativo de labores entre los miembros del grupo.	
	Ha habido una definición clara de roles dentro del grupo y dichos roles han variado para cada tarea.	
	Ha habido un reparto de liderazgo entre todos los miembros del grupo.	
	Se han establecido procedimientos para asegurarse que todos los miembros del grupo son capaces de explicar todos los apartados del proyecto.	
	El tiempo dedicado al proyecto se ha adaptado al estipulado.	
Actas de las reuniones		
	El número de reuniones ha sido apropiado.	
	Las actas han sido concretas y detalladas.	
	La gestión del tiempo ha sido adecuada.	
	Han aparecido en ellas los asistentes, las discusiones, los acuerdos tomados, y los responsables de las distintas acciones a realizar.	
	Las reuniones han estado preparadas.	
	Las actas se han enviado a los componentes del grupo dentro de los dos días siguientes a la reunión.	
Funcionamiento del grupo		
	El grupo ha trabajado bien.	
	Todos los miembros del grupo han asistido a todas las reuniones puntualmente.	
	Se han establecido reglas de funcionamiento.	
	Se ha generado confianza entre los miembros del grupo.	
	Ha existido flexibilidad, tolerancia, empatía, honradez, franqueza, una actitud respetuosa, responsabilidad, espíritu de crítica constructiva, capacidad de escucha, espíritu conciliador.	
	Se ha reflexionado sobre el funcionamiento del grupo.	
	Ha habido apoyo mutuo entre compañeros, coordinación, complementariedad, comunicación, compromiso.	
	Se han cumplido los plazos en la realización de las distintas tareas.	
	El grupo ha estado motivado para trabajar.	



---

	Los conflictos se han resuelto sin problemas.	
	El grupo ha sido capaz de ajustar el plan de trabajo inicial para adaptarse a las nuevas tareas requeridas según ha ido avanzando el proyecto.	
NOTA GLOBAL	Señalad aquí la nota global que os pondrías atendiendo a la calidad del trabajo en equipo realizado.	

Explicad ahora, de una manera libre, cómo ha sido el funcionamiento de vuestro grupo.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Por último, indicad cómo podría haberse mejorado el trabajo:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Grupo:**
**Alumno/a:**

## ANEXO 2. FICHA DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS METODOLÓGICAS DE TRABAJO EN GRUPO.

Instrucciones: Se te pide que reflexiones sobre tu comportamiento y el de los miembros del grupo durante el trabajo de grupo. Indica la valoración que haces según el esquema siguiente:

- 1 = Nada
- 2 = Escasamente
- 3 = Algo
- 4 = Mucho
- 5 = Totalmente

						YO
1	Asiste regular y puntualmente a las reuniones del grupo.					
2	Realiza las tareas asignadas en los plazos previstos.					
3	Se puede considerar que el trabajo realizado por él/ella es de calidad: se nota que ha dedicado el tiempo suficiente para prepararlo y que los cálculos y los desarrollos teóricos están bien trabajados.					
4	Colabora en la planificación del trabajo, en la distribución de las tareas y en el logro de los objetivos.					
5	Propone sugerencias y soluciones para la realización del trabajo.					
6	Cumple con las normas y se adapta a los cambios del equipo					
7	Demuestra habilidad para manejar las relaciones entre los miembros del grupo.					
8	Trata con respeto y amabilidad a sus compañeros					
9	Escucha y habla proporcionadamente. Está dispuesto a escuchar las opiniones de sus compañeros de equipo.					
10	Está receptivo a aceptar críticas y sugerencias de los miembros del equipo					
11	Promueve la cooperación, participación e integración entre los miembros del equipo.					
12	Sabría responder adecuadamente del trabajo realizado o resolver un problema parecido.					
13	Facilita la gestión positiva de las diferencias y desacuerdos.					
14	Desarrolla eficazmente los roles que se le han ido asignando para cada tarea.					
15	Señala cuál de los roles (coordinador, secretario, controlador y revisor) lo ha desempeñado con una mayor calidad					
16	Señala el porcentaje de la nota del proyecto que crees que se merece en función del trabajo realizado, asistencia a clase y a las reuniones, actitud, etc. (la suma total debe ser 100)					
17	Se podría haber contribuido a la mejora del funcionamiento del grupo si ( 2 propuestas como máximo ):					



Sancho, J. (2011). Diseño y cálculo de una instalación de bombeo. <http://www.ikd-baliabideak/ik/Sancho1-03-2011-ik.pdf>



**Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual (by-nc-sa):** No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.