



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Mecánica

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE BOMBEO PARA EL RIEGO DE UNA FINCA

Autor: Humberto Mena Rossi

Director: Íñigo Sanz Fernández

Madrid

Julio 2018

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. HUMBERTO MENA ROSSI

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: DISEÑO DE UNA INSTALACION DE BOMBAS PARA RIEGO DE UNA FINCA que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor CEDE a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e

intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 13 de 07 de 18

ACEPTA

Fdo.....

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE BOMBEO

PARA EL RIEGO DE UNA FINCA

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico^{4^e}..... es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

HUMBERTO MOVA Rossi

Fdo.: (Nombre del alumno)

Fecha: 13 / 07 / 18



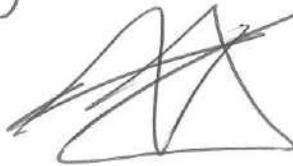
Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: (Nombre del Director)

Fecha: 13 / 07 / 2018

Íñigo Sanz Fernández





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Mecánica

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE BOMBEO PARA EL RIEGO DE UNA FINCA

Autor: Humberto Mena Rossi

Director: Íñigo Sanz Fernández

Madrid

Julio 2018

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE BOMBEO PARA EL RIEGO DE UNA FINCA

Autor: Mena Rossi, Humberto

Directores: Sanz Fernández, Iñigo

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO:

INTRODUCCIÓN

Nos situamos en una finca de ciento cuarenta y cuatro mil metros cuadrados, a diez kilómetros de Jerez de la Frontera, ubicada en Cádiz, zona que se caracteriza por tener un terreno apto para muchos tipos de cultivo y una gran incidencia solar durante la gran mayoría del año. En concreto, esta finca se dedicará en concreto al cultivo ecológico de la granada, se trata de una fruta con muchos beneficios para la salud y cuyo consumo está aumentando considerablemente en los últimos años.

La finca actualmente abarca un área de ciento catorce mil metros cuadrados y cuenta con dos pozos y un depósito situado en el punto de cota más alta.

El objetivo principal es optimizar la instalación que abastecerá de agua desde los pozos hasta el depósito principal, aquí entra en juego el llamado “cost effective pumping”, buscar la mejor relación entre componentes a instalar y los diferentes sistemas alternativos de alimentación que podemos usar. Desde el depósito mencionado anteriormente se distribuirá el agua para el riego de la finca.

DISEÑO

En primer lugar, se realizaron unas pruebas y se estimó que el caudal a bombear por cada bomba en función de su capacidad de recuperación debería ser aproximadamente de tres metros cúbicos por hora, y estas bombas llegarían a trabajar en turnos de hasta doce horas.

A partir de aquí, hemos calculado que deberíamos instalar aproximadamente un total de mil treinta y cuatro metros de tubería. El material seleccionado es PVC, es el material más común en este tipo de instalaciones, tanto por sus características técnicas como por ser el mejor económicamente. Después de varios enfoques, se ha seleccionado con un diámetro interno de ochenta milímetros.

Se ha considerado indispensable presupuestar los siguientes elementos para el correcto funcionamiento de la instalación. Entre cada uno de los depósitos y el pozo, se instalarán tanto válvulas de cierre como de seguridad (detalladas en el documento del proyecto). Además, será necesario el uso de adaptadores para los posibles cambios de diámetro y uniones multidiámetros a lo largo de las tuberías.

En función de los parámetros de diseño y de las pérdidas estimadas en la instalación hemos seleccionado dos bombas diferentes haciendo uso del programa ABSEL.

Uno de los pozos se encuentra situado más alejado y a más profundidad, de modo que necesitaremos una bomba más potente para salvar los veintiséis metros de altura de impulsión: XJ25HD. Se presupuestarán dos bombas de este modelo, para poder tener una de repuesto en caso de avería o mantenimiento y su uso sea indispensable.



El pozo más cercano al depósito dispondrá de otra bomba: J12 D/DKS, precio menor a la anterior y menos potencia de impulsión para salvar un total de catorce metros.



Se tratan de bombas sumergibles, muy usadas en obras y construcciones, con capacidad triturada y las más económicas

SOSTENIBILIDAD

Se ha previsto un total de dos revisiones anuales presupuestadas en los costes, aunque no se descarta las posibles reparaciones y averías que supondrían un plus en el mismo. Se ha querido garantizar que los objetivos e impactos del proyecto sean positivos y perduren de forma duradera después de la fecha de su conclusión.

PRESUPUESTO

Al tratarse de un proyecto planteado desde cero hemos intentado reducir los costes al máximo, de forma que en un futuro hubiese la posibilidad de mejorar varios aspectos técnicos gracias a los beneficios obtenidos del ejercicio.

Para el cálculo del presupuesto nos hemos basado en el análisis de costes de ciclo de vida con una proyección de diez años. Se han añadido algunos costes como posibles actuaciones involuntarias que podrían dar lugar a expedientes sancionadores.

Los costes iniciales del proyecto incluyen las bombas, tuberías, válvulas, cuadros eléctricos y otros elementos, un total de veintitrés mil quinientos cincuenta euros. La instalación completa tanto eléctrica como hidráulica se estima alrededor de dos mil euros. El coste energético puede ser muy variable, pero en función de las horas de uso podríamos estimar tres mil setecientos noventa y seis euros con una proyección de diez años. Como ya hemos comentado las revisiones y el mantenimiento de la instalación nos supondrá unos costes de dos mil cuatrocientos euros a lo largo de todos los años. El coste de retirada se estima en más de mil euros, algo menos que el coste instalación. Todos estos datos están justificados en el siguiente documento.

De este modo, la opción más económicamente viable asciende a cuarenta y dos mil ochocientos veintiséis (**42.826euros**). A continuación, se muestra una tabla resumen con los costes totales.

Coste	Precio €
Inicial	23550
Instalación	1960
Energético	3796
Avería	2400
Ambiental	10000
Retirada	1120
Total	42826

DESIGN OF A PUMPING STATION FOR THE IRRIGATION OF A LAND

Author: Mena Rossi, Humberto

Director: Sanz Fernández, Iñigo

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

PROJECT SUMMARY:

INTRODUCTION

We are located in a land of a hundred and forty-four thousand square meters, ten kilometers from Jerez de la Frontera, located in Cádiz, a place characterised by having a ground apt for many types of cultivation and a big solar incidence during the great majority of the year. In concrete, this land Will be dedicated to the ecological cultivation of the pomegranate, this fruit has a lot of health benefits and its consumption has been increasing considerably in recent years.

The farm currently covers an area of one hundred fourteen thousand square meters and has two wells and a deposit located at the highest point.

The main objective is to optimise the installation that will supply water from the wells to the main tank. Here comes to play the called “cost effective pumping”, that look for the greatest relationship between the components to be installed and the different alternative feeding systems that we can use. From the deposit mentioned above, the water will be distributed for the irrigation of all the land.

DESIGN

First, tests were carried out and it was estimated that the flow to be pumped by each pump according to its recovery capacity should be approximately three cubic meters per hour, and these pumps will work in shifts of up to twelve hours.

From here, we have calculated that we should install approximately a total of one thousand thirty-four meters of pipe. The selected material is PVC, it is the most common material in this type of facility, both for its technical characteristics and for being the best economically. After several approaches, it has been selected with an inner diameter of eighty millimetres.

It has been considered indispensable to budget the following elements for the correct operation of the installation. Between each of the tanks and the well, both shut-off and safety valves will be installed (detailed in the project document). In addition, it will be

necessary to use adapters for possible diameter changes and multidiameter joints along the pipes.

In terms on the design parameters and the estimated losses in the installation, we have selected two different pumps using the ABSEL program.

One of the wells is located farther and deeper, so we will need a more powerful pump to raise the twenty six meters of height: XJ25HD. Two pumps of this model will be budgeted, in order to have a spare one in case of breakdown or maintenance and its use is indispensable.



The well closest to the deposit will have another pump: J12 D/DKS, which has a lower price than the previous one and less pumping power to reach a total of fourteen meters.

They are submersible pumps, widely used in construction sites and buildings, with crushed capacity and the most economical ones.



SUSTAINABILITY

We need a total of two annual revisions that we have added to the costs, although we do not rule out possible repairs and breakdowns that would be a plus in it.

We wanted to guarantee that the objectives and impacts of the project are positive until the moment of its conclusion.

BUDGET

Being a project raised right from the start we have tried to reduce costs to the maximum, so that in the future there would be the possibility of improving several technical aspects thanks to the benefits obtained from the exercise.

For the calculation of the budget we have based on the analysis of life cycle costs with a projection of ten years. Some costs have been added as possible involuntary actions that could lead to sanctioning proceedings.

The initial costs of the project include pumps, pipes, valves, electrical panels and other elements, a total of twenty-three thousand five hundred and fifty euros. The complete electrical and hydraulic installation is estimated at around two thousand euros. The energy cost can be very variable, but depending on the hours of use we could estimate three thousand seven hundred and ninety six euros with a projection of ten years. As we have already mentioned, the revisions and maintenance of the installation will entail costs of two thousand four hundred euros over all the years. The cost of withdrawal is estimated at more than one thousand euros, slightly less than the installation cost. All these data are justified in the following document.

Thereby, the most economically viable option equals to forty-two thousand eight hundred and twenty-six euros (**42.826euros**). Below is a summary table with the total costs.

Cost	Price €
Initial	23550
Installation	1960
Energetic	3796
Breakdown	2400
Environmental	10000
Withdrawal	1120
Total	42826

Índice de documentos

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

Parte I. Introducción

Parte II. Estado del arte

Parte III. Parámetros de Diseño

Parte IV. Presupuesto

DOCUMENTO II. CÁLCULOS

Parte I. Selección de tuberías

Parte II. Pérdidas

Parte III. Selección de bombas

Parte IV. Selección de válvulas y otros elementos

DOCUMENTO III. PLANOS

DOCUMENTO IV. PRESUPUESTO

Parte I. Coste Inicial

Parte II. Coste instalación

Parte III. Coste energético

Parte IV. Coste avería

Parte V. Coste ambiental y otros

Parte VI. Coste retirada

DOCUMENTO V. BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTO VI. ANEXOS

DOCUMENTO I
MEMORIA
DESCRIPTIVA



I. MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción	1
1.1 Descripción	1
1.2 Motivación	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Localización	5
2. Estado del arte	6
2.1 Turbomáquinas	6
2.1.1 Definición bomba hidráulica	7
2.1.2 Clasificación de bombas hidráulicas	7
2.1.3 Acoplamiento de bombas	9
2.2 Ecuación de Bernoulli	10
2.2.1 Altura	10
2.2.2 Pérdidas y rendimiento	11
2.2.3 Curvas características	13
2.3 Otros elementos de una instalación hidráulica	14
2.3.1 Válvulas	14
2.3.2 Tuberías	15
2.3.3 Surtidores	17
2.4 Fuentes de alimentación de energía	19
2.4.1 Generador eléctrico	19
2.4.2 Bombeo solar	20
2.4.3 Red eléctrica	21
3. Diseño	22
3.1 Datos de partida	22
3.1.1 Pozos	22
3.1.2 Depósito	24
3.1.3 Terreno	26
3.1.4 Pluviometría	26
3.1.5 Radiación solar	28
3.2 Parámetros de diseño	29

3.2.1 Altura impulsión	29
3.2.2 Caudal recuperación	30
4. Selección final y presupuesto	31
4.1 Tuberías	31
4.2 Válvulas y otros elementos	31
4.3 Bombas	32
4.4 Costes finales	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-Vista general finca.....	1
Ilustración 2- Árbol Granado.....	2
Ilustración 3- Vista aérea.....	3
Ilustración 4- Localización	5
Ilustración 5- Clasificación máquinas de fluido	6
Ilustración 6- Bomba axial	7
Ilustración 7-Bomba radial	7
Ilustración 8- Bomba diagonal	8
Ilustración 9-Esquema pérdidas y potencias 1	11
Ilustración 10-Esquema pérdidas y potencias 2	12
Ilustración 11-Curva H-Q.....	13
Ilustración 12- Sistema bombeo solar	20
Ilustración 13- Instalación fotovoltaica	21
Ilustración 14- Ubicación pozos	22
Ilustración 15- Pozo 1	23
Ilustración 16- Pozo 2.....	23
Ilustración 17- Ubicación depósito.....	24
Ilustración 18- Depósito	24
Ilustración 19- Válvula salida depósito	25
Ilustración 20- Esquema instalación 1	29
Ilustración 21-Esquema instalación 2.....	30

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-Ecuación Bernoulli	10
Ecuación 2- Altura 1	10
Ecuación 3-Altura 2.....	10
Ecuación 4- Rendimiento hidráulico	11
Ecuación 5- Rendimiento volumétrico	11
Ecuación 6- Rendimiento mecánico	11
Ecuación 7- Potencia accionamiento	12
Ecuación 8- Potencia efectiva.....	12
Ecuación 9- Potencia útil.....	12
Ecuación 10- Rendimiento total	12
Ecuación 11- Curva característica bomba	13
Ecuación 12- Curva característica instalación.....	13
Ecuación 13- Pérdidas secundarias.....	14
Ecuación 14- Pérdidas de carga primarias.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Coeficiente K para diversos accesorios	15
Tabla 2- Coeficiente de Darcy	17
Tabla 3- Avance climático Junio	26
Tabla 4- Avance climatológico Julio.....	27
Tabla 5- Avance climatológico Agosto	27
Tabla 6- Irradiancias Global, Directa y Difusa.....	28
Tabla 7- Cálculo recuperación caudal	30
Tabla 8- Selección tuberías.....	31
Tabla 9- Selección válvulas	31
Tabla 10- Selección final Bomba 1	32
Tabla 11- Selección final Bomba 2	32
Tabla 12- Selección bomba repuesto.....	32
Tabla 13- Resumen Costes	33

1. Introducción

1.1 Descripción

Este proyecto consiste en el diseño y desarrollo de una instalación de bombeo de aguas de riego. Una estación de bombeo es una instalación equipada y construida con el fin de transportar agua desde el nivel de succión hasta el nivel de salida.

Este proyecto tendrá lugar en una finca en la provincia de Cádiz, en las cercanías de Jerez de la Frontera.

En concreto, se quiere bombear agua desde dos pozos separados hasta un depósito, para su posterior distribución al área de cultivo. Por ello, estudiaremos la situación actual de nuestro terreno con el fin de conseguir optimizar al máximo tanto los costes a corto y largo plazo como la elección de los elementos a instalar. La finca tiene un total de 144.000 metros cuadrados, que se destinarán principalmente al cultivo ecológico de la granada, se trata de una fruta que necesita cantidades superiores de agua en comparación con los demás tipos de cultivos frecuentes en España.



Ilustración 1-Vista general finca

1.2 Motivación

En los últimos años ha aumentado notablemente el consumo de productos ecológicos, la industrialización de todos los procesos básicos para el mantenimiento de la vida, han convertido uno de los elementos más importantes para la humanidad en un medio de lucro para muchas industrias relacionadas en el proceso de “crear alimentos más seguros para todos”. Ciertamente, es imprescindible la aplicación de algunas sustancias necesarias dentro del proceso de fabricación de los alimentos tal y como los conocemos hoy en día. Sin estos procedimientos muchos de los alimentos de los que disponemos no serían consumibles para el ser humano. La cuestión no radica en la utilización de los métodos que el hombre lleva aplicando desde tiempos remotos para la conservación de los alimentos, sino en las sustancias de las que se hace uso y por qué. La lista es extensa, más de lo que imaginamos. Las posibilidades de comer sanamente y cuidar de nuestra salud y nuestro planeta son posible a pesar de todo lo que nos invade. De modo que, una motivación importante es poder contribuir en mejorar de alguna manera la accesibilidad a productos beneficiosos para la salud.



Ilustración 2- Árbol Granado

Esta finca le pertenece a un compañero/amigo mío, de aquí la motivación de poder ayudar en la medida de lo posible, me parece interesante involucrarme en primera persona en este proyecto, que me llevará a contactar y buscar información por mi cuenta, lo que veo beneficioso para mi aprendizaje.

1.3 Objetivos

Esta finca se destinará a cultivar, exportar y vender este producto, es decir, hablamos de un negocio y como todo negocio queremos obtener el máximo beneficio. Podemos decir que para obtener este pico de beneficio debemos aumentar ingresos y disminuir costes, y este último es donde nos vamos a centrar, se analizará de forma eficiente y económica todos los equipos y elementos a instalar.

Hemos de tener en cuenta los tres mil metros cúbicos por hectárea de agua necesarios anualmente, se trata de una cantidad considerable para el terreno de riego que poseemos, por tanto, otro objetivo es estudiar y resolver los problemas que estén relacionados con el transporte o la posible carencia de agua para determinadas temporadas del año.

Además, estudiaremos la viabilidad de instalar en un futuro equipos alternativos para alimentar los elementos que lo necesiten. En nuestro caso, analizaremos la posible instalación de paneles fotovoltaicos para suministrar energía eléctrica a las bombas. Hoy en día, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotovoltaicas, heliostatos o colectores térmicos, es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que podrían ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad. Gracias a los avances tecnológicos, la sofisticación y la economía de escala, el coste de la energía solar fotovoltaica se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales, aumentando a su vez la eficiencia, y su coste medio de generación eléctrica ya es competitivo con las energías no renovables en un creciente número de regiones geográficas, alcanzando la paridad de red.

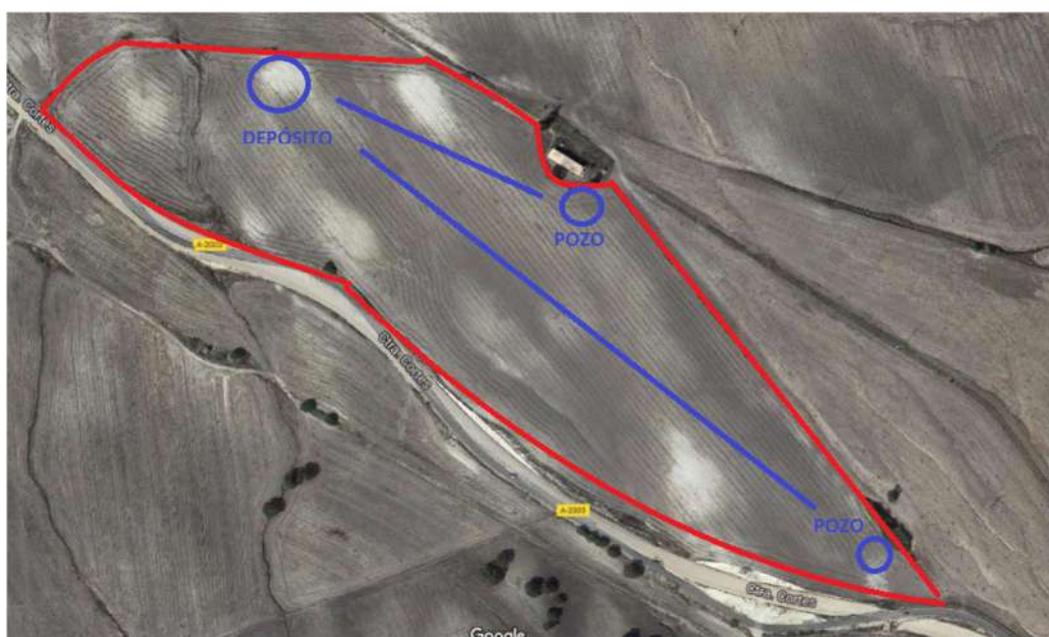


Ilustración 3- Vista aérea

En resumen, el objetivo principal es bombear agua desde dos pozos separados, hasta un depósito principal que se encuentra en la zona de cota más alta, desde donde posteriormente se distribuirá por gravedad a toda el área de cultivo mediante el método de riego por goteo.

1.4 Localización

Nos situamos en una finca de ciento cuarenta y cuatro mil metros cuadrados en Cuartillos, a diez kilómetros de Jerez de la Frontera, en la provincia de Cádiz, exactamente a una latitud $36^{\circ}40'17.66''N$ y longitud $5^{\circ}59'59.14''O$. Esta zona se caracteriza por tener un terreno apto para gran variedad de cultivo, además de ser una zona de gran incidencia solar durante todo el año, que podemos aprovechar tanto para el crecimiento óptimo del plantío como para su transformación en energía eléctrica.



Ilustración 4- Localización

2. Estado del arte

2.1 Turbomáquinas

Las turbomáquinas son máquinas de fluidos en las cuales el intercambio de energía es debido a la variación del momento cinético del fluido al pasar por los conductos de un órgano que se mueve con movimiento de rotación, dotado de álabes o paletas, que se denomina rotor. Las paletas, el rotor y el impulsor modifican la entalpía del fluido que se mueve a través de ellos, produciendo trabajo positivo o negativo, dependiendo del efecto requerido en la máquina. Estos cambios de entalpía están estrechamente relacionados con los cambios de presión que ocurren en el fluido. Una corriente continua del fluido a través del rotor con el que intercambia su energía caracteriza a estas máquinas.

Las turbomáquinas las podemos subclasificar según la compresibilidad del fluido, la dirección del flujo en el rodete y el sentido de transición de la energía.

En primer lugar, diferenciamos entre turbomáquinas hidráulica y turbomáquina térmica. Todo fluido realmente es compresible, aunque en los líquidos la variación es tan pequeña que podemos despreciarla. Sin embargo, si la densidad del fluido varía considerablemente, ésta se considera turbomáquina térmica.

Según el sentido de transmisión de la energía se clasifican en motoras y generadoras. En las turbomáquinas motoras, el fluido cede energía al rodete, disminuyendo la energía del fluido a su paso por la máquina, dentro de este tipo se encuentran las turbinas hidráulicas. En las turbomáquinas generadoras, el rodete cede energía al fluido. En este grupo se encuentran las bombas hidráulicas.

Según la dirección del flujo las turbomáquinas hidráulicas se clasifican en radiales, axiales y diagonales.

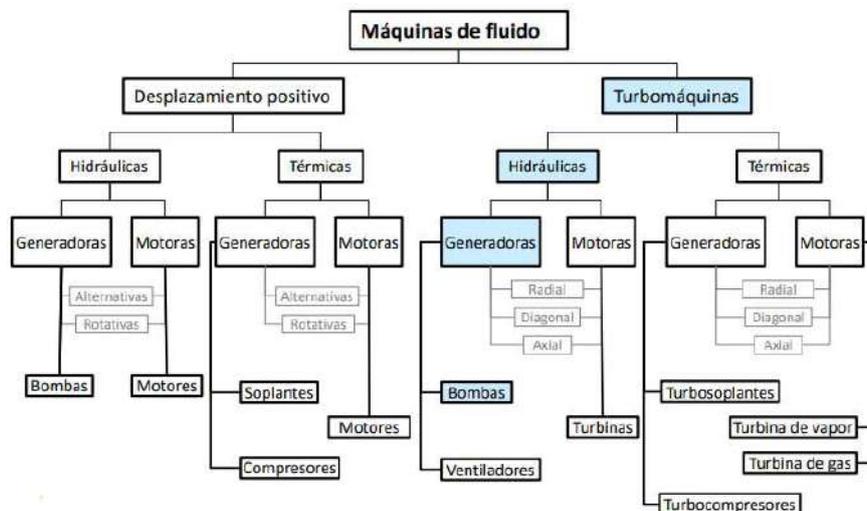


Ilustración 5- Clasificación máquinas de fluido

2.1.1 Definición bomba hidráulica

Como hemos mencionado anteriormente, una bomba hidráulica la podemos definir como una máquina de fluido donde se produce un intercambio de energía entre un órgano mecánico y un fluido, además la clasificamos como máquina generadora que mantiene invariable su densidad durante todo el proceso.

La energía que acciona dicha máquina es la que se transforma en energía hidráulica del fluido, en general, esta energía suele transmitirse en forma de incremento de presión del líquido, y así conseguir movimiento desde zonas de menos compresión o altura hasta otras con más.

2.1.2 Clasificación de bombas hidráulicas

Existen varias formas de clasificarlas, aunque destacaremos las más importantes o las que estén más relacionadas con nuestro trabajo.

Según la dirección del flujo en el rodete:

- Axial: se suele usar para elevar un gran cantidad de caudal a una altura relativamente pequeña, su instalación es más frecuente en regadíos, en tratamiento de aguas residuales y para drenaje de terrenos.

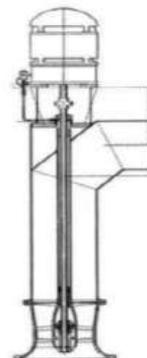


Ilustración 6- Bomba axial

- Radial: las bombas centrifugas de flujo radial se utilizan para cargas altas y caudales pequeños, el flujo es radial y la presión desarrollada es debida principalmente a la fuerza centrifuga.

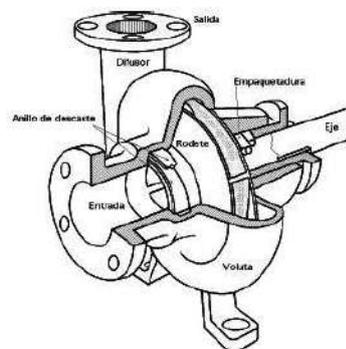


Ilustración 7- Bomba radial

- Diagonal: se usa cuando el caudal de la bomba es grande y el diámetro del tubo de aspiración también es grande, en relación con el diámetro que debe darse al impelente para producir la carga requerida.



Ilustración 8- Bomba diagonal

Según el número de escalonamientos:

- Simples: Un solo escalonamiento.
- Compuestas: Dos o más escalonamientos, es decir, podemos configurarla para añadir más rodetes.

Según el número de flujos:

- De un flujo o de simple aspiración.
- De dos flujos o de doble aspiración.

Según la posición del eje:

- Horizontal
- Vertical
- Eje inclinado

Según la presión suministrada:

- Baja presión: 20-25 mca.
- Media presión: 20-60 mca.
- Alta presión más de 60 mca.

2.1.3 Acoplamiento de bombas

Las bombas pueden acoplarse de dos maneras, bien en serie, bien en paralelo, según las necesidades y prestaciones que veremos más adelante.

El acoplamiento de bombas es muy interesante a la hora de optimizar el rendimiento de una instalación, en la mayoría de las instalaciones relativamente grandes tenemos que hacer uso de más de uno de estos elementos.

- **Serie:** la instalación en serie de las bombas implica que la tubería de impulsión constituye la tubería de aspiración de la siguiente, de modo que, el caudal bombeado por el conjunto de la instalación será el mismo que el caudal bombeado por cada una de las bombas. En cambio, la altura del conjunto consiste en la suma de las alturas desarrolladas por todas las bombas de forma individual. Este tipo de acoplamiento se usa en los casos donde queremos elevar un mismo caudal a distintas alturas o donde se necesitan vencer pérdidas con longitudes elevadas de conducción.

No debemos confundir este tipo de acoplamiento con los casos en los que tenemos dos o más estaciones de bombeo escalonadas, como, por ejemplo, en un sistema de abastecimiento de agua, o en largas conducciones de combustible, en los cuales la descarga de una bomba se recibe en un depósito elevado con respecto al anterior, desde donde aspira la siguiente unidad, para impulsar al fluido hasta el próximo depósito, y, así, sucesivamente.

Este tipo de acoplamiento no es muy común, es más frecuente la disposición de rodets idénticos en una bomba compuesta.

En efecto, si se emplea una bomba de rodete único para impulsar agua desde un pozo hacia una altura relativamente grande, aquella deberá tener un diámetro de rotor grande, y así, también, grande sería la bomba y la tubería de aspiración, por lo cual el diámetro del pozo sería grande. Además, si la bomba opera en aspiración y el pozo es relativamente profundo, la cavitación sería inevitable, y, si a esto se le suma el hecho de que, en épocas de sequía, el nivel del pozo descende, aumentando la altura de succión y la altura estática, el punto de funcionamiento se desplazaría en la curva motriz de la bomba, por lo cual disminuye el caudal de bombeo, reduciéndose el rendimiento de esta.

- **Paralelo:** este tipo de acoplamiento se justifica cuando tratamos de satisfacer las necesidades o demandas de agua, variables en el tiempo, como en redes de distribución de agua potable o sistemas de regadío. Podríamos trabajar con una sola bomba, con el inconveniente de tener que adecuar su funcionamiento a los diferentes puntos de trabajo demandados, es decir, que el problema que surge es económico y probablemente también de mantenimiento. Por el contrario, el suministro de agua, variable según la demanda, puede garantizarse por medio de una progresiva entrada en funcionamiento de distintos grupos de bombas, conformado por bombas acopladas en paralelo, manteniendo el rendimiento del conjunto dentro de unos valores aceptables.

2.2 Ecuación de Bernoulli

Esta ecuación describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una corriente de agua y expresa que, en un fluido ideal en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido.

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

Ecuación 1-Ecuación Bernoulli

Como podemos observar esta ecuación se desglosa en tres componentes, la componente cinética, energía debida a la velocidad que posee el fluido, la componente potencial, debida a la altitud del fluido y la componente debida a la presión bajo la que se encuentre el fluido.

Para la aplicabilidad de esta ecuación tenemos que suponer varias condiciones. En primer lugar, la viscosidad o fricción interna de la línea de corriente es nula, por otro lado, el caudal lo consideramos constante y, por último, el flujo debe ser laminar e incomprensible.

2.2.1 Altura

La altura efectiva consiste en la altura que desarrolla el rodete menos las pérdidas hidráulicas en el interior de la bomba.

$$H = H_u - H_{r-int}$$

Ecuación 2- Altura 1

Haciendo uso de la ecuación de Bernoulli:

$$H = \frac{p_s - p_e}{\rho g} + z_s - z_e + \frac{c_s^2 - c_e^2}{2g} + H_{r-ext}$$

Ecuación 3-Altura 2

Donde H-r-ext comprenden las pérdidas primarias y secundarias de la instalación, que veremos más adelante.

2.2.2 Pérdidas y rendimiento

Todas las pérdidas de una bomba entre la entrada y salida de esta se clasifican en:

- Pérdidas hidráulicas

Tiene lugar tanto en la entrada como en la salida del rodete, en el rodete, en la corona directriz y en la caja espiral, se deben al rozamiento de superficie y rozamiento de forma del fluido a la circular dentro de la bomba.

$$\text{Rendimiento hidráulico } \eta_h = \frac{H}{H - H_{r-int}}$$

Ecuación 4- Rendimiento hidráulico

- Pérdidas volumétricas

Podemos diferenciar entre pérdidas exteriores, donde el fluido escapa por el juego entre la carcasa y el eje de la bomba, y pérdidas interiores, que dan lugar a un caudal de cortocircuito, que absorbe la energía del rodete.

Para reducir las pérdidas exteriores hacemos usos de elementos como prensaestopas o cierres mecánicos (juntas tóricas y fuelle elastómero).

$$\text{Rendimiento volumétrico } \eta_v = \frac{Q}{Q + q_e + q_i}$$

Ecuación 5- Rendimiento volumétrico

- Pérdidas mecánicas

Son las pérdidas más comunes en todas las máquinas en general, comprenden, pérdidas por rozamiento de los prensaestopas con el eje, pérdidas por rozamiento de los cojinetes, pérdidas en la transmisión y pérdidas por rozamiento de disco.

$$\text{Rendimiento mecánico } \eta_m = \frac{P_u}{P_a}$$

Ecuación 6- Rendimiento mecánico

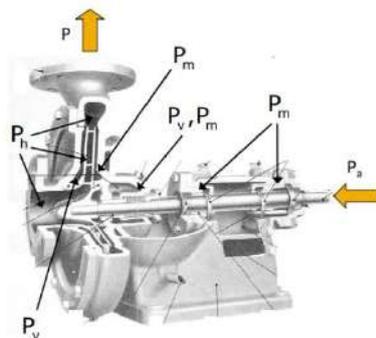


Ilustración 9-Esquema pérdidas y potencias 1

Estas pérdidas tendrán repercusión en nuestra instalación, la potencia que suministramos a la bomba disminuye a medida que el fluido avanza por el interior de esta. A continuación, podemos observar las fórmulas por las que se rigen estos rendimientos.

La potencia absorbida (P_a) o potencia de accionamiento es la potencia que el motor externo pone en el eje, dotando al mismo de un par y una velocidad angular.

$$P_a = M * \omega$$

Ecuación 7- Potencia accionamiento

Debido a las pérdidas mecánicas, como el rozamiento de los elementos rotativos, la potencia intercambiada en el rodete tiene la siguiente forma:

$$P_u = Q_{rod} * \rho * g * H$$

Ecuación 8- Potencia efectiva

Contando con las pérdidas hidráulicas, la potencia útil o efectiva la desarrollamos como:

$$P = Q * \rho * g * H$$

Ecuación 9- Potencia útil

Para calcular el rendimiento total:

$$\eta_t = \frac{P}{P_a} \text{ ó } \eta_t = \eta_h * \eta_m * \eta_v$$

Ecuación 10- Rendimiento total

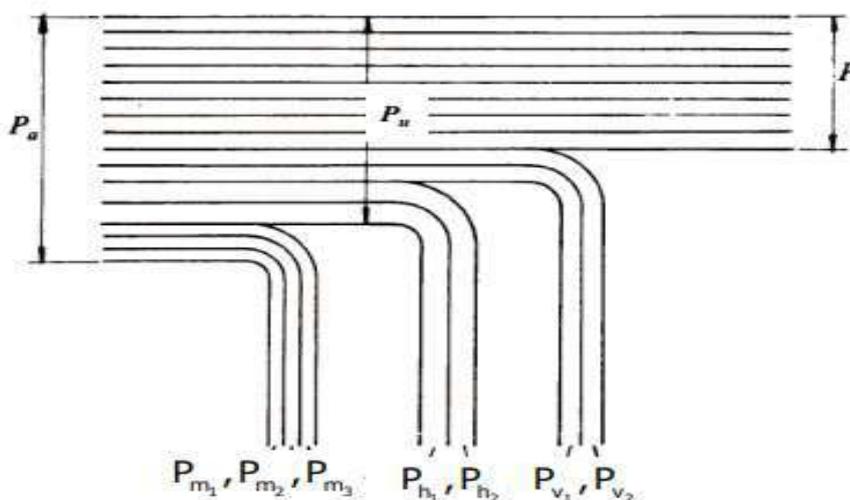


Ilustración 10-Esquema pérdidas y potencias 2

2.2.3 Curvas características

- Curva H-Q

Cuando seleccionamos una bomba, hay que tener en cuenta que independientemente de la instalación en la que se encuentre funcionando nuestra bomba, esta tiene una curva de funcionamiento que relaciona la altura dada y el caudal bombeado. Del mismo modo la instalación consta con una curva que relaciona estos parámetros que varía en función de las cotas y las pérdidas exteriores. Para poder hacer una selección óptima de todos los elementos a instalar tenemos que tener en cuenta estas curvas ya que nos permitirá conocer el punto donde estemos trabajando.

En el caso de la bomba la curva es una parábola negativa de la forma:

$$H = A - B * Q^2$$

Ecuación 11- Curva característica bomba

En el caso de la instalación la curva es una parábola positiva de la forma:

$$H = C + D * Q^2$$

Ecuación 12- Curva característica instalación

De esta forma, en el punto donde se encuentran estas dos gráficas corresponderá al punto de trabajo para dichas condiciones, que determinará tanto el caudal como la altura, este punto de trabajo se debe encontrar lo más próximo posible a nuestro punto de máximo rendimiento, determinado por su propia curva (η).

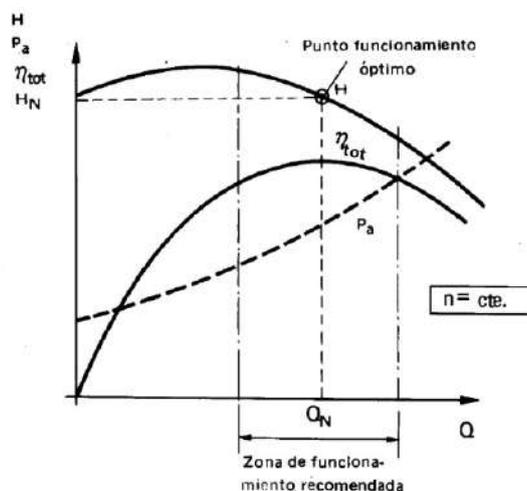


Ilustración 11-Curva H-Q

2.3 Otros elementos de una instalación hidráulica

Dentro de una instalación hidráulica son múltiples los elementos intermediarios que podemos o debemos instalar, en primera instancia, nosotros nos centraremos en las válvulas, tuberías y, al tratarse de una finca destinada al cultivo, surtidores.

2.3.1 Válvulas

Las válvulas son los elementos instalados en los sistemas de tuberías que permiten controlar el flujo del fluido de diferentes formas, tanto impidiendo el paso del fluido, como regulando su flujo. Además, cuando se realizan labores de mantenimiento el uso de válvulas de control sería una gran ventaja. Tipos de válvulas:

- Válvula de compuerta. En este tipo de válvulas, el órgano de cierre corta la vena fluida transversalmente. No se utilizan para regular flujo sino para aislarlo, o sea, abiertas o cerradas totalmente.
- Válvula de globo. El mecanismo de esta válvula consiste en un disco, accionado por un tornillo, que se empuja hacia abajo contra un asiento circular. Estas válvulas si se utilizan para regular o controlar el flujo en una tubería, aunque producen pérdidas de carga muy altas.
- Válvula check de sello y de retención. Estas válvulas se utilizan para dejar pasar el flujo en un solo sentido y se abren o cierran por sí solas en función de la dirección y presión del fluido.
- Válvula de esfera. Esta válvula tiene un asiento con un perfil esférico y en el se ajusta la bola y puede funcionar con la presión ejercida sobre ella por el fluido, o bien, mediante una manera que al girarse 90° se coloca en dirección de la tubería.

Por otro lado, el uso de válvulas provoca pérdidas de carga secundarias, como consecuencia del cambio de velocidad y presión que experimenta el fluido. Este tipo de pérdidas también se producen en codos, estrechamientos o ensanchamientos, y todas estas se rigen por la misma fórmula:

$$h_v = K * \frac{C^2}{2g}$$

Ecuación 13- Pérdidas secundarias

Donde:

Hv: pérdida de carga localizada.

K: coeficiente determinado para cada caso particular.

C: velocidad media del fluido para el caso singular.

G: valor de la fuerza de la gravedad.

De modo que, conociendo el tipo de válvula u otro de los casos singulares en el caso de que los haya, podemos calcular la pérdida que supondría en nuestra instalación con ayuda de la siguiente tabla que indica el coeficiente K:

Accesorio	Valor de K
Válvula esférica, totalmente abierta	10
Válvula de ángulo, totalmente abierta	5
Válvula de retención de <u>chameta</u>	2,5
Válvula de pie con colador	0,8
Válvula de compuerta, totalmente abierta	0,19
Codo de retroceso (codo en U)	2,2
Empalme en T normal	1,8
Codo de 90° normal	0,9
Codo de 90° de radio medio	0,75
Codo de 90° de radio grande	0,60
Codo de 45°	0,42

Tabla 1-Coeficiente K para diversos accesorios

2.3.2 Tuberías

Toda instalación consta de un conjunto de tuberías y conexiones de diferentes diámetros y diferentes materiales, que permiten alimentar y distribuir el fluido a todos los puntos y lugares de la obra que lo requiera, de manera que este líquido llegue en cantidad y presión adecuada.

A continuación, veremos los materiales de los que puede estar constituido toda o parte de estas tuberías:

- Tuberías de acero inoxidable, son las que tienen mayor resistencia entre los materiales férricos, su principal característica es que tienen gran resistencia a la corrosión, aunque tienen un mayor coste.
- Tuberías de acero, es un material de gran aplicación, sobre todo en la unión de las extremidades de las tuberías, su ventaja es su facilidad de colocación y su buen comportamiento al agua caliente.

- Tuberías de PVC, este material es muy resistente a productos corrosivos con un índice de dilatación térmica considerable, y de fácil aplicación. Tanto las altas temperaturas como las bajas afectan negativamente a este material, ya que lo hacen muy vulnerable a las fracturas.
- Tuberías de polietileno de baja densidad (PELD), se utiliza para el montaje de la red de riego principalmente, son más flexible y menos frágiles que el PVC por lo que se usan para las partes de la instalación que están al aire libre.
- Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD), son tubos más rígidos y duros que los de PELD, con mayor resistencia a temperaturas extremas y a agentes químicos.

Al igual que las válvulas, las tuberías provocan pérdidas de carga, que llamamos primarias, dentro de nuestra instalación hidráulica, estas se producen como consecuencia del rozamiento del fluido con las paredes del conducto. Un punto importante a la hora de seleccionar el material a usar es la rugosidad que este presenta, ya que será un factor sustancial.

Las pérdidas primarias en tuberías se rigen por la siguiente fórmula:

$$H_f = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

Ecuación 14- Pérdidas de carga primarias

Donde:

H_f: pérdida de carga asociada a una tubería de ciertas características.

f: factor de fricción de Darcy.

L: longitud de la tubería.

D: diámetro de la tubería.

v: velocidad del fluido.

g: valor de la fuerza de la gravedad

De este modo, conociendo el tipo régimen del fluido dentro de la tubería podríamos obtener el coeficiente de fricción, que depende del número de Reynolds como podemos observar a continuación:

Régimen	Coefficiente de fricción	Dependencia
Laminar	$f_{\text{laminar}} = \frac{64}{Re}$	$f_{\text{laminar}} = f(Re)$
Turbulento liso	$f_{\text{turbulento liso}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log\left(\frac{2,51}{Re\sqrt{f}}\right)$	$f_{\text{turbulento liso}} = f(Re)$
Turbulento intermedio	$f_{\text{turbulento intermedio}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \cdot \log\left(\frac{6,9}{Re} + \left(\frac{\varepsilon_r}{3,7}\right)^{1,11}\right)$	$f_{\text{turbulento intermedio}} = f(Re, \varepsilon_r)$
Turbulento rugoso	$f_{\text{turbulento rugoso}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log\left(\frac{\varepsilon_r}{3,7}\right)$	$f_{\text{turbulento rugoso}} = f(\varepsilon_r)$

Tabla 2- Coeficiente de Darcy

2.3.3 Surtidores

Los surtidores son los elementos que reparten el agua a las plantas y, en general, es la parte visible de un sistema de riego. Existen diferentes tipos de surtidores especializados para los distintos tipos de aplicaciones como aspersores de impacto, rociadores, micro aspersores y goteros.

- Aspersores de impacto:

Este tipo de aspersor es adecuado para regar zonas amplias, ya que permite regar a una distancia de 10 a 12 metros. Este tipo de aspersor lanza un chorro de agua que va girando para cubrir la zona que debe regar.

- Rociadores:

Este tipo de rociadores es el ideal para zonas medianas, ya que poseen un alcance de 3,5 a 4,5 metros. Van montados sobre un tubo a cierta altura, de modo que el flujo de agua no sea interrumpido por plantas.

- **Micro aspersores:**

Este tipo de rociador es una buena alternativa para zonas pequeñas, rincones y zonas con alta densidad de plantas, ya que poseen un alcance de alrededor de un metro. Aunque se pueden instalar sobre un tubo de manera similar a los rociadores de arbustos, suele ser más práctico insertarlos sobre una manguera de polietileno negra que queda camuflada entre las plantas.

- **Goterros regulables:**

Este tipo de emisor permite mojar una zona pequeña zona a su alrededor y puede ser bastante útil para regar tazas de árboles, y jardineras demasiado pequeñas como para emplear micro aspersores. El caudal de este tipo de gotero se regula girando la pieza que se encuentra en su parte superior.

- **Goterros auto compensados:**

Este tipo de emisor entrega un caudal muy pequeño, que deja una pequeña poza debajo del mismo. Como el flujo entregado es pequeño, se puede colocar un número importante de goteros en un mismo circuito, aunque necesitan de un tiempo de riego bastante mayor que otros tipos de emisores. Por otra parte, como la superficie mojada es muy pequeña, se reduce la pérdida de agua por evaporación y se reduce el desarrollo de malezas.

2.4 Fuentes de alimentación de energía

La fuente de energía será la encargada de aportar la potencia necesaria para un funcionamiento adecuado de la bomba. Hay diferentes formas aplicables hoy en día, a continuación, se muestran algunas de ellas.

2.4.1 Generador eléctrico

Se define como aquel dispositivo que convierten en energía eléctrica la energía de otra naturaleza. La energía de partida puede ser de varios tipos como química, mecánica, térmica y electromagnética, entre otros, aunque en nuestro caso nos interesa centrarnos en los generadores diésel que suelen ser más frecuentes en este tipo de instalaciones.

El generador diésel es interesante instalarlo en aquellos lugares en los que no tenemos disponible una red de alimentación o para eventos temporales que requieren un suministro de energía. Consta de un motor térmico que acciona un alternador, que es el encargado de transformar la energía mecánica en energía eléctrica, y, un motor de combustión interna alimentado por el combustible.

Encuentran amplio uso en las locomotoras, equipos de construcción, automóviles, y un sin número de aplicaciones industriales. Su ámbito se extiende a casi todas las industrias. Los motores diésel industriales y los generadores eléctricos alimentados a diésel tienen una construcción, la marina, la minería, el hospital, la silvicultura, las telecomunicaciones, el metro, y las aplicaciones agrícolas, para nombrar unos pocos.

Existen varios tipos de combustibles que pueden ser utilizados para los generadores eléctricos. Sin embargo, es visto que el generador diésel es normalmente la elección del usuario. Esto se debe a su capacidad de ser a la vez muy portable y potente que la hace conveniente para una amplia gama de usos. Además de estas características también existe la ventaja de ser confiable. El generador diésel es de lejos el más económico generador eléctrico global. Los generadores diésel también pueden requerir un mayor depósito de combustible, pero esto es mucho más seguro de almacenar que la gasolina.

2.4.2 Bombeo solar

La energía solar fotovoltaica consiste en una fuente energía de origen renovable que produce electricidad a partir de la radiación solar mediante células fotovoltaicas. Es una energía que no tiene ningún tipo de producción de polución, evitando la emisión de gases de efecto invernadero.

Este sistema de bombeo solar consiste en la alimentación de una bomba hidráulica mediante paneles solares fotovoltaicos, en vez de ser abastecida por un motor eléctrico o de diésel.

Podemos instalar tanto bombas de corriente alterna como de corriente continua, se suelen usar la segunda opción, ya que el uso de corriente alterna implicaría la instalación de inversores lo cual aumentaría los costes. En ambos casos sería posible usar baterías acumuladoras de energía, aunque no se aconseja, debido a sus costes a corto y largo plazo. Para dimensionar los sistemas de bombeos se necesitan principalmente los datos de irradiación solar, altura y caudal.

A continuación, podemos observar un esquema básico de un ejemplo de instalación de bombeo de agua de un pozo al exterior:

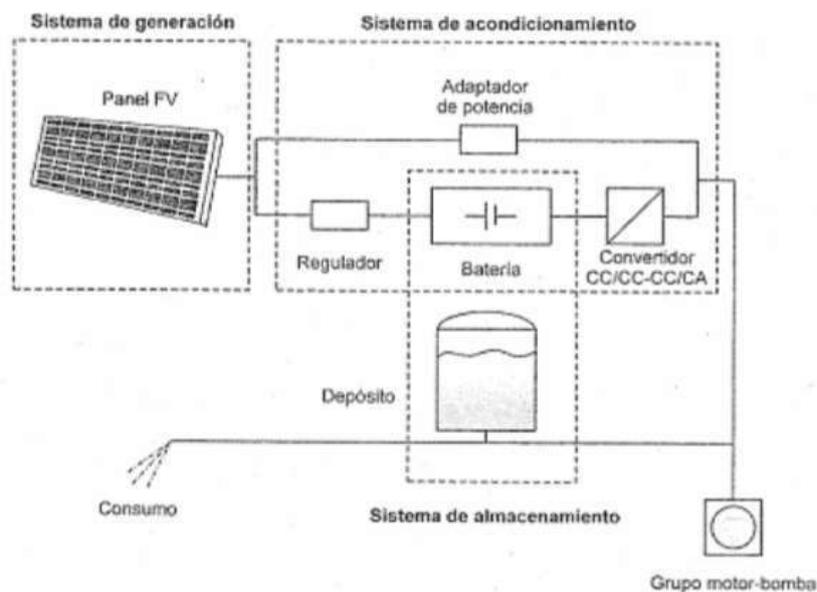


Ilustración 12- Sistema bombeo solar

Con los últimos avances en este ámbito, se dice que la inversión será amortizada en unos 5 años, con una vida útil de 25 años, contaríamos con 20 años de uso a coste cero.

Una ventaja de esta forma de bombeo es que podemos administrar el espacio requerido de forma muy eficiente, sin causar un gran impacto medioambiental y casi pudiendo llegar a ser una instalación autónoma desde el momento de su puesta en marcha debido a los avances tecnológicos.

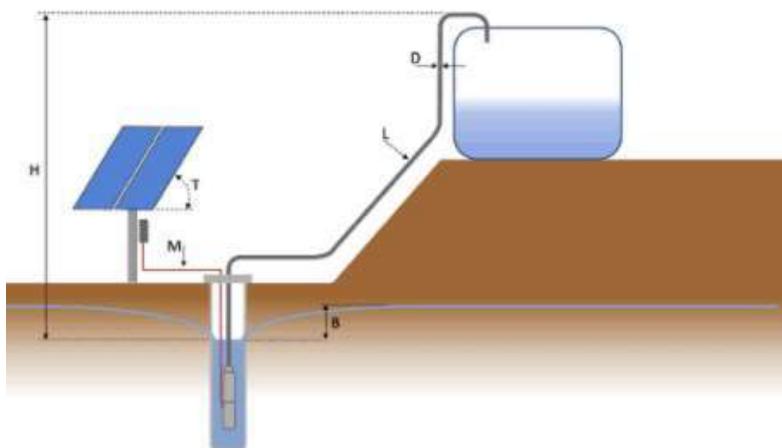


Ilustración 13- Instalación fotovoltaica

2.4.3 Red eléctrica

Como sabemos, se trata de la red interconectada que suministra electricidad desde los proveedores hasta los consumidores. La distribución de esta energía se realiza en dos etapas, en la primera, se parte de las subestaciones de transformación, las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 y 132 kV. La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha, con tensiones de funcionamiento de 3 a 30 kV y con una disposición en red radial. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación.

3. Diseño

3.1 Datos de partida

Para comenzar el proceso de selección de los elementos que conformarán la instalación se expondrá de manera detallada la información con la que se cuenta actualmente.

Como ya se ha comentado anteriormente, nuestra finca cuenta con dos pozos separados por unos 380 metros. Además, analizaremos datos sobre el terreno, estudio de los datos de precipitación y, por si fuese necesario, información de la radiación solar de la zona para una posible estación de bombeo.

3.1.1 Pozos

Actualmente, la finca cuenta con dos pozos, distanciados 380 metros, por ahora no se quiere realizar ningún tipo de obra o estudio para ampliar los pozos existentes o construir nuevos.



Ilustración 14- Ubicación pozos

A continuación, se muestran la ubicación exacta:

Pozo 1: Latitud $36^{\circ}40'6.53''\text{N}$, Longitud $5^{\circ}59'40.90''\text{O}$.



Ilustración 15- Pozo 1

Pozo 2: Latitud $36^{\circ}40'16.00''\text{N}$, Longitud $5^{\circ}59'50.71''\text{O}$.



Ilustración 16- Pozo 2

Ambos pozos tienen mismas dimensiones geométricas, cuentan con una profundidad de 11 metros y un diámetro de 1,5 metros, esto implica un volumen total individual de 19438 litros. Estos datos se pueden consultar también en el documento referente a los planos.

3.1.2 Depósito

Se dispone de un depósito de 100.000 litros de capacidad, situado en el punto de cota más alta de la finca, donde se almacenará el agua proveniente de los pozos y posteriormente repartirá esta por todo el terreno.

Depósito: Latitud 36°40'20.00"N, Longitud 6° 0'1.70"O.



Ilustración 17- Ubicación depósito

A continuación, se muestra una imagen detallada:



Ilustración 18- Depósito

- Podemos observar en la imagen anterior la válvula de salida del depósito, estos son datos adicionales que podemos usar para calcular información relacionada con la salida del fluido y entrada a la tubería.



Ilustración 19- Válvula salida depósito

3.1.3 Terreno

Andalucía es una de las comunidades autónomas más fértiles que existen, destaca por las plantaciones de olivar, almendro y sobre todo frutales como el almendro o el limonero. Concretamente nos encontramos en la zona de Depresión Bética, que suelen ser espacios para el desarrollo de suelos ricos, grandes extensiones de cultivos y gran capacidad agronómica.

3.1.4 Pluviometría

Es importante tener en cuenta los estudios y datos de precipitaciones ya que estas nos ayudarán a dimensionar nuestra instalación, tiene especial importancia para las zonas agrícolas tanto a nivel de ahorro económico como frente a posibles inundaciones que se puedan dar por la forma del terreno. Además de la cantidad precipitada, es fundamental conocer el tipo de fenómeno.

Contamos con los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología. Para nuestro tipo de cultivo nos interesa conocer datos de los meses de verano, por una parte, por que se trata de la época en la cual el cultivo necesita mayores cantidades de agua, por otra parte, suelen ser meses con pocas precipitaciones. De esta manera los meses Junio, Julio y Agosto serán los puntos más desfavorables a la hora de dimensionar toda la instalación.

Junio:

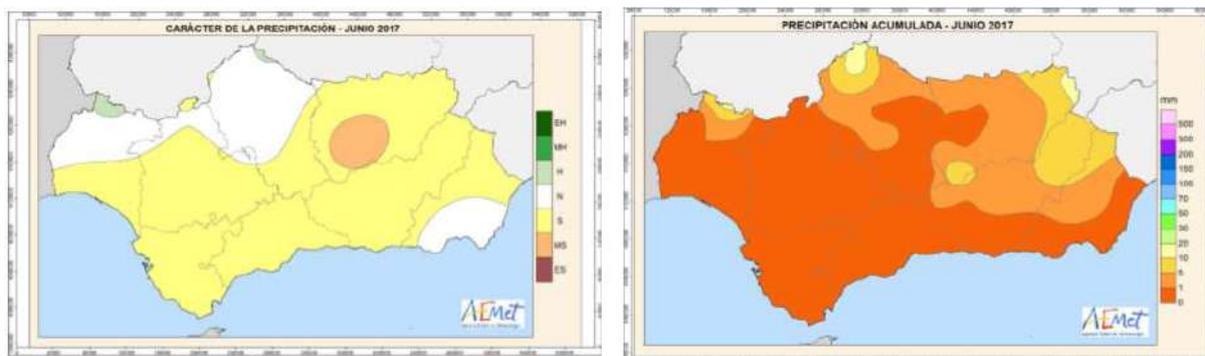


Tabla 3- Avance climático Junio

Julio:

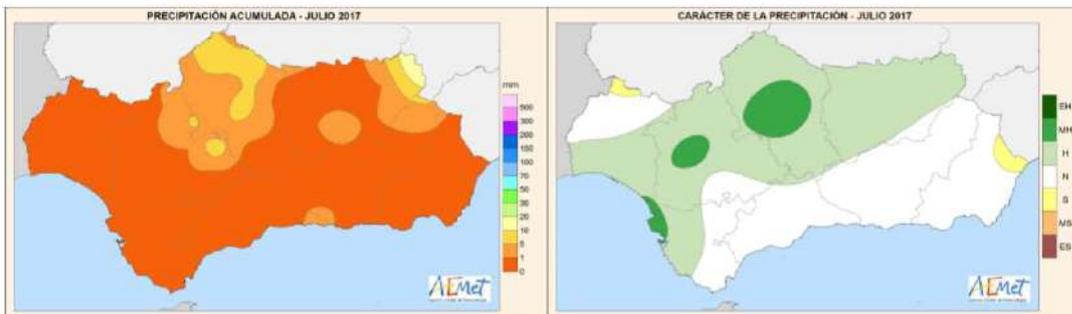


Tabla 4- Avance climatológico Julio

Agosto:

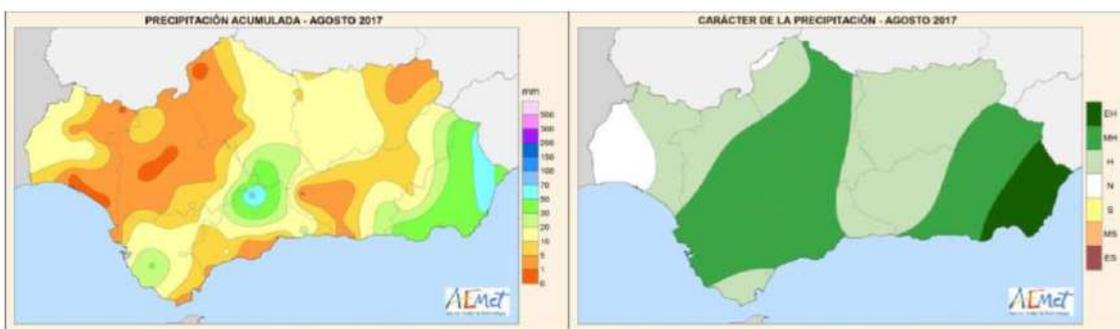


Tabla 5- Avance climatológico Agosto

En resumen, los meses de verano se caracterizan por un nivel neutro en el carácter de precipitación, pero con niveles de precipitación acumulada casi nulos. De esta forma, no consideraremos ningún dato de este tipo a la hora de dimensionar nuestra instalación. En el caso contrario de que aumentasen las precipitaciones no se varían afectados los costes, si no que sería beneficioso para el cultivo.

3.1.5 Radiación solar

Para poder efectuar el diseño de la instalación es necesario conocer la radiación del lugar, para ello disponemos de tablas de radiación solar de nuestro emplazamiento. Como en el apartado anterior, analizaremos los datos correspondientes a los meses de verano ya que se trata a la época en la que se necesitará más energía.

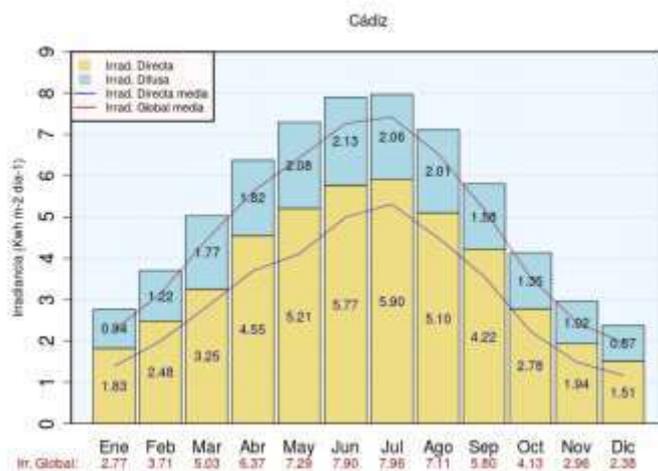


Tabla 6- Irradiancias Global, Directa y Difusa

Como podemos observar, la instalación de un sistema de bombeo alimentado por energía solar podría ser eficiente gracias a las buenas condiciones que tiene toda la provincia para ello.

3.2 Parámetros de diseño

Pasamos a determinar los parámetros principales a la hora de diseñar una instalación hidráulica, altura y caudal.

3.2.1 Altura impulsión

Teniendo en cuenta todo lo anterior, haciendo uso del programa ABSEL obtenemos la altura de impulsión a la que trabajaremos.

A continuación, queda definida la altura de impulsión para cada pozo, compuesto de la altura geométrica y las pérdidas de carga. Todo está referenciado al documento “Cálculos”.

- Pozo 1

Altura impulsión: 25,53 metros (aprox, las cotas del nivel de agua de depósito y pozo, y la profundidad de la bomba puede variar).

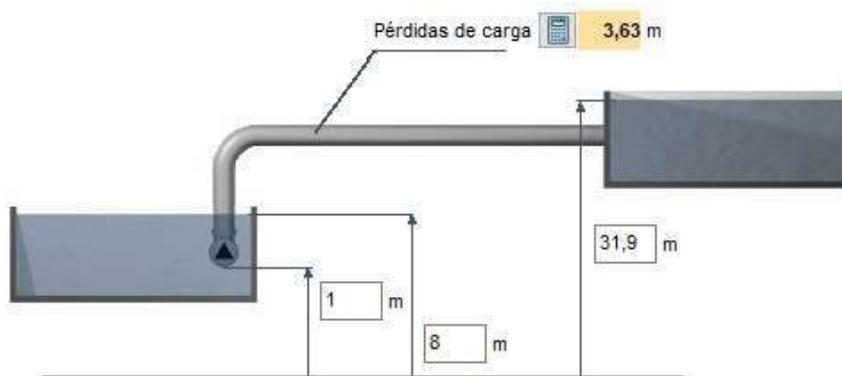


Ilustración 20- Esquema instalación 1

- Pozo 2

Altura impulsión: 15,53 metros (aprox, las cotas del nivel de agua de depósito y pozo, y la profundidad de la bomba puede variar).

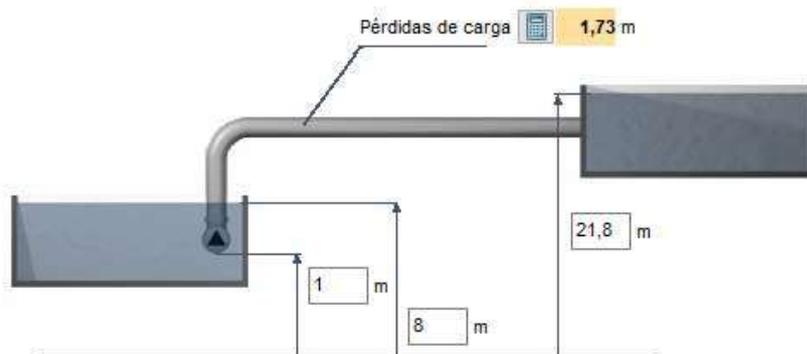


Ilustración 21-Esquema instalación 2

3.2.2 Caudal recuperación

Para la determinación del caudal que será bombeado por ambos pozos, los cuales tras estos dieron resultados muy similares, se realizó una prueba en la que el dato a considerar fue la capacidad de recuperación del nivel estático del agua. Los pozos tienen anillas en las paredes separadas 1 metros respectivamente, lo cual equivale a un volumen de 1760 litros, durante la prueba se observó que el tiempo de recuperación para cada anilla es de 57 minutos. De este modo:

Volumen anilla	Tiempo de recuperación	Caudal recuperado	Caudal recuperado total
1,76 m ³	56 min	1885 l/h	3770 l/h

Tabla 7- Cálculo recuperación caudal

4. Selección final y presupuesto

4.1 Tuberías

A la hora de calcular la longitud necesaria hemos sobredimensionado usando un factor de corrección por si se produce algún error o avería en la misma.

Pozo	Distancia Individual	Distancia total	Material	Diámetro	€/metro	Precio (€)
1	706,02 metros	1034 metros	PVC	80mm	3	3102
2	328,02 metros					

Tabla 8- Selección tuberías

4.2 Válvulas y otros elementos

Hemos seleccionado las siguientes válvulas, añadiremos una de repuesto de cada tipo para labores de mantenimiento o averías.

Tipo	Cantidad	Nombre	Código	DN	€/ud.	Precio€
Cierre	3	MARIPOSA WAFER CONCÉNTRICA AVK	820-0080	80mm	170	510
Seguridad	3	WAFER RETENCION CLAPETA PARTIDA	-	80mm	87	261
Adaptador	2	UNIÓN MULTIDIÁMETRO	Serie 635/00	69-91mm	244	488

Tabla 9- Selección válvulas

4.3 Bombas

- Pozo 1

Modelo	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Cantidad	Precio €
XJ 25 HD	3,328	26,57	1,2342	19,57	1	6200

Tabla 10- Selección final Bomba 1

- Pozo 2

Modelo	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Cantidad	Precio €
J 15 D/DKS	3,8	18,5	0,769	25,82	1	4000

Tabla 11- Selección final Bomba 2

- Repuesto

Hemos presupuestado de mismo modo una bomba reemplazable en cualquiera de las dos instalaciones en el caso de que se lleven a cabo tareas de mantenimiento o avería de alguna.

Modelo	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Cantidad	Precio €
XJ 25 HD	-	-	-	-	1	6200

Tabla 12- Selección bomba repuesto

4.4 Costes finales

Los costes asociados a los elementos como bombas, tuberías y válvulas se reúnen en el apartado de costes iniciales, mientras que lo demás costes derivados están más detallados en el apartado de Presupuesto.

Coste	Precio €
Inicial	23550
Instalación	1960
Energético	3796
Avería	2400
Ambiental	10000
Retirada	1120
Total	42826

Tabla 13- Resumen Costes



DOCUMENTO II

CÁLCULOS

II. CÁLCULOS

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Cálculos de tuberías	1
1.1 Características de las tuberías	1
1.2 Cálculos de la longitud	1
1.3 Cálculos del diámetro	2
1.4 Pérdidas de carga	2
2. Cálculos altura	4
2.1 Altura geométrica	4
2.2 Altura por pérdidas	5
2.3 Altura de impulsión	7
3. Cálculos de la bomba	9
3.1 Caudal por bomba	9
3.2 Puntos de trabajo	9
3.3 Primer acercamiento	11
3.4 Segundo acercamiento	12
3.4.1 Información bombas preseleccionadas	13
3.5 Nuevo punto de trabajo	17
4. Selección de válvulas y otros elementos	19
4.1 Estudio de válvulas necesarias	19
4.2 Válvulas de cierre	20
4.3 Válvulas de seguridad	21
4.4 Otros elementos	22
4.4.1 Bridas y juntas	22
4.4.2 Adaptadores	22
5. Selección final	23
5.1 Tubería	23
5.2 Válvulas	23
5.3 Bombas	24

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Distancia Pozo1-Depósito.....	4
Ilustración 2- Distancia Pozo2-Depósito.....	5
Ilustración 3- Esquema instalación 1.....	7
Ilustración 4- Esquema instalación 2.....	7
Ilustración 5- Curva XJ 25 HD.....	13
Ilustración 6- Curva J 24 HD.....	14
Ilustración 7- Curva J 15 D/DKS.....	15
Ilustración 8- Curva J 12 D/DKS.....	16
Ilustración 9- Válvula de cierre.....	20
Ilustración 10- Válvula de seguridad.....	21
Ilustración 11- Adaptador tubería.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Características tuberías.....	1
Tabla 2- Cálculos longitud tuberías.....	1
Tabla 3- Cálculo pérdidas tuberías 1.....	2
Tabla 4- Cálculo pérdidas tuberías 2.....	3
Tabla 5- Altura geométrica 1.....	4
Tabla 6- Altura geométrica 2.....	5
Tabla 7- Altura pérdidas.....	5
Tabla 8- Estudio diámetros.....	6
Tabla 9- Altura impulsión.....	8
Tabla 10- Cálculo caudal bomba.....	9
Tabla 11- Datos de fluido.....	9
Tabla 12- Clase de circuito.....	10
Tabla 13- Punto de trabajo 1.....	10
Tabla 14- Punto de trabajo 2.....	10
Tabla 15- Primer acercamiento 1.....	11
Tabla 16- Primer acercamiento 2.....	11
Tabla 17- Segundo acercamiento 1.....	12
Tabla 18- Segundo acercamiento 2.....	12
Tabla 19- Punto de trabajo alternativo.....	17
Tabla 20- Punto de trabajo alternativo 1.....	17
Tabla 21- Punto de trabajo alternativo 2.....	18
Tabla 22- Selección final tubería.....	23
Tabla 23- Selección final válvula.....	23
Tabla 24- Selección final Bomba 1.....	24
Tabla 25- Selección final Bomba 2.....	24

1. Cálculos de tuberías

A continuación, dimensionaremos las tuberías que usaremos en nuestra instalación, tanto el material, la longitud total y el diámetro de estas. A partir de aquí, calcularemos la altura por pérdida que usaremos para seleccionar nuestras bombas.

1.1 Características de las tuberías

Por un lado, las tuberías serán de PVC, este material presenta muchas ventajas frente a otros compuestos. Su instalación es muy simple, puede ser enterrado, presentan una resistencia excelente a la corrosión interna/externa y a la tracción/impacto. Esto implica que, el agua no se verá afectada por ningún olor o sabor, nuestra instalación aguantará grandes presiones, altas temperaturas y hasta el fuego, al no ser combustible.

Se ha descartado el polietileno de alta densidad ya que nos supondría un precio mayor de material, tiene buenas características y podría ser instalado en un futuro a elección del cliente.

En resumen:

Material	k/mm	€/metro
PVC	0,04	3

Tabla 1- Características tuberías

1.2 Cálculos de la longitud

Continuamos calculando la longitud para ambos tramos:

Pozo	Altura Pozo	Distancia Pozo-Depósito	Altura Depósito	Factor Corrección	Distancia Total
1	10	660	2,4	1,05	706,02 metros
2	10	300	2,4	1,05	328,02 metros

Tabla 2- Cálculos longitud tuberías

1.3 Cálculos del diámetro

Para el cálculo de pérdidas de carga, usaremos diferentes diámetros, en primera instancia estudiaremos la instalación con el diámetro mínimo a instalar, 50mm, a partir de ahí veremos si el hecho de aumentar dicho diámetro tiene mucha repercusión en la altura final de impulsión a la que trabajará la bomba.

1.4 Pérdidas de carga

No debemos despreciar las pérdidas que se producen en los conductos de nuestra instalación, de modo que, procedemos a establecer los elementos que probablemente usaremos.

En primer lugar, seleccionamos dos codos, que posiblemente necesitamos a la salida del pozo y entrada al depósito. Además, habrá zonas donde hay que acoplar salidas de diferentes diámetros, como empalmes de bomba-tubería o válvula-tubería, por eso, seleccionamos dos elementos de ampliación. El elemento más relevante para este apartado será la tubería, hemos usado un coeficiente referente a PVC-nuevo, y, cuyas pérdidas vienen dadas también por el caudal que definamos. Por último, acoplamos dos válvulas diferentes, las características no son las exactas ya que las definiremos más adelante, pero nos ayudan a dar una idea del orden de magnitud.

- Pozo 1

Denominación					Cant.	Hv / m
↷ Codo 90° (R/D=1); Radio del codo: 50 mm; Ángulo: 90°	Di / mm 50	R / mm 50	δ / ° 90	ζ 0,6433	2	0,01326
≡ Ampliación, 16°; DI2: 50 mm	Di / mm 30	DI2 / mm 50		ζ 0,14	2	0,02097
≡ Tubería: Diámetro interno: 50 mm	Di / mm 50	k / mm 0.015	v / m/s 0,4364	L / m 706	1	3,57
⊘ Válvula de compuerta plana	Di / mm 32			ζ 0,3	1	0,01736
⊘ Pieza en T	Di / mm 32			ζ 0,2	1	0,01157

Tabla 3- Cálculo pérdidas tuberías 1

Hv Total: 3,63 metros

- Pozo 2

Denominación					Cant.	Hv / m
↷ Codo 90° (R/D=1); Radio del codo: 50 mm; Ángulo: 90°	Di / mm 50	R / mm 50	θ / ° 90	ζ 0,6433	2	0,01326
≡ Ampliación, 16°; Di2: 50 mm	Di / mm 30	Di2 / mm 50		ζ 0,14	2	0,02097
— Tubería; Diámetro interno: 50 mm	Di / mm 50	k / mm 0,015	v / m/s 0,4364	L / m 329	1	1,664
⊘ Válvula de compuerta plana	Di / mm 32			ζ 0,3	1	0,01736
⊘ Pieza en T	Di / mm 32			ζ 0,2	1	0,01157

Tabla 4- Cálculo pérdidas tuberías 2

Hv Total: 1,73 metros

2. Cálculos altura

2.1 Altura geométrica

En primer lugar, determinamos la profundidad a la que se producirá la absorción de agua en los pozos, al tener dimensiones muy similares seleccionamos una para ambas, que será aproximadamente 10-11 metros.

Por otra parte, los pozos se encuentran en cotas diferentes de modo que los analizaremos por separado.

Además, tenemos que sumar la altura del depósito de 2,4 metros.

Según información del propietario se debe considerar un desnivel medio para todo el terreno de:

$$D_m = 2,8\%$$

- Altura Pozo 1

Distancia Depósito- Pozo	Desnivel	Altura	Altura+Depósito+Pozo
660 metros	2,8%	18,48 metros	31,88 metros

Tabla 5- Altura geométrica 1



Ilustración 1- Distancia Pozo1-Depósito

- Altura Pozo 2

Distancia Depósito- Pozo	Desnivel	Altura	Altura+Depósito+Pozo
300 metros	2,8%	8,4 metros	21,8 metros

Tabla 6- Altura geométrica 2



Ilustración 2- Distancia Pozo2-Depósito

2.2 Altura por pérdidas

La altura debida pérdidas, la hemos explicado en el apartado “1.3 Pérdidas de carga”. A continuación, se muestra una tabla resumen de estos datos, que serán necesarios para conocer la altura de impulsión.

Pozo	Altura por pérdidas
1	3,63 metros
2	1,73 metros

Tabla 7- Altura pérdidas

A continuación, estudiaremos como varía la altura de impulsión en los casos de usar diámetros de tuberías superiores, en concreto de 60mm y 80mm.

Pozo	Diámetro	Pérdidas	Diferencia Cotas	Altura Impulsión	Diferencia (bruta)	Variación (%)
1	50 mm	3,63	21,88 metros	25,5	0	0 %
	60 mm	2,75		24,6	- 0,9	- 3,5 %
	80 mm	0,95		22,8	- 2,7	- 10,5 %
2	50 mm	1,73	11,8 metros	13,5	0	0 %
	60 mm	1,22		13	- 0,5	- 3,7 %
	80 mm	0,35		12,15	- 1,35	- 10%

Tabla 8- Estudio diámetros

A la vista de los datos anteriores, vemos necesario estudiar que efectos tendría sobre nuestra instalación el hecho de dimensionar las tuberías con un diámetro de 80 mm. Será necesario comparar el rendimiento hidráulico de la bomba así como la diferencia de costes entre aumentar/disminuir tubería y aumentar/disminuir bomba.

2.3 Altura de impulsión

Este apartado será el que necesitamos para poder elegir nuestra bomba de la forma más eficiente. La altura de impulsión está constituida por la diferencia de cotas entre los niveles de agua de pozo y depósito junto a las pérdidas que se producen en nuestra instalación.

- Pozo 1

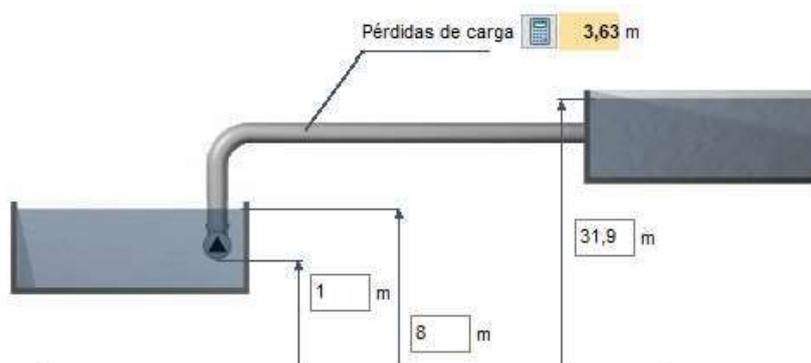


Ilustración 3- Esquema instalación 1

- Pozo 2

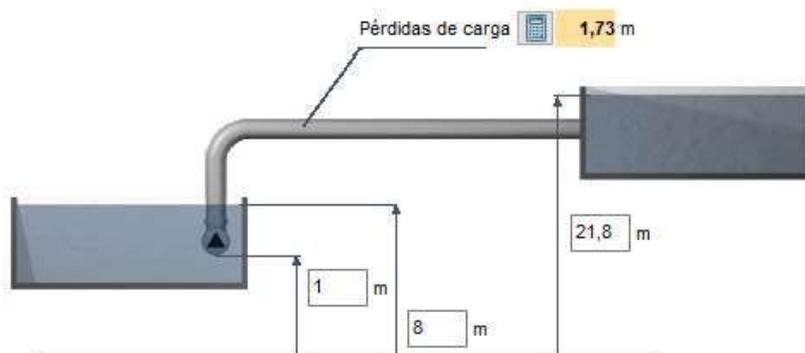


Ilustración 4- Esquema instalación 2

A continuación, se muestra una tabla resumen con los datos referentes a las diferentes alturas.

Recordamos que estos datos pueden sufrir variaciones, ya que la diferencia de cotas en los niveles de agua de pozo y depósito pueden variar, al igual que la profundidad a la que colocaremos la bomba.

Pozo	Altura geométrica (+)	Altura por pérdidas (+)	Altura estática pozo (-)	Altura de impulsión
1	31,88 metros	3,63 metros	10 metros	25,53 metros
2	21,8 metros	1,73 metros	10 metros	13,53 metros

Tabla 9- Altura impulsión

Para el cálculo anterior, no tenemos en cuenta la profundidad del pozo, que, si viene incluida en la altura geométrica, pero no usamos para calcular la altura de impulsión. Por contrario, tenemos que añadir 3 o 4 metros, que consideramos será el nivel estático medio del agua de pozo por debajo del nivel del suelo.

3. Cálculos de la bomba

3.1 Caudal por bomba

Ya conocemos la capacidad media que tienen nuestros pozos para recuperar cierto volumen de agua, de modo que, calculamos el caudal para que las bombas estén funcionando por encima de ese ritmo, con esto conseguimos que, las bombas no estén funcionando durante todo el día y que una de las dos bombas esté funcionando si fuese necesario en ese momento. Colocaremos mecanismos con señales tanto en pozos como depósito para controlar el arranque y el apagado de las bombas cuando sea necesario.

En nuestro caso el pozo tiene una profundidad aproximada de 11 metros, en la última visita se encontraba lleno a nivel de superficie, aunque en condiciones normales, se establece unos 2 metros por debajo y, teniendo en cuenta el margen de la bomba, podemos trabajar con unos 7 u 8 metros pozo. Es decir, un volumen aproximado de 14300 litros. Para nuestro caso, dimensionamos las bombas para que funcionen un tiempo aproximado de 12 horas hasta que se paren.

Volumen Disponible	Tiempo de uso	Capacidad de recuperación	Caudal bajada	Caudal bomba
14300 litros	12 horas	1885 litros/hora	1200 litros/hora	3085 litros/hora

Tabla 10- Cálculo caudal bomba

3.2 Puntos de trabajo

Para empezar, definimos los datos de fluido:

Datos de fluidos		
★ Fluido	Agua limpia	
★ Temperatura	20	°C
★ Densidad	998,2	kg/m ³
★ Relación de densidad	0,9982	
★ Viscosidad	1	mm ² /s
★ Viscosidad dinámica	0,9986	mPa s
Concentración	100	%
Valor pH	7	

Tabla 11- Datos de fluido

Definimos la clase de circuito, que, en primera instancia, será el siguiente:

Clase de circuito	
Tipo de instalación	Bomba simple

Tabla 12- Clase de circuito

Por último, especificamos los datos de trabajo para ambos casos:

- Pozo 1

Datos de trabajo		
Denominación del punto de trabajo	A1	
★ Caudal	3,085	m ³ /h
★ Caudal másico	3080	kg/h
★ Altura impulsión	25,53	m
★ Presión de impulsión	0,25	MPa

Tabla 13- Punto de trabajo 1

- Pozo 2

Datos de trabajo		
Denominación del punto de trabajo	A1	
★ Caudal	3,085	m ³ /h
★ Caudal másico	3080	kg/h
★ Altura impulsión	13,53	m
★ Presión de impulsión	0,1325	MPa

Tabla 14- Punto de trabajo 2

3.3 Primer acercamiento

En primer lugar, seleccionamos la categoría de bomba que nos interesa, en nuestro caso, seleccionamos “Dewatering”.

A partir de los resultados obtenidos, procedemos a descartar opciones que no nos interesen. Tenemos que tener en cuenta que este proyecto está en plena construcción, es decir, la inversión ha sido importante y no se tienen ingresos actualmente. De este modo, intentaremos buscar una relación calidad-precio, ya que la potencia consumida no será relevante si decidimos instalar paneles fotovoltaicos.

- Pozo 1

Modelo Recomendado	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Precio (€)
XJ 25 HD	3,15	26,58	1,233	18,69	6200
JC 24 HD	3,018	24,42	1,271	14,73	5500
J 24 HD	3,018	24,42	1,271	14,73	5200

Tabla 15- Primer acercamiento 1

- Pozo 2

Modelo Recomendado	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Precio (€)
J 15 D/DKS	3,611	18,55	0,75	25,04	4000
J 12 D/DKS	3,927	15,36	0,54	24,53	3000
J 5 W	3,338	17,97	0,7	23,57	2800

Tabla 16- Primer acercamiento 2

En base a estos datos, hemos realizado un descarte en ambas instalaciones. En el pozo 1 no nos interesa trabajar con la JC 24 HD, ya que nos ofrece unas características técnicas muy similares a la J 24 HD por un precio superior, de modo que, estudiaremos los casos de la J 24 HD y XJ 25 HD. En el pozo 2, analizaremos el funcionamiento de las J 12 y J 15 D/DKS.

3.4 Segundo acercamiento

A continuación, se muestra las bombas preseleccionadas, se estudiará más a fondo sobre la información disponible de las mismas y, por último, como variaría el rendimiento y otros parámetros si trabajamos con alturas distintas.

- Pozo 1

Modelo Recomendado	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Precio (€)
XJ 25 HD	3,15	26,58	1,233	18,69	6200
J 24 HD	3,018	24,42	1,271	14,73	5200

Tabla 17- Segundo acercamiento 1

- Pozo 2

Modelo Recomendado	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Precio (€)
J 15 D/DKS	3,611	18,55	0,75	25,04	4000
J 12 D/DKS	3,927	15,36	0,54	24,53	3000

Tabla 18- Segundo acercamiento 2

3.4.1 Información bombas preseleccionadas

- XJ 25 HD

La bomba de achique sumergible XJ 25 es idónea para bombear aguas limpias y sucias mezcladas con tierra. Las bombas que lleven integrada la unidad AquaTronic tendrán siempre asegurado el sentido de giro correcto del impulsor, lo que garantiza el máximo rendimiento y un reducido desgaste. 50 Hz: altura máxima 26 metros, caudal máximo 19 l/s. 60 Hz: altura máxima 30 metros (98 pies), caudal máximo 20 l/s.

El contactor integrado conectado a las sondas térmicas protege el motor de sobrecalentamiento. Las bombas equipadas con la unidad electrónica AquaTronic ajustan la secuencia de fases incorrecta, garantizando el sentido de giro correcto del impulsor. Su doble carcasa exterior y una buena disipación del calor permiten que trabaje en servicio continuo con bajos niveles de líquido, o incluso en seco, sin dañar el motor. El diseño de la bomba, su construcción robusta y materiales de la más alta calidad garantizan una excelente resistencia al desgaste. El diseño modular de esta gama de bombas reduce los costes de mantenimiento garantizando la máxima disponibilidad de la bomba con un reducido stock de piezas de repuesto.

Con la unidad AquaTronic integrada es posible comprobar rápidamente el estado de la bomba, sin necesidad de desmontarla, a través de su software de mantenimiento.

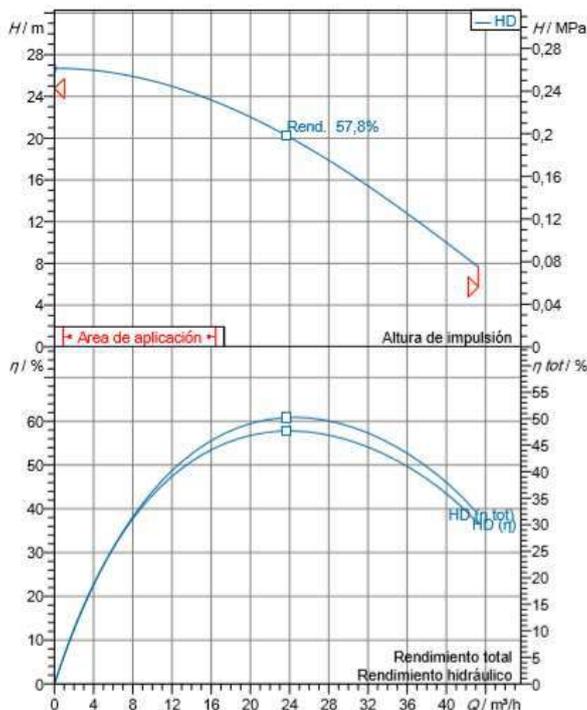


Ilustración 5- Curva XJ 25 HD

- J 24 HD

Bombas sumergibles y transportables para el sector de la construcción, diseñadas para el drenaje de aguas abrasivas procedentes de obras de edificación, minas, barcos, puertos y zonas inundadas. La bomba está equipada para arranque inmediato mediante enchufe y proporciona una eficaz protección en funcionamiento en seco gracias a su camisa de refrigeración de diseño robusto. De peso ligero para facilitar su transporte y poco mantenimiento gracias a su sistema modular que simplifica cualquier servicio sobre la bomba. La bomba ofrece un funcionamiento fiable en condiciones de trabajo duras con piezas de desgaste ajustable recubiertas de goma e impulsor abierto de varios canales en fundición blanca. Se utiliza aceite inocuo para el medio ambiente. Caudales hasta 230 m³/h y altura máxima de 68 metros.

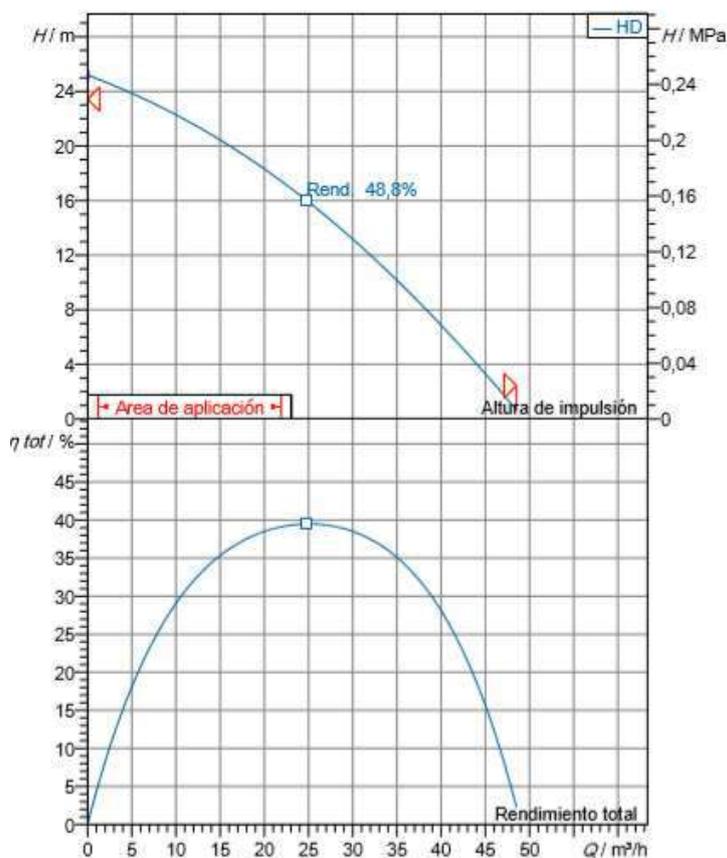


Ilustración 6- Curva J 24 HD

- J 15 D/DKS

Bombas sumergibles y transportables para el sector de la construcción, diseñadas para el drenaje de aguas abrasivas procedentes de obras de edificación, minas, barcos, puertos y zonas inundadas. La bomba está equipada para arranque inmediato mediante enchufe y proporciona una eficaz protección en funcionamiento en seco gracias a su camisa de refrigeración de diseño robusto. De peso ligero para facilitar su transporte y poco mantenimiento gracias a su sistema modular que simplifica cualquier servicio sobre la bomba. La bomba ofrece un funcionamiento fiable en condiciones de trabajo duras con piezas de desgaste ajustable recubiertas de goma e impulsor abierto de varios canales en fundición blanca.

Se utiliza aceite inocuo para el medio ambiente.

Caudales hasta 230 m³/h y altura máxima 68 metros.

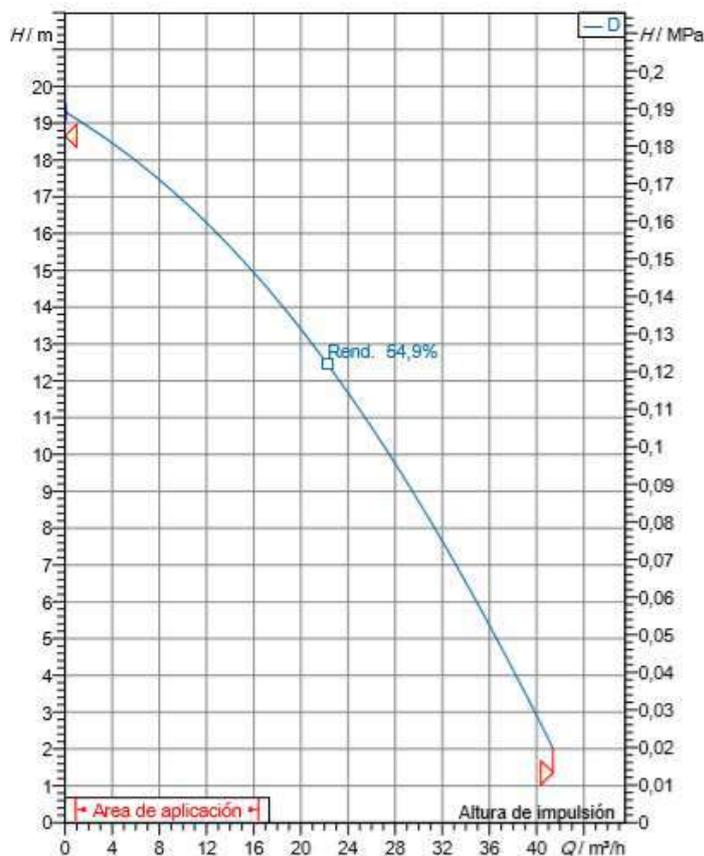


Ilustración 7- Curva J 15 D/DKS

- J 12 D/DKS

Bombas sumergibles y transportables para el sector de la construcción, diseñadas para el drenaje de aguas abrasivas procedentes de obras de edificación, minas, barcos, puertos y zonas inundadas. La bomba está equipada para arranque inmediato mediante enchufe y proporciona una eficaz protección en funcionamiento en seco gracias a su camisa de refrigeración de diseño robusto. De peso ligero para facilitar su transporte y poco mantenimiento gracias a su sistema modular que simplifica cualquier servicio sobre la bomba. La bomba ofrece un funcionamiento fiable en condiciones de trabajo duras con piezas de desgaste ajustable recubiertas de goma e impulsor abierto de varios canales en fundición blanca.

Se utiliza aceite inocuo para el medio ambiente.

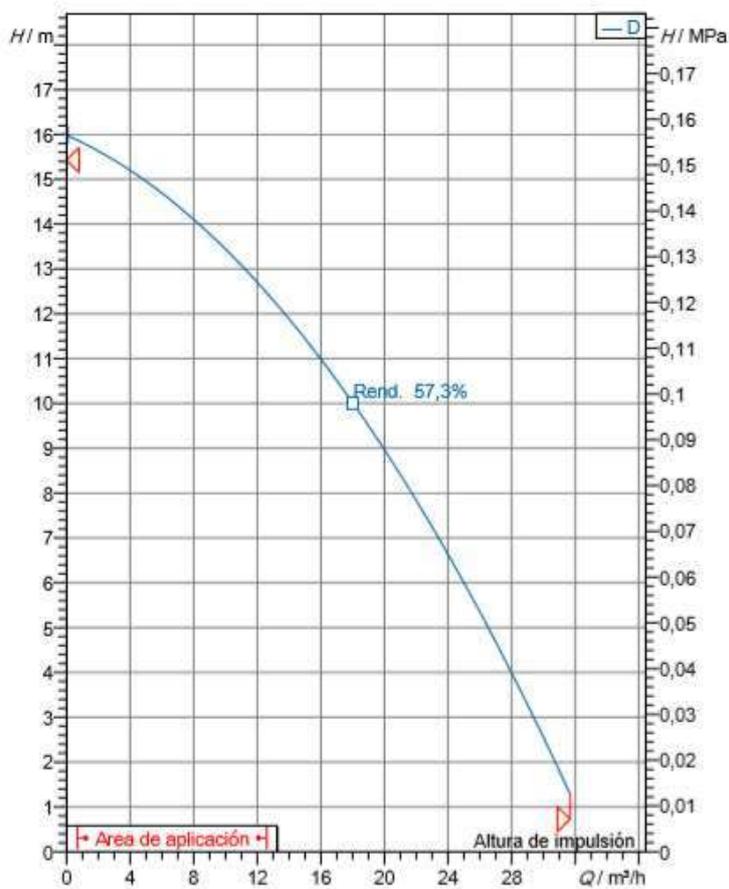


Ilustración 8- Curva J 12 D/DKS

3.5 Nuevo punto de trabajo

Como hemos dicho antes, hemos dimensionado la instalación para el caso de máximas pérdidas en las tuberías, con un diámetro de 50mm, a continuación, analizaremos como varían los parámetros de nuestra bomba en el caso de usar tuberías de mayor diámetro.

Pozo	Diámetro	Pérdidas	Diferencia Cotas	Altura Impulsión	Diferencia (bruta)	Variación (%)
1	80 mm	0,95	21,88	22,8	- 2,7	- 10,5 %
2	80 mm	0,35	11,8	12,15	- 1,35	- 10%

Tabla 19- Punto de trabajo alternativo

A partir de este nuevo punto de trabajo pasamos a calcular en ABSEL cuales sería las bombas recomendadas y sus características técnicas.

- Pozo 1

Modelo Recomendado	Q (m³/h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Precio (€)
XJ 25 HD	3,328	26,57	1,2342	19,57 ↑	6200
J 24 HD	3,189	24,37	1,283	15,45 ↑	5200

Tabla 20-Punto de trabajo alternativo 1

En este primer caso, la recomendación del programa es igual a la que nos ofrecía en el caso anterior. Además, como podemos observar, hay un incremento en el rendimiento hidráulico.

- Pozo 2

Modelo Recomendado	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Precio (€)
J 15 D/DKS	3,8	18,5	0,769	25,82 ↑	4000
J 12 D/DKS	3,467	15,32	0,55	25,56 ↑	3000

Tabla 21- Punto de trabajo alternativo 2

En el segundo caso, observamos unos cambios idénticos al anterior, misma recomendación de elección de bomba y subida en el rendimiento. Además, en ninguno de estas bombas existen problemas por sus dimensiones.

A la vista de estos datos, continuamos nuestro proceso de selección con un único cambio, el diámetro de las tuberías nuevo es **de 80 mm de diámetro**. Si seguimos aumentando el diámetro se seguirán disminuyendo las pérdidas de la tubería, pero deberíamos asumir mayores costes de compra de tubería y una velocidad de fluido demasiado baja.

4. Selección de válvulas y otros elementos

4.1 Estudio de válvulas necesarias

Para nuestra instalación hidráulica, haremos uso tanto de válvulas de cierre como válvulas de seguridad. La primera nos servirá para cortar el caudal en que caso que fuese necesario, por ejemplo, nos resultaría interesante en tareas de mantenimiento.

La segunda válvula, protegerá nuestra instalación de posibles golpes de ariete, ya que solo permitirá el flujo de agua en una sola dirección.

Se usará el catálogo AVK Válvulas como referencia, ambas tendrán un diámetro nominal de 80mm.

4.2 Válvulas de cierre

Hemos seleccionado la VÁLVULA DE MARIPOSA WAFER CONCÉNTRICA AVK PN 10/16 de código según catálogo 820-0080-00-04020160002 de diámetro nominal 80mm.

A continuación, se muestra información relacionada:

Válvula de mariposa concéntrica con junta estándar para agua potable y líquidos neutros a un máximo de 70° C.

- Fundición dúctil con el cuello largo para aislamiento.
- Junta en EPDM aprobada para agua potable con caras integradas (no son necesarias juntas planas) y perfil con cajera para un agarre óptimo en el cuerpo.
- Hasta DN 400 eje anti-expulsión de una sola pieza con un cuadradillo a 45° como arrastre. A partir de DN 450 eje anti-expulsión de forma cilíndrica con chaveta de arrastre y de diseño en dos piezas con dos cojinetes de bronce auto lubricados.
- Disco de acero inoxidable resistente al ácido con el perfil del disco mecanizado y pulido reduce la fricción entre el asiento y el disco.
- Pares de cierre bajos, permiten el uso de accionamientos menos costosos.
- Revestimiento de epoxi espesor 200 μ hasta DN 400 y de poliuretano espesor.250 μ a partir de DN 450. Otros tipos de revestimiento, bajo consulta.
- Según PED 97/23/EC apéndice 1.



Ilustración 9- Válvula de cierre

4.3 Válvulas de seguridad

Hemos seleccionado la VALVULA DE RETENCION AVK PN 16 de diámetro nominal 80mm.

A continuación, se muestra información relacionada:

- Para agua potable, residual e industria hasta 90°C (NBR) y 110°C (EPDM).
- Cuerpo: Fundición dúctil.
- Eje: Acero inoxidable X5CrNiMo
- Discos: Alubronce G-CuAl10Ni
- Asiento: EPDM.
- Revestimiento: Poliuretano azul RAL 5017.



Ilustración 10- Válvula de seguridad

4.4 Otros elementos

Vemos necesario incluir algunos elementos que están en un plano más secundario dentro de la instalación, de modo que, se incluirán solo en la parte final del presupuesto.

4.4.1 Bridas y juntas

Debido a los posibles movimientos mecánicos y vibratorios, la desalineación en las tuberías o movimientos causados por dilataciones térmicas, vemos necesario presupuestar bridas que permitan anular estos problemas.

4.4.2 Adaptadores

Además, vamos a añadir un juego de adaptadores de PVC para salvar la diferencia de diámetro entre la salida de la bomba y la tubería.



Ilustración 11- Adaptador tubería

5. Selección final

En base a los datos anteriores, mostramos un resumen con los elementos seleccionados para nuestra instalación. Solo se mostrarán datos técnicos, se detallarán costes económicos tanto en el documento de Memoria como Presupuesto.

5.1 Tubería

Para ambos tramos hemos seleccionado mismo tipo de tubería, tanto en material como en diámetro.

Cabe destacar las ventajas de usar PVC como material, ya que se trata del material más usado en el mercado y especialmente cuando tratamos con tuberías. Esto nos beneficia a la hora de conseguir mejores precios y mayor gama de recambios a disposición.

Pozo	Distancia Individual	Distancia total	Material	Diámetro
1	706,02 metros	1034 metros	PVC	80mm
2	328,02 metros			

Tabla 22- Selección final tubería

5.2 Válvulas

Necesitaremos dos válvulas de cada tipo para cada una de las instalaciones.

Tipo de válvula	Cantidad	Nombre	Código	DN
Cierre	2	MARIPOSA WAFER CONCÉNTRICA AVK	820-0080	80mm
Seguridad	2	WAFER RETENCION CLAPETA PARTIDA	-	80mm

Tabla 23- Selección final válvula

5.3 Bombas

Finalmente, hemos seleccionado las bombas en función de la relación Rendimiento/Precio, de este modo:

- Pozo 1

Modelo	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Cantidad
XJ 25 HD	3,328	26,57	1,2342	19,57	1

Tabla 24- Selección final Bomba 1

- Pozo 2

Modelo	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Cantidad
J 15 D/DKS	3,8	18,5	0,769	25,82	1

Tabla 25- Selección final Bomba 2

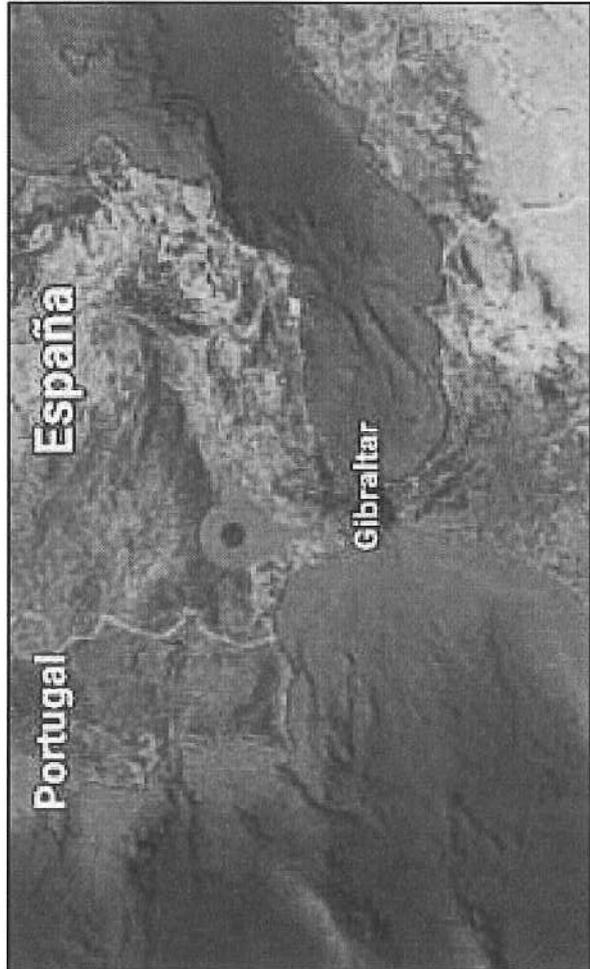
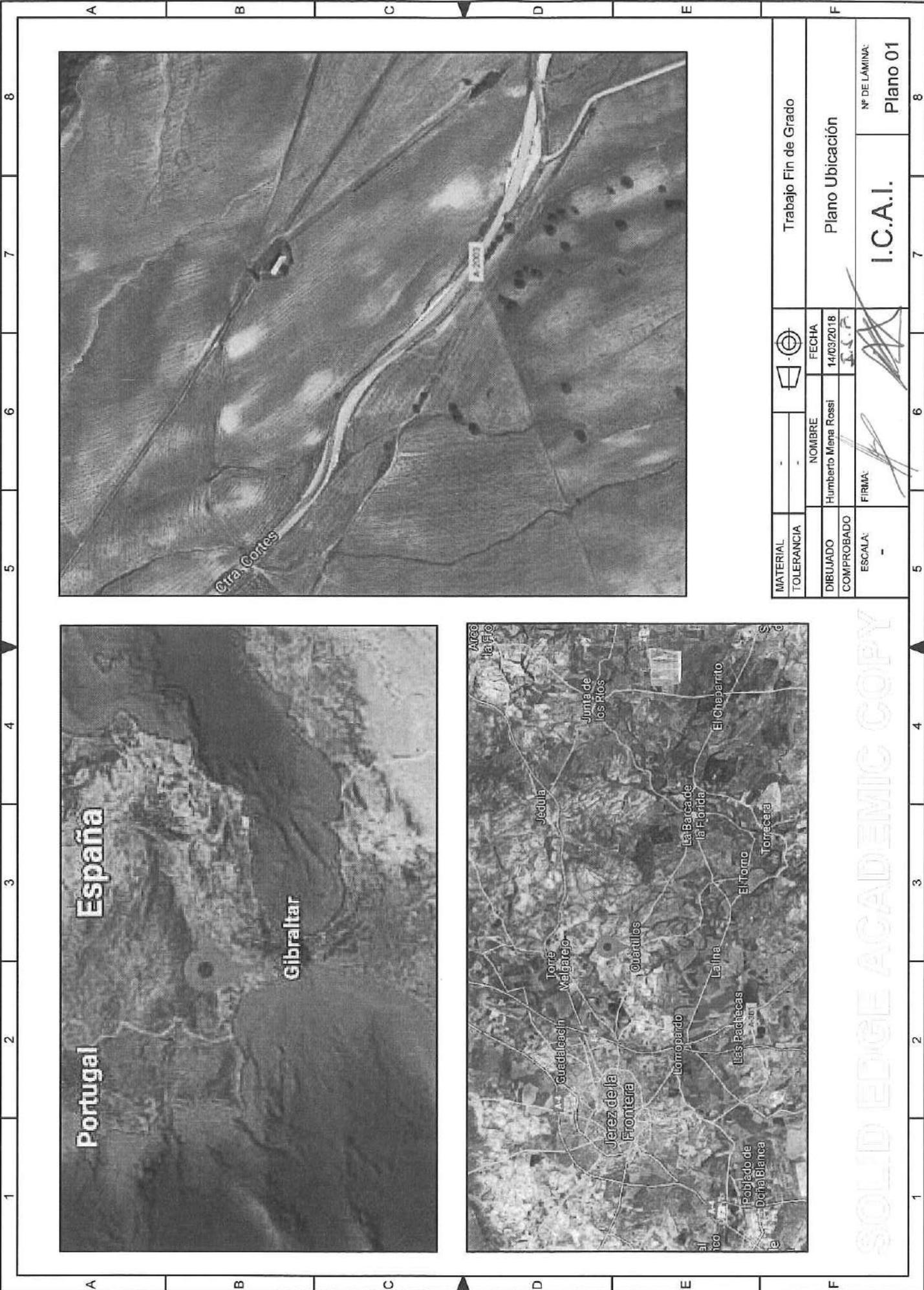
DOCUMENTO III

PLANOS

III. PLANOS

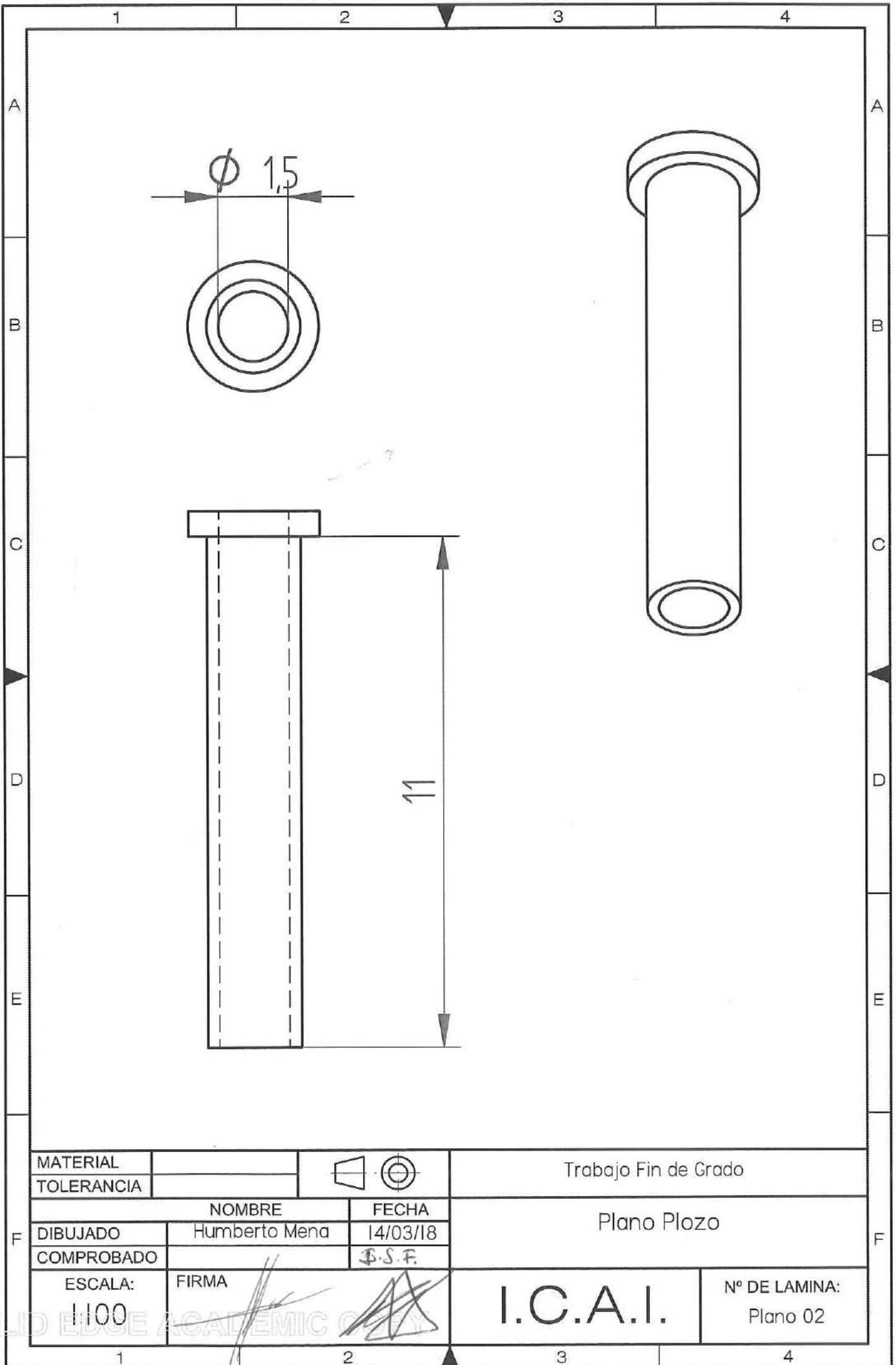
ÍNDICE DE CONTENIDO

Plano 01- Ubicación	1
Plano 02- Pozo	2
Plano 03- Depósito	3
Plano 04- Bomba XJ25HD.....	4
Plano 05- Bomba J12	5
Plano 06- Válvula de seguridad	6
Plano 07- Válvula de cierre.....	7
Plano 08- Esquema hidráulico	8
Plano 09- Esquema eléctrico.....	8



MATERIAL	-	⊕	Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA	-	⊕	Plano Ubicación	
DIBUJADO	Humberto Mesa Rossi	FECHA	14/03/2018	
COMPROBADO		FIRMA:	I.C.A.I.	
ESCALA:	-		Nº DE LÁMINA: Plano 01	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



MATERIAL			Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA			Plano Plozo	
NOMBRE		FECHA		I.C.A.I. N° DE LAMINA: Plano 02
DIBUJADO	Humberto Mena	14/03/18		
COMPROBADO		D.S.F.		
ESCALA:	FIRMA			
1:100				

SOLID EDGE ACADEMIC ONLY

1

2

3

4

A

A

 $\phi 7,4$

B

B

C

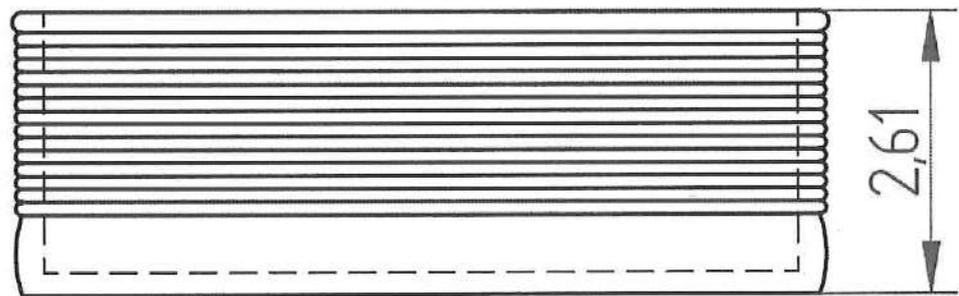
C

D

D

E

E



MATERIAL

TOLERANCIA



Trabajo Fin de Grado

NOMBRE

FECHA

DIBUJADO

Humberto Mena

14/03/18

Plano Depósito

COMPROBADO

J.S.T.

ESCALA:

FIRMA

1:66

I.C.A.I.

Nº DE LAMINA:

Plano 03

1

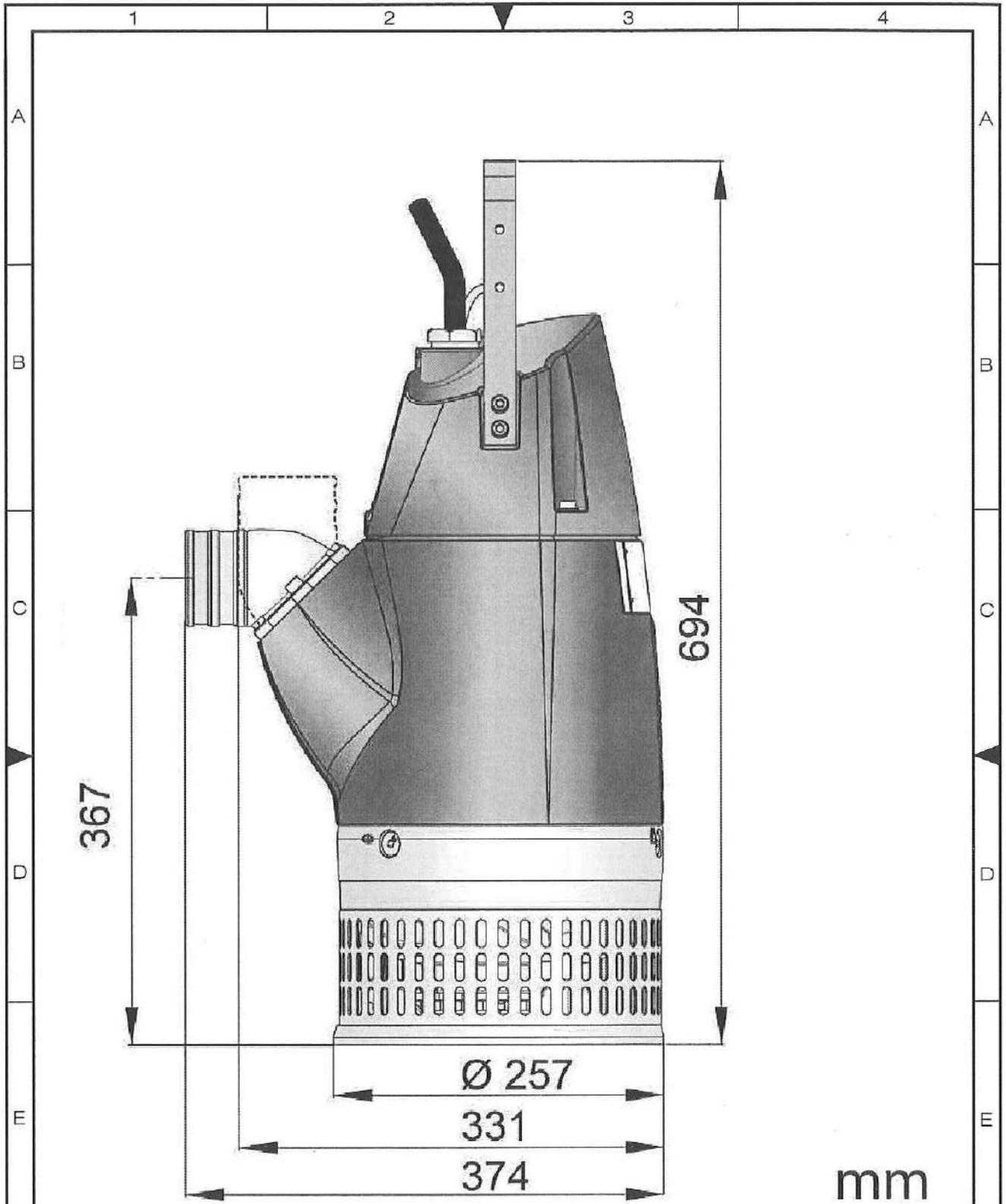
2

3

4

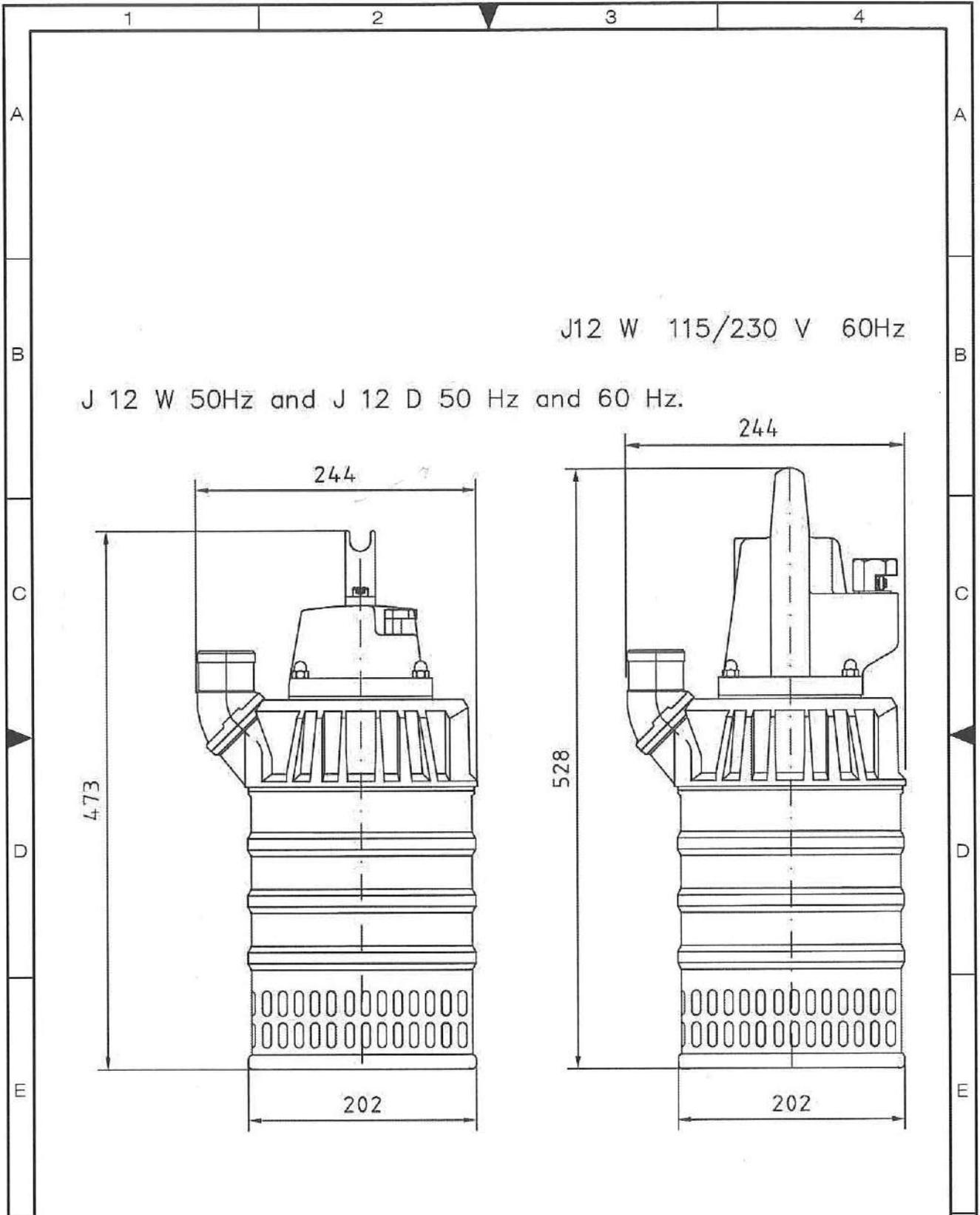
F

F



mm

MATERIAL			Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA				
NOMBRE		FECHA		Plano XJ25HD
DIBUJADO	Humberto Mena	06/06/18		
COMPROBADO		I.S.F.		
ESCALA:	FIRMA		I.C.A.I.	Nº DE LAMINA:
-				Plano 04

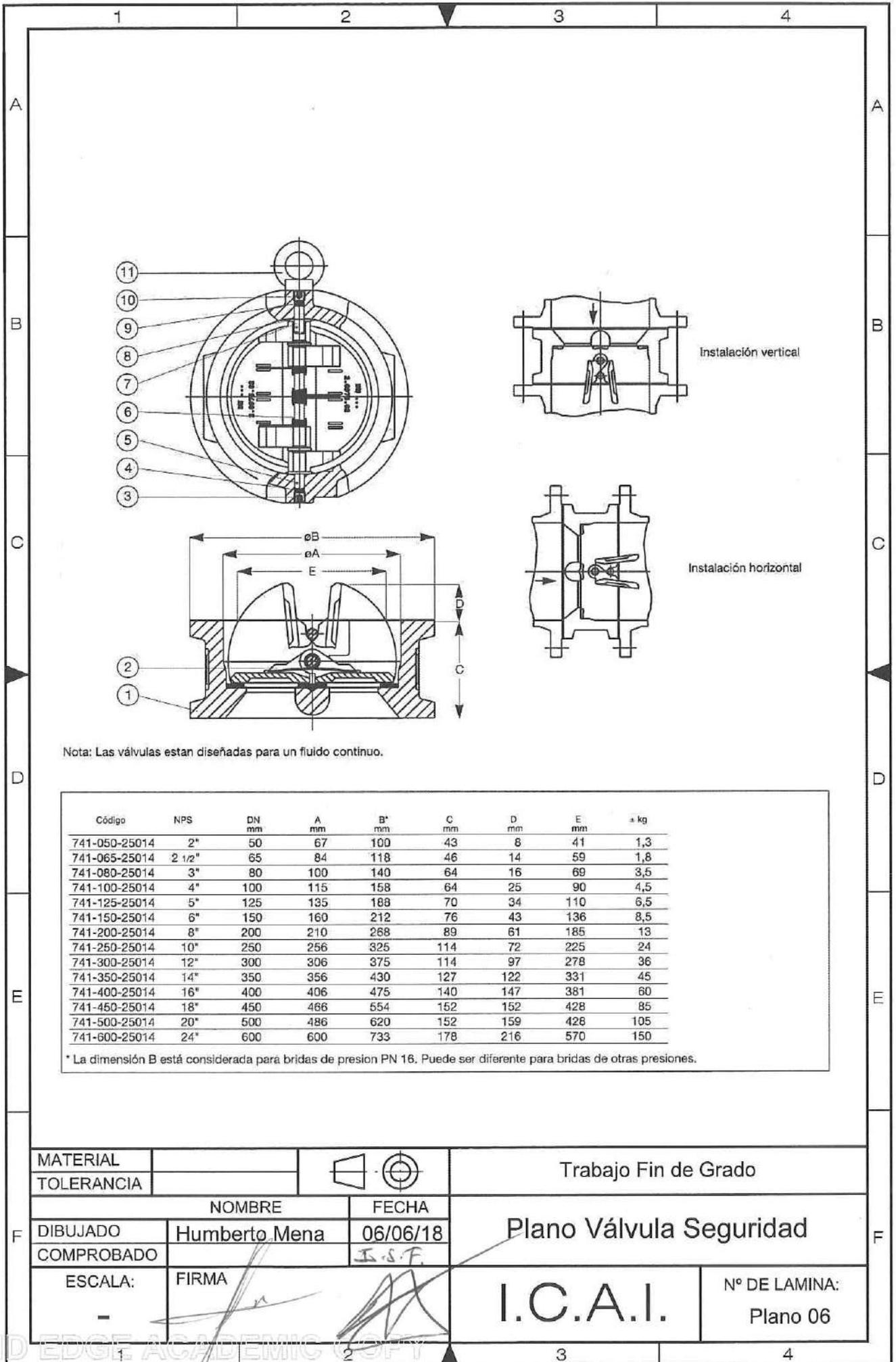


J12 W 115/230 V 60Hz

J 12 W 50Hz and J 12 D 50 Hz and 60 Hz.

MATERIAL			Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA				
NOMBRE		FECHA		Plano J12
DIBUJADO	Humberto Mena	06/06/18		
COMPROBADO		F.S.F.		
ESCALA:	FIRMA			N° DE LAMINA: Plano 05
-				

I.C.A.I.

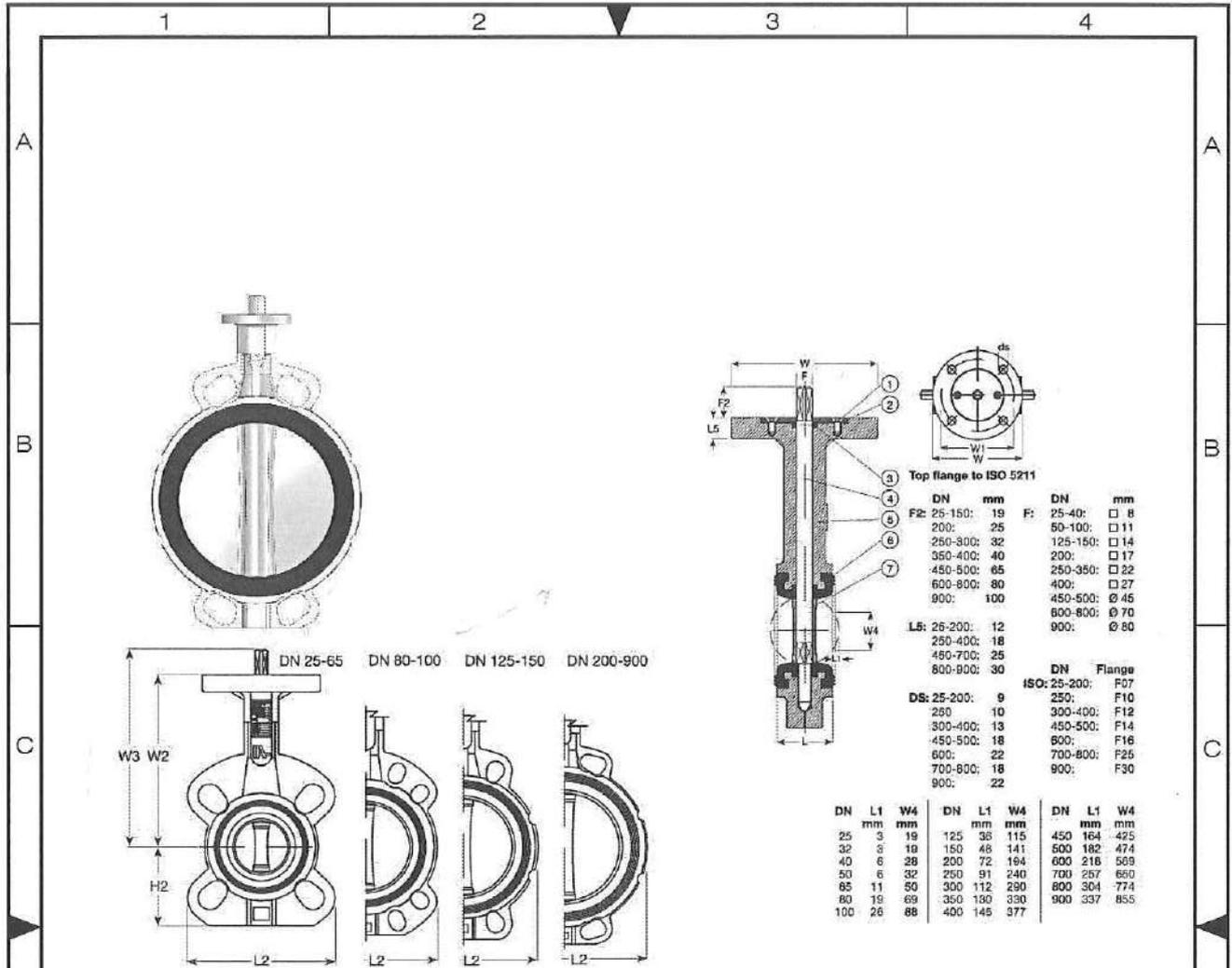


Nota: Las válvulas están diseñadas para un fluido continuo.

Código	NPS	DN mm	A mm	B' mm	C mm	D mm	E mm	± kg
741-050-25014	2"	50	67	100	43	8	41	1,3
741-065-25014	2 1/2"	65	84	118	46	14	59	1,8
741-080-25014	3"	80	100	140	64	16	69	3,5
741-100-25014	4"	100	115	158	64	25	90	4,5
741-125-25014	5"	125	135	188	70	34	110	6,5
741-150-25014	6"	150	160	212	76	43	136	8,5
741-200-25014	8"	200	210	268	89	61	185	13
741-250-25014	10"	250	256	325	114	72	225	24
741-300-25014	12"	300	306	375	114	97	278	36
741-350-25014	14"	350	356	430	127	122	331	45
741-400-25014	16"	400	406	475	140	147	381	60
741-450-25014	18"	450	466	554	152	152	428	85
741-500-25014	20"	500	486	620	152	159	428	105
741-600-25014	24"	600	600	733	178	216	570	150

* La dimensión B está considerada para bridas de presión PN 16. Puede ser diferente para bridas de otras presiones.

MATERIAL			Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA				
NOMBRE		FECHA		Plano Válvula Seguridad
DIBUJADO	Humberto Mena	06/06/18		
COMPROBADO		I.S.F.		
ESCALA:	FIRMA			Nº DE LAMINA:
-				I.C.A.I.

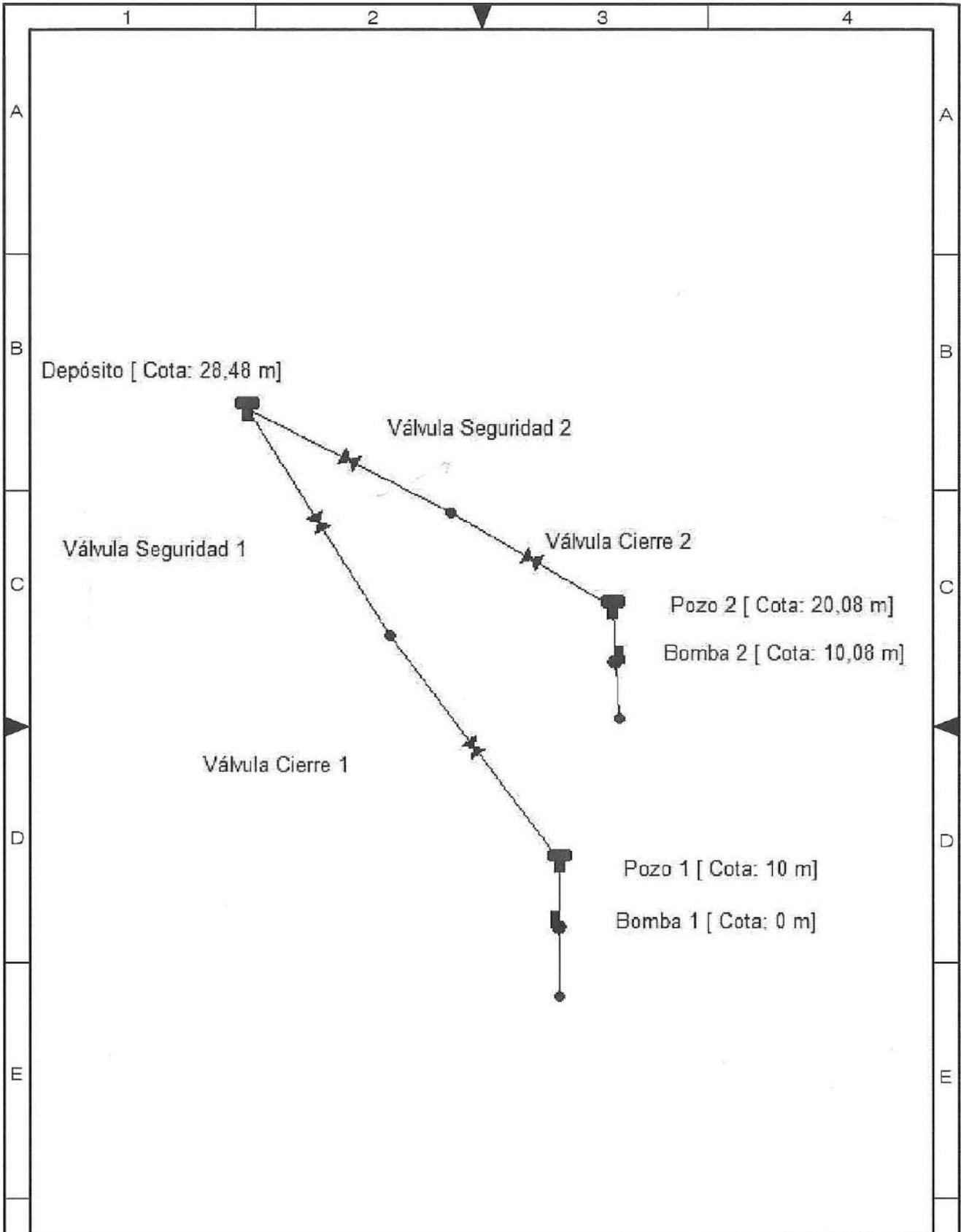


Despiece:

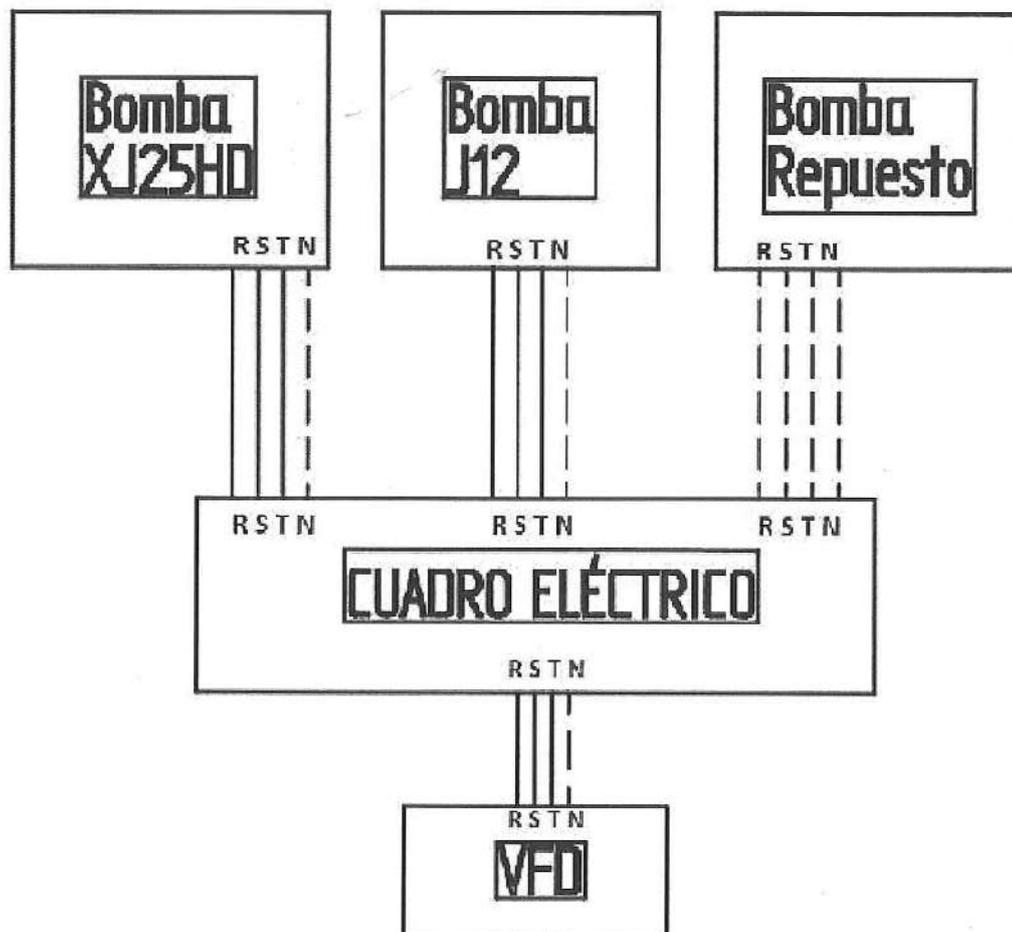
1. Tornillo	Acero inoxidable A2	2. Anillo de retención	Acero inoxidable A2
3. Junta tórica	Caucho NBR	4. Eje	Acero inoxidable AISI 420
5. Cuerpo	Fundición Dúctil EN-GJS-400-15	6. Asiento	Caucho EPDM
7. Disco	Acero inox. AISI 316 resist. al ácido		

Los componentes pueden ser sustituidos por materiales de clase equivalente o superior sin previo aviso.

MATERIAL			Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA			Plano Válvula Cierre	
NOMBRE		FECHA		I.C.A.I.
DIBUJADO	Humberto Mena	06/06/18		
COMPROBADO		F.S.F.		Nº DE LAMINA:
ESCALA:	FIRMA			Plano 07
-				



MATERIAL			Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA			Plano Esquema Hidráulico	
NOMBRE		FECHA		I.C.A.I.
DIBUJADO	Humberto Mena	06/06/18		
COMPROBADO		F.S.T.		Nº DE LAMINA: Plano 08
ESCALA:	FIRMA			
-				



MATERIAL		 	Trabajo Fin de Grado
TOLERANCIA			
NOMBRE		FECHA	Plano Esquema Eléctrico
D BUJADO	Humberto Mena	06/06/18	
COMPROBADO		ISP	
ESCALA:	FIRMA		I.C.A.I.
-			Nº DE LAMINA: Plano 09

DOCUMENTO IV

PRESUPUESTO

IV. PRESUPUESTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 Coste inicial	2
2 Coste de instalación	5
3 Coste energético	6
4 Coste de avería	6
5 Coste ambiental	7
6 Coste retirada	8
7 Coste total	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Coste tuberías	2
Tabla 2- Coste bombas 1	2
Tabla 3- Coste bombas 2	2
Tabla 4- Coste válvulas	3
Tabla 5- Coste cuadro eléctrico	3
Tabla 6- Coste inicial.....	4
Tabla 7- Coste instalación hidráulica	5
Tabla 8- Coste instalación eléctrica.....	5
Tabla 9- Coste instalación	5
Tabla 10- Coste energético.....	6
Tabla 11- Coste avería.....	6
Tabla 12- Coste retirada	8
Tabla 13- Coste total	9

Analizamos a continuación todos los costes incluidos desde la instalación hasta la retirada de este, es decir, del ciclo total de vida del proyecto.

1 Coste inicial

Añadimos la selección de bombas, de los equipos auxiliares, de los materiales a usar entre otros.

- Tuberías

Pozo	Distancia Individual	Distancia total	Material	Diámetro	€/metro	Precio (€)
1	706,02 metros	1034 metros	PVC	80mm	3	3102
2	328,02 metros					

Tabla 1- Coste tuberías

- Bombas

Modelo	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Cantidad	Precio €
XJ 25 HD	3,328	26,57	1,2342	19,57	2	12400

Tabla 2- Coste bombas 1

Modelo	Q (m ³ /h)	H (m)	P (kW)	η (%)	Cantidad	Precio €
J 15 D/DKS	3,8	18,5	0,769	25,82	1	4000

Tabla 3- Coste bombas 2

- Válvulas y otros elementos

Tipo	Cantidad	Nombre	Código	DN	€/ud.	Precio€
Cierre	3	MARIPOSA WAFER CONCÉNTRICA AVK	820- 0080	80mm	170	510
Seguridad	3	WAFER RETENCION CLAPETA PARTIDA	-	80mm	87	261
Adaptador	2	UNIÓN MULTIDIÁMETRO	Serie 635/00	69-91mm	244	488

Tabla 4- Coste válvulas

- Cuadro eléctrico

Instalaremos un cuadro eléctrico individual para cada una de las bombas. Para el control y protección de bombas para pozos y depósitos. Controlan la puesta en marcha y el paro de las bombas y pueden ser comandados de forma manual o de forma automática. Constan de sondas de nivel para asegurar la parada de la bomba sumergible cuando el pozo se queda sin agua. (Precios aproximados, podrían variar).

Tipo	Cantidad	€/ud.	Precio€
Arranque Directo	1	1202	1202
Arranque Directo	1	1587	1587

Tabla 5- Coste cuadro eléctrico

- Coste inicial total

Elemento	Precio€
Tuberías	3102
Bombas	16400
Válvulas y otros	1259
Cuadro eléctrico	2789
Total	23550

Tabla 6- Coste inicial

2 Coste de instalación

El coste de instalación incluirá el montaje y transporte de las bombas, red de tuberías y sus elementos y, por otro lado, la parte eléctrica.

- Instalaciones bombas y tuberías

En primer lugar, la instalación de las bombas, esta podría ser llevada a cabo por la misma empresa ofertante, en el precio de los operarios incluimos el camión de transporte. Haremos varios supuestos previos.

Instalación	Operarios	Horas	€/hora.	Precio€
Bombas	2	6	65	780
Tuberías	2	6	65	780

Tabla 7- Coste instalación hidráulica

- Instalación eléctrica

Instalación	Operarios	Horas	€/hora.	Precio€
Eléctrica	1	8	50	400

Tabla 8- Coste instalación eléctrica

- Coste instalación total

Instalación	Precio€
Hidráulica	1560
Eléctrica	400
Total	1960

Tabla 9- Coste instalación

3 Coste energético

El coste energético resulta ser uno de los costes mas relevantes, analizaremos la horas de uso aproximado a 10 años de las bombas y teniendo en cuenta el precio del kW/h conseguiremos un presupuesto para conocer cual podría ser nuestro consumo energético.

Para saber las horas de funcionamiento de las bombas durante los 10 primeros años, tenemos que tener en cuenta las necesidades de agua del cultivo en función de la época del año, de este modo haremos una media entre las dos bombas. (4 horas diarias por bomba de media).

Coste Energético	Precio €
Horas/año	2920
Precio kW/hora	0,13
Total	3796

Tabla 10- Coste energético

4 Coste de avería

El coste de avería lo hemos reducido bastante a la hora de presupuestar otra bomba de repuesto, que nos llevaría a tener en cuenta solo los costes de mantenimiento o reparación de los problemas que se den en la instalación.

La vida de las bombas dentro de un correcto uso supera los años, de modo que realizaremos dos revisiones anuales para controlar la instalación. Dentro de los posibles fallos supondremos una reparación anual tanto eléctrica como hidráulica.

Coste Avería	Nº/año	Precio €
Revisiones	2	60
Mantenimiento	2	180
Total	-	2400

Tabla 11- Coste avería

5 Coste ambiental

En todo proyecto es importante tener en cuenta el impacto ambiental, por parte de la bomba el coste será mínimo ya que el fluido es agua y procede de las lluvias y de posibles acuíferos subterráneos.

Por otro lado, tenemos que tener en cuenta el posible uso de lubricantes o líquidos refrigerantes, tanto en la misma bomba, como en los procesos de instalación y transporte. Además, a la hora de resolver una avería, las labores de mantenimiento como la limpieza de la bomba, podrían suponer un daño adicional al ecosistema.

El proyecto de encuentra situada en una zona parcialmente protegida por ser la vía aérea de paso de las aves migratorias entre España y África, pero, nuestras instalaciones no superan las alturas críticas permitidas, de modo que, no supondrá un coste adicional.

A continuación, se redactarán las actuaciones que pueden dar inicio a un expediente sancionador:

- a. Las acciones que causen daños a los bienes de dominio público hidráulico y a las obras hidráulicas.
- b. La derivación de agua de sus cauces y el alumbramiento de aguas subterráneas sin la correspondiente concesión o autorización cuando sea precisa.
- c. El incumplimiento de las condiciones impuestas en las concesiones y autorizaciones administrativas a que se refiere esta Ley, sin perjuicio de su caducidad, revocación o suspensión.
- d. La ejecución, sin la debida autorización administrativa, de otras obras, trabajos, siembras o plantaciones en los cauces públicos o en las zonas sujetas legalmente a algún tipo de limitación en su destino o uso.
- e. La invasión, la ocupación o la extracción de áridos de los cauces, sin la correspondiente autorización.
- f. Los vertidos que puedan deteriorar la calidad del agua o las condiciones de desagüe del cauce receptor, efectuados sin contar con la autorización correspondiente.
- g. El incumplimiento de las prohibiciones establecidas en la presente Ley o la omisión de los actos a que obliga.
- h. La apertura de pozos y la instalación en los mismos de instrumentos para la extracción de aguas subterráneas sin disponer previamente de concesión o autorización del Organismo de cuenca para la extracción de las aguas.
- i. La no presentación de declaración responsable o el incumplimiento de las previsiones contenidas en la declaración responsable para el ejercicio de una determinada actividad o de las condiciones impuestas por la Administración para el ejercicio de la misma.

j. La inexactitud, falsedad u omisión en los datos, manifestaciones o documentos que se incorporen o acompañen a la declaración responsable.

Como podemos ver algunas de estas actuaciones llevan consigo un coste medioambiental, de este modo, los hemos añadido en este apartado. La posible multa en casos como el caso “f” (Los vertidos que puedan deteriorar la calidad del agua o las condiciones de desagüe del cauce receptor, efectuados sin contar con la autorización correspondiente) podría ascender hasta los **10.000euros**.

6 Coste retirada

Pasados los años de uso de esta instalación, procedemos a desmontarla y retirarla, tanto las bombas como las tuberías.

Coste Retirada	Precio €
Camión	300
Operarios (2)	670
Desplazamiento	50
Limpieza	100
Total	1120

Tabla 12- Coste retirada

7 Coste total

Resumen de todos los costes asociados a este proyecto.

Coste	Precio €
Inicial	23550
Instalación	1960
Energético	3796
Avería	2400
Ambiental	10000
Retirada	1120
Total	42826

Tabla 13- Coste total

DOCUMENTO VI

ANEXOS



V. ANEXO

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Avance Climático	4
2. J12 D/DKS	5
3. J15 D/DKS	6
4. J24 HD	7
5. XJ25 HD	8
6. Válvulas	9



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Delegación Territorial en Andalucía, Ceuta y Melilla

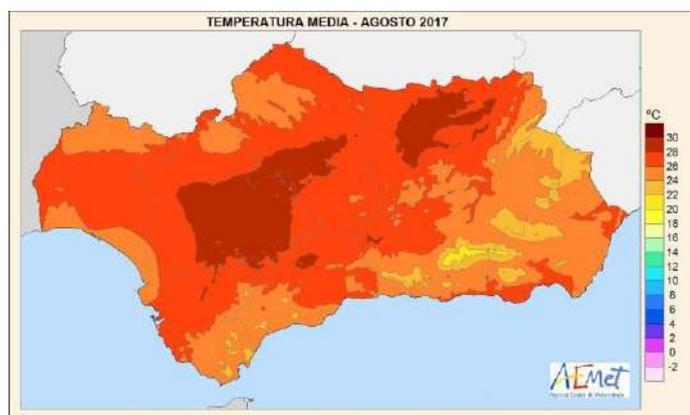
AVANCE CLIMATOLÓGICO MENSUAL

Mes de Agosto de 2017 en Andalucía, Ceuta y Melilla

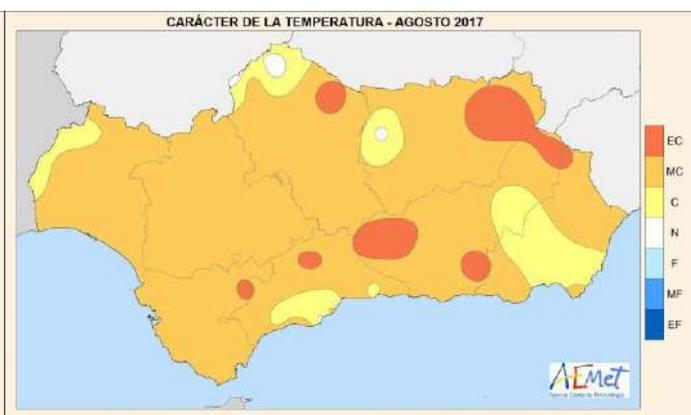
Temperaturas: Agosto en cuanto a temperatura ha tenido un carácter muy cálido en Andalucía. En Málaga ha sido normal. En Ceuta ha sido muy cálido y en Melilla cálido.

Estación Principal	Temperatura Media Mensual	Anomalía Temperatura Media Mensual	Carácter térmico del mes
ALMERIA	27.8	+1.1	Muy Cálido
CADIZ	26.1	+1.1	Muy Cálido
CORDOBA	29.4	+1.6	Muy cálido
GRANADA	27.6	+2.8	Extremadamente cálido
HUELVA	27.2	+1.6	Muy Cálido
JAEN	28.5	+1.7	Muy cálido
MALAGA	26.4	+0.4	Normal
SEVILLA	29.3	+1.2	Muy Cálido
CEUTA	25.1	+1.1	Muy cálido
MELILLA	26.6	+0.7	Cálido

Temperatura en °C. Anomalía: Diferencia entre la temperatura media del mes y la normal del periodo de referencia 1981-2010, expresada en °C. Carácter térmico del mes: "muy frío", "frío", "normal", "cálido" o "muy cálido", según los quintiles de las temperaturas medias del periodo de referencia 1981-2010. "Extremadamente frío" cuando sea inferior al mínimo valor de temperatura media de ese mes, "extremadamente cálido" cuando sea superior al máximo valor de la temperatura media de ese mes; en ambos casos referido al periodo de referencia 1981-2010.



Temperatura media



Carácter temperatura media

Nota: Los datos empleados para elaborar este Avance Climatológico son provisionales y están sujetos a una posterior validación. A partir del mes de enero de 2015 la información contenida en los Avances Climatológicos de AEMET estará referida para todas las variables climáticas al nuevo periodo de referencia 1981-2010, por lo que pueden existir diferencias significativas con los resultados que se obtendrían con el periodo de referencia anterior (1971-2000).

©AEMET: Autorizado el uso de la información y su reproducción citando AEMET como autora de la misma.

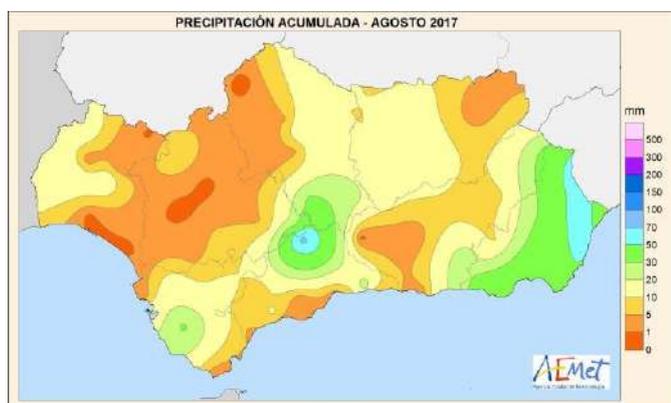


AEMet

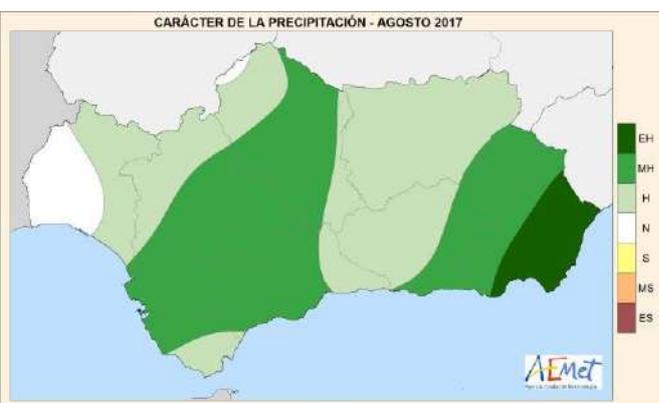
Precipitaciones: Agosto en cuanto a precipitación ha tenido un carácter húmedo o normal en Andalucía, salvo en Almería donde ha sido extremadamente húmedo. En Ceuta ha sido normal y en Melilla extremadamente húmedo.

Estación Principal	Precipitación Mensual	Porcentaje de precipitación mensual sobre la media	Carácter pluviométrico del mes
ALMERIA	50.9	6362%	Extremadamente húmedo
CADIZ	18.5	1156%	Muy húmedo
CORDOBA	4.4	88%	Normal
GRANADA	3.3	94%	Normal
HUELVA	0.0	0%	Normal
JAEN	10.6	123%	Húmedo
MALAGA	4.3	72%	Normal
SEVILLA	8.1	153%	Muy húmedo
CEUTA	0.4	7%	Normal
MELILLA	39.3	1092%	Extremadamente húmedo

Precipitación en mm. Porcentaje: Cociente entre la precipitación total del mes y la precipitación media del mismo mes para del periodo de referencia, expresada en %.
Carácter pluviométrico: "muy húmedo", "húmedo", "normal", "seco" o "muy seco", según los quintiles de las precipitaciones del periodo de referencia 1981-2010.
"Extremadamente seco" cuando la precipitación total del mes sea inferior al valor mínimo registrado; "extremadamente húmedo" cuando la precipitación total del mes sea superior al valor máximo registrado, en ambos casos referidos al periodo de referencia 1981-2010.



Precipitación mensual



Carácter precipitación mensual

Málaga a 4 de septiembre de 2017

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Agencia Estatal de Meteorología



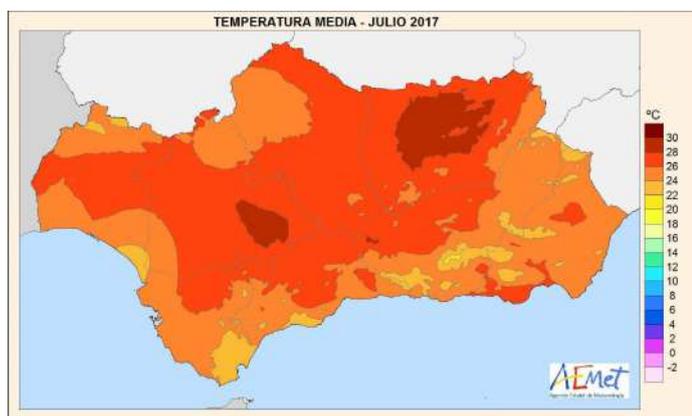
AVANCE CLIMATOLÓGICO MENSUAL

Mes de Julio de 2017 en Andalucía, Ceuta y Melilla

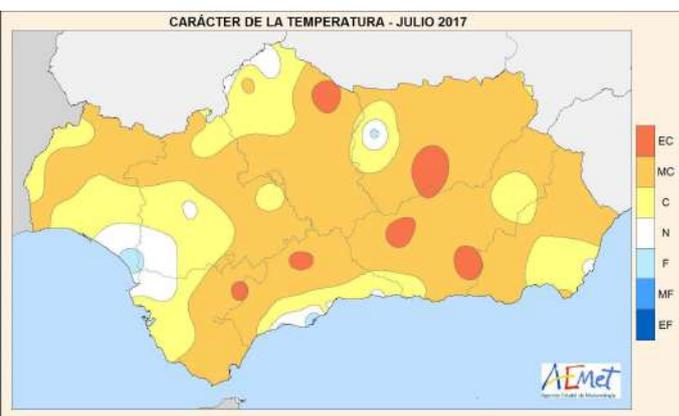
Temperaturas: Julio en cuanto a temperatura ha tenido un carácter cálido o muy cálido en Andalucía. En Granada ha sido extremadamente cálido, registrándose una nueva efeméride respecto al periodo 1981- 2010. En Málaga y Sevilla ha sido normal. En Ceuta y en Melilla ha sido muy cálido.

Estación Principal	Temperatura Media Mensual	Anomalía Temperatura Media Mensual	Carácter térmico del mes
ALMERIA	26.7	+0.6	Cálido
CADIZ	25.0	+0.4	Cálido
CORDOBA	28.9	+1.2	Muy cálido
GRANADA	27.7	+2.4	Extremadamente cálido
HUELVA	26.1	+0.5	Cálido
JAEN	28.8	+1.5	Muy cálido
MALAGA	25.7	+0.2	Normal
SEVILLA	28.3	0.0	Normal
CEUTA	24.7	+1.0	Muy cálido
MELILLA	26.2	+0.9	Muy cálido

Temperatura en °C. Anomalía: Diferencia entre la temperatura media del mes y la normal del periodo de referencia 1981-2010, expresada en °C. Carácter térmico del mes: "muy frío", "frío", "normal", "cálido" o "muy cálido", según los quintiles de las temperaturas medias del periodo de referencia 1981-2010. "Extremadamente frío" cuando sea inferior al mínimo valor de temperatura media de ese mes, "extremadamente cálido" cuando sea superior al máximo valor de la temperatura media de ese mes; en ambos casos referido al periodo de referencia 1981-2010.



Temperatura media



Carácter temperatura media

Nota: Los datos empleados para elaborar este Avance Climatológico son provisionales y están sujetos a una posterior validación. A partir del mes de enero de 2015 la información contenida en los Avances Climatológicos de AEMET estará referida para todas las variables climáticas al nuevo periodo de referencia 1981-2010, por lo que pueden existir diferencias significativas con los resultados que se obtendrían con el periodo de referencia anterior (1971-2000).

©AEMET: Autorizado el uso de la información y su reproducción citando AEMET como autora de la misma.

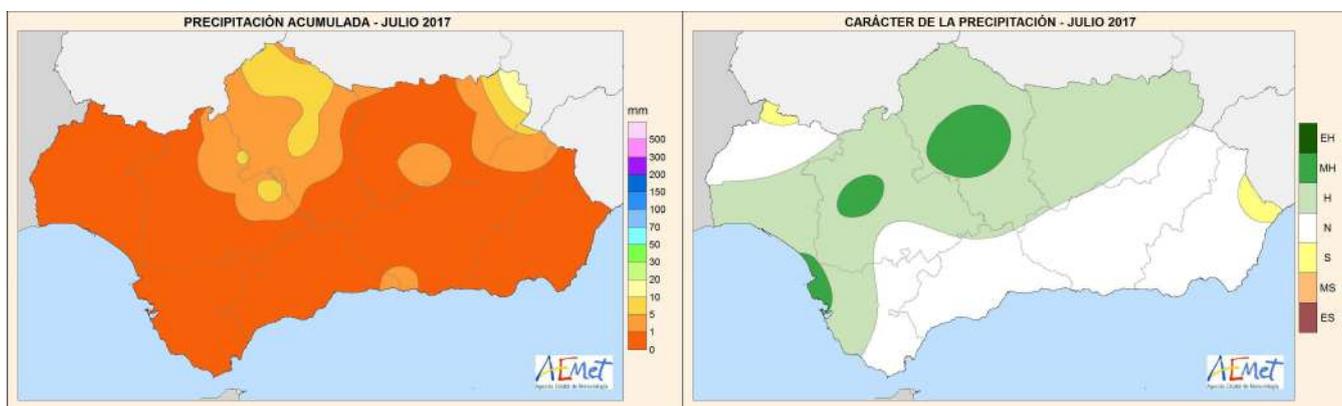


AEMet

Precipitaciones: Julio en cuanto a precipitación ha tenido un carácter normal o seco en Andalucía. En Ceuta y en Melilla ha sido normal.

Estación Principal	Precipitación Mensual	Porcentaje de precipitación mensual sobre la media	Carácter pluviométrico del mes
ALMERIA	0.0	0%	Normal
CADIZ	0.4	197%	Muy Húmedo
CORDOBA	6.2	248%	Muy Húmedo
GRANADA	0.0	0%	Normal
HUELVA	0.0	0%	Normal
JAEN	1.0	32%	Normal
MALAGA	0.0	0%	Normal
SEVILLA	0.9	37%	Normal
CEUTA	0.0	0%	Normal
MELILLA	0.6	67%	Normal

Precipitación en mm. Porcentaje: Cociente entre la precipitación total del mes y la precipitación media del mismo mes para del periodo de referencia, expresada en %.
Carácter pluviométrico: "muy húmedo", "húmedo", "normal", "seco" o "muy seco", según los quintiles de las precipitaciones del periodo de referencia 1981-2010.
"Extremadamente seco" cuando la precipitación total del mes sea inferior al valor mínimo registrado; "extremadamente húmedo" cuando la precipitación total del mes sea superior al valor máximo registrado, en ambos casos referidos al periodo de referencia 1981-2010.



Precipitación mensual

Carácter precipitación mensual

Otras variables: Los días 12 y 13 las temperaturas máximas fueron anormalmente elevadas en Andalucía para el mes de julio, superando los 44°C en muchas zonas. Se registraron nuevas efemérides de temperatura máxima absoluta en muchos puntos de Andalucía. Destacar las temperaturas máximas de 46.9°C en Córdoba el día 13, nuevo valor máximo de la serie histórica y los 45.7°C registrados en Granada, siendo nuevo máximo histórico de su serie.

Málaga a 2 de agosto de 2017

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Agencia Estatal de Meteorología



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Delegación Territorial en Andalucía, Ceuta y Melilla

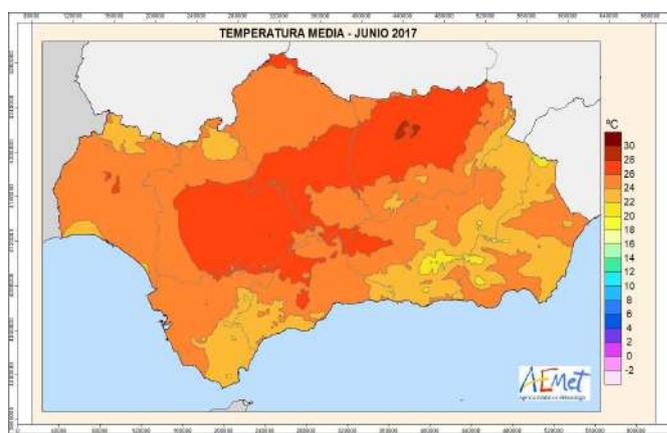
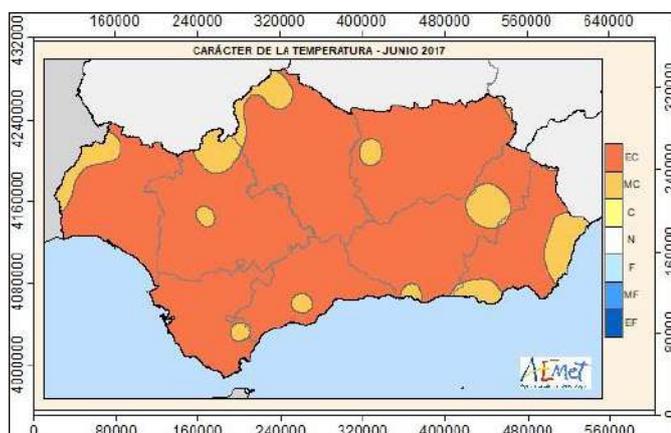
AVANCE CLIMATOLÓGICO MENSUAL

Mes de junio de 2017 en Andalucía, Ceuta y Melilla

Temperaturas: Junio, en Andalucía, en cuanto a temperatura, ha tenido, un carácter extremadamente cálido en todo el territorio, registrándose efemérides de temperaturas máximas en varios puntos. En Ceuta, y Melilla, ha sido muy cálido.

Estación Principal	Temperatura Media Mensual	Anomalía Temperatura Media Mensual	Carácter térmico del mes
ALMERIA	25.9	2.5	EXTREMADAMENTE CALIDO
CADIZ	25.0	2.6	EXTREMADAMENTE CALIDO
CORDOBA	28.4	3.9	EXTREMADAMENTE CALIDO
GRANADA	26.7	4.4	EXTREMADAMENTE CALIDO
HUELVA	25.5	2.7	EXTREMADAMENTE CALIDO
JAEN	27.8	4.1	EXTREMADAMENTE CALIDO
MALAGA	25.3	2.3	EXTREMADAMENTE CALIDO
SEVILLA	28.0	2.7	EXTREMADAMENTE CALIDO
CEUTA	23.3	1.7	MUY CALIDO
MELILLA	24.1	1.7	MUY CALIDO

Temperatura en °C. Anomalía: Diferencia entre la temperatura media del mes y la normal del periodo de referencia 1981-2010, expresada en °C. Carácter térmico del mes: "muy frío", "frío", "normal", "cálido" o "muy cálido", según los quintiles de las temperaturas medias del periodo de referencia 1981-2010. "Extremadamente frío" cuando sea inferior al mínimo valor de temperatura media de ese mes, "extremadamente cálido" cuando sea superior al máximo valor de la temperatura media de ese mes; en ambos casos referido al periodo de referencia 1981-2010.



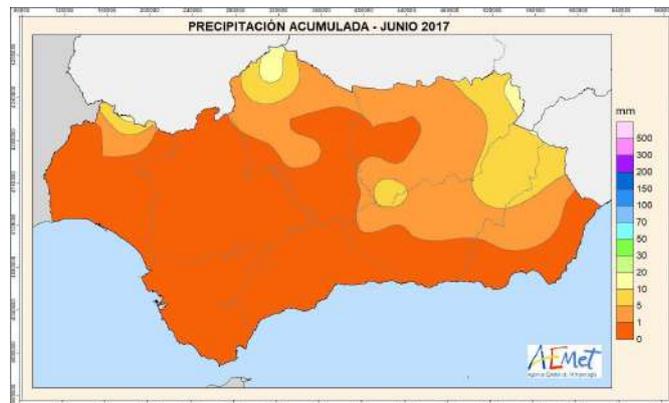
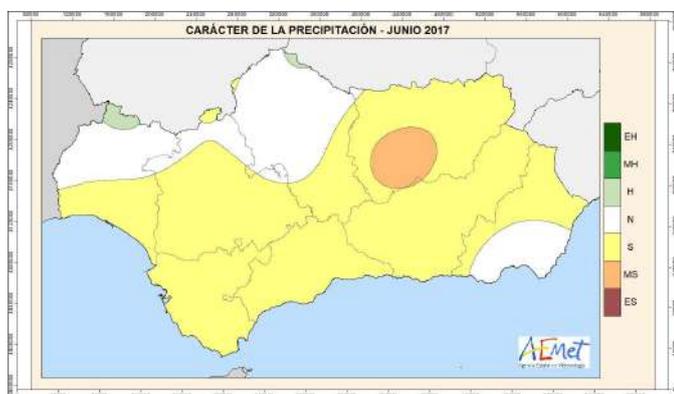


AEMet

Precipitaciones: Junio, en cuanto a precipitaciones, ha tenido un carácter muy seco en general, exceptuando Córdoba donde ha sido normal; en Ceuta y Melilla, muy seco.

Estación Principal	Precipitación Mensual	Porcentaje de precipitación mensual sobre la media	Carácter pluviométrico del mes
ALMERIA	0.0	0%	SECO/MUY SECO
CADIZ	0.0	0%	SECO/MUY SECO
CORDOBA	4.1	33%	NORMAL
GRANADA	0.7	6%	SECO/MUY SECO
HUELVA	0.0	0%	SECO/MUY SECO
JAEN	0.4	2%	SECO/MUY SECO
MALAGA	0.0	0%	SECO/MUY SECO
SEVILLA	0.0	0%	SECO/MUY SECO
CEUTA	0.0	0%	MUY SECO
MELILLA	0.8	11%	SECO

Precipitación en mm. Porcentaje: Cociente entre la precipitación total del mes y la precipitación media del mismo mes para del periodo de referencia, expresada en %. Carácter pluviométrico: "muy húmedo", "húmedo", "normal", "seco" o "muy seco", según los quintiles de las precipitaciones del periodo de referencia 1981-2010. "Extremadamente seco" cuando la precipitación total del mes sea inferior al valor mínimo registrado; "extremadamente húmedo" cuando la precipitación total del mes sea superior al valor máximo registrado, en ambos casos referidos al periodo de referencia 1981-2010.



Sevilla, a 4 de julio de 2017

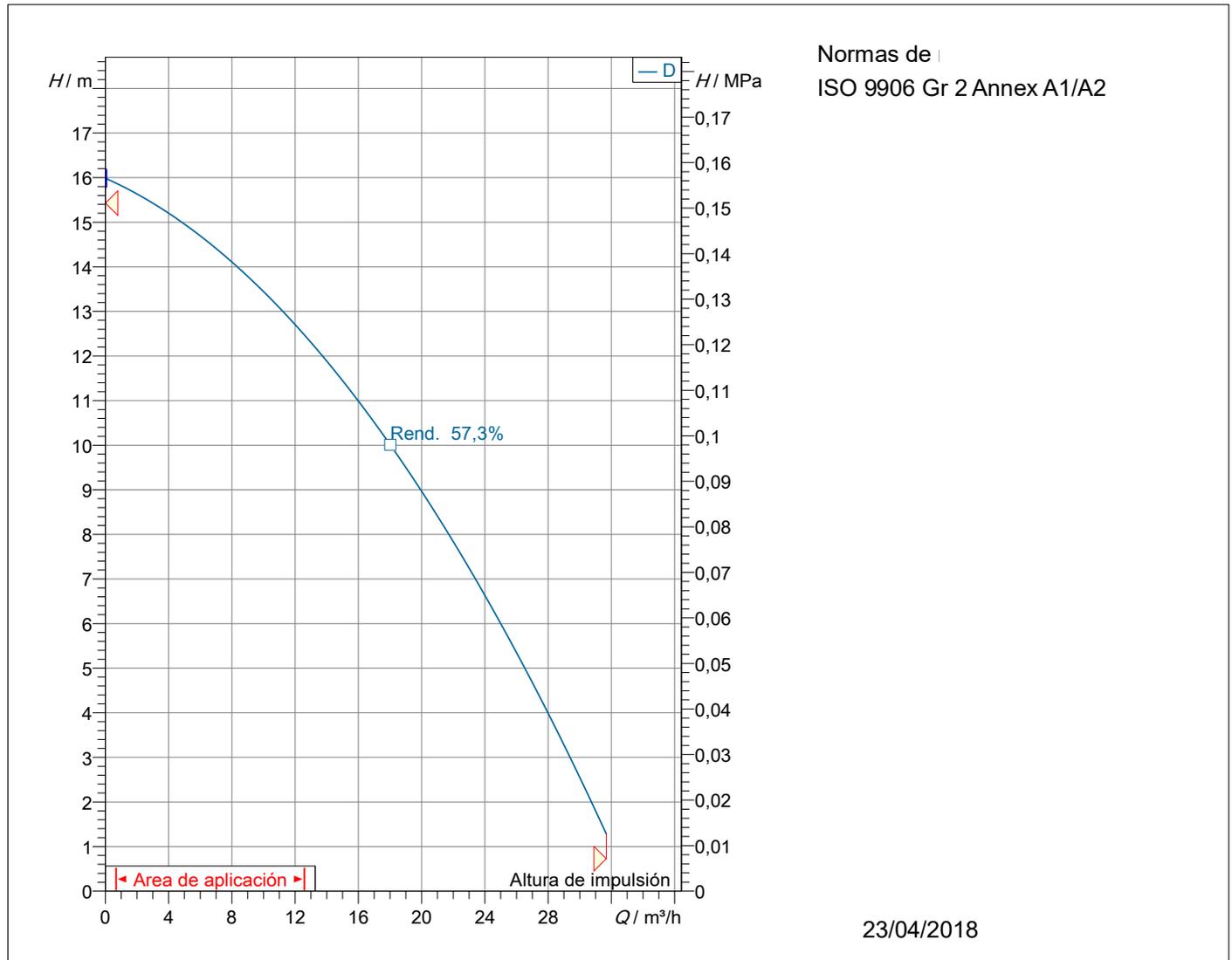
Nota: Los datos empleados para elaborar este Avance Climatológico son provisionales y están sujetos a una posterior validación. A partir del mes de enero de 2015 la información contenida en los Avances Climatológicos de AEMET estará referida para todas las variables climáticas al nuevo periodo de referencia 1981-2010, por lo que pueden existir diferencias significativas con los resultados que se obtendrían con el periodo de referencia anterior (1971-2000).

©AEMET: Autorizado el uso de la información y su reproducción citando AEMET como autora de la misma.

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Agencia Estatal de Meteorología

J 12 D/DKS 50HZ



Punto de diseño Caudal Rendimiento NPSH Temperatura 20 °C N° de bombas 1		Altura Potencia absorbida Fluido Tipo de instalación		Agua Bomba simple
Datos de la bomba Tipo J 12 D/DKS 50HZ Serie J 5-84 N° de paletas Paso de sólidos Boca impulsión 2"		Marca Rodete Diámetro de rodete Boca aspiración		ABS Semi-open impeller 125 mm 2"
Datos del motor Tensión nominal 400 V Potencia nominal P2 1 kW N° de polos 2 Factor de potencia 0,84 Corriente de arranque Par de arranque Clase de aislamiento F		Frecuencia 50,0 Hz Régimen nominal 2800 1/min Rendimiento 75 % Corriente nominal 2,3 A Par nominal 3,41 Nm Grado de protección IP 68		

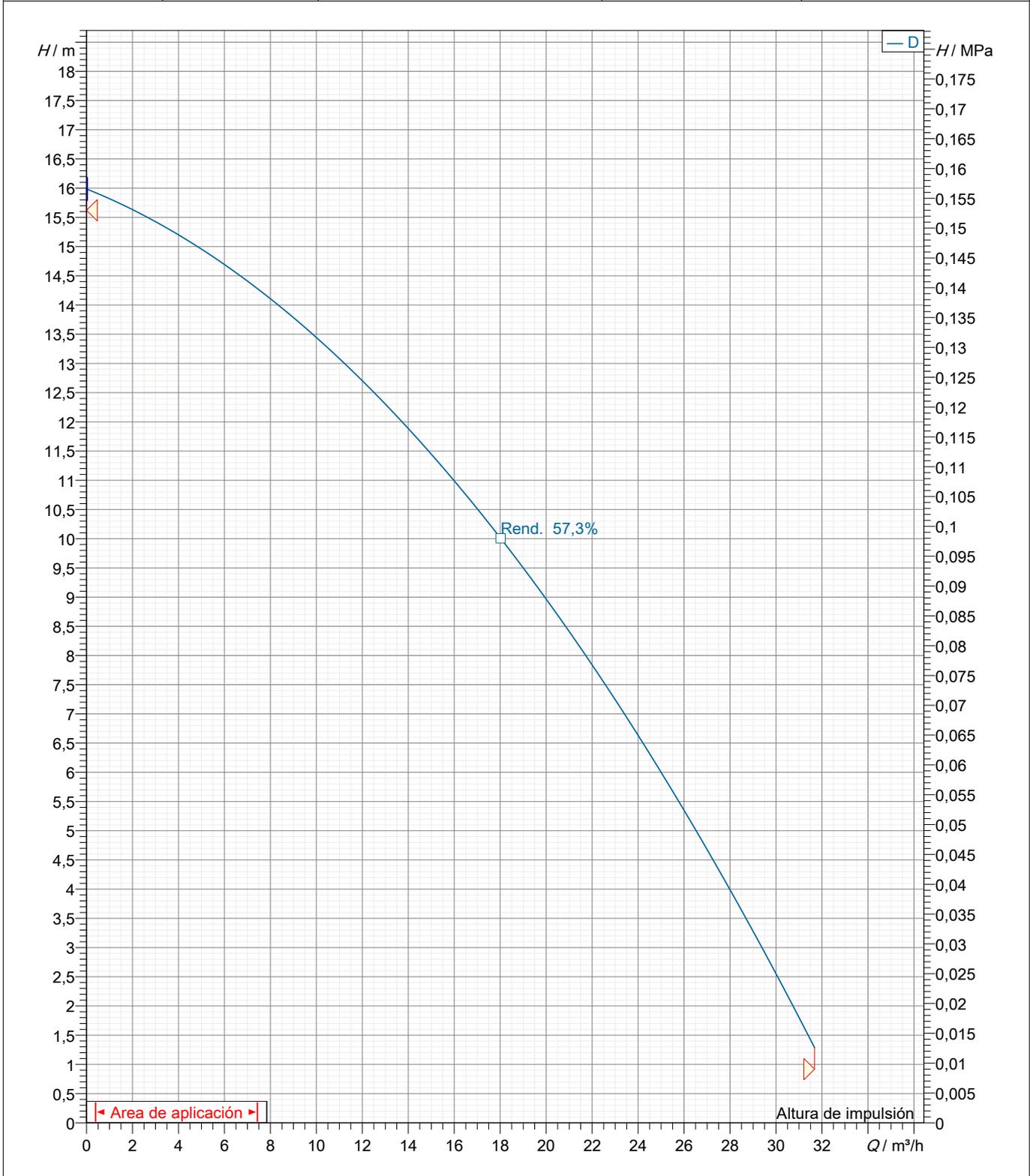
Sulzer reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software.

Spaix® 4, Versión 4.0.13 - 2012/11/28 (Build 334)
 Versión de datos Dec-2012

Nº curva	Curva de performance bomba J 12 D/DKS 50HZ
Curva de referencia J12D-50HZ	



			Boca impulsión 2"	Frecuencia 50 Hz
Densidad 998,3 kg/m ³	Viscosidad 1,005 mm ² /s	Normas de referencia ISO 9906 Gr 2 Annex A1/A2	Velocidad nominal 2800 1/min	Fecha 23/04/2018
Caudal	Altura	Potencia nominal	Rendimiento hidráulico	NPSH



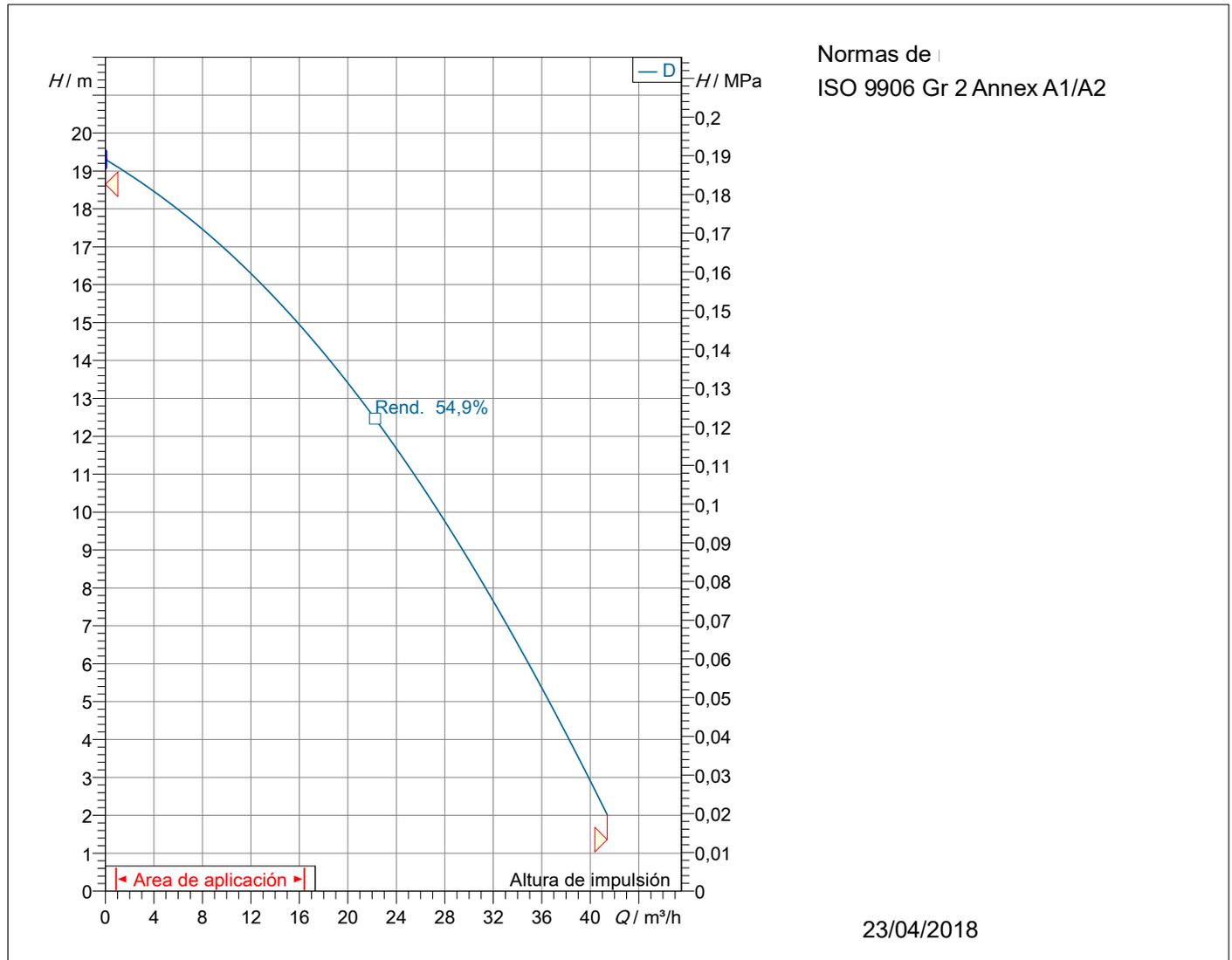
Diámetro de rodete 125 mm	Nº de paletas	Rodete Semi-open impeller	Diámetro cuerpos sólidos	Revisión J12 D-50Hz-AD
------------------------------	---------------	------------------------------	--------------------------	---------------------------

Sulzer reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software.

Spaix® 4, Versión 4.0.13 - 2012/11/28 (Build 334)
Versión de datos Dec-2012



J 15 D/DKS 50HZ



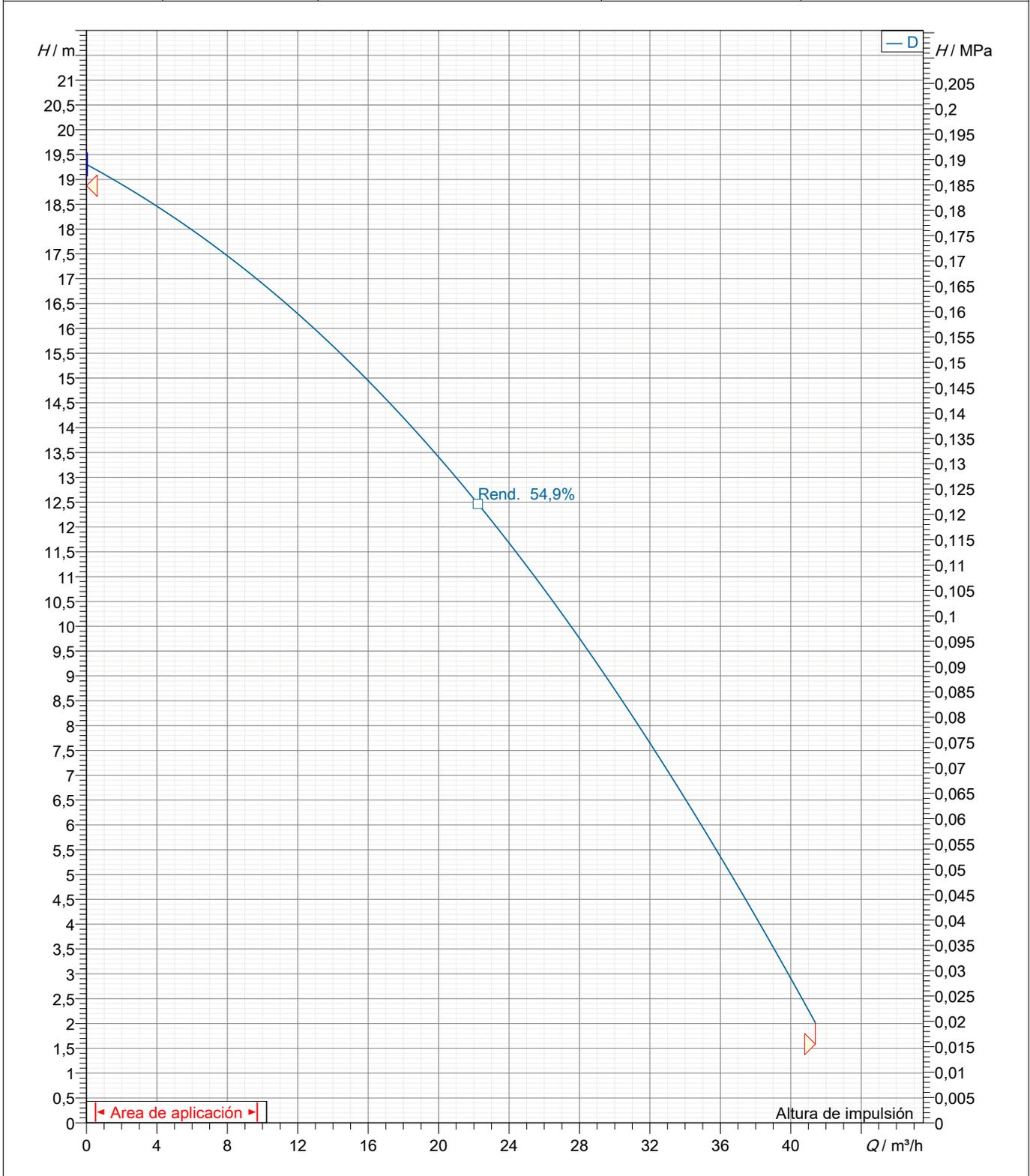
Punto de diseño Caudal Rendimiento NPSH Temperatura 20 °C N° de bombas 1		Altura Potencia absorbida Fluido Agua Tipo de instalación Bomba simple	
Datos de la bomba Tipo J 15 D/DKS 50HZ Serie J 5-84 N° de paletas Paso de sólidos Boca impulsión 2"		Marca ABS Rodete Semi-open impeller Diámetro de rodete 136 mm Boca aspiración 2"	
Datos del motor Tensión nominal 400 V Potencia nominal P2 1,4 kW N° de polos 2 Factor de potencia 0,9 Corriente de arranque Par de arranque Clase de aislamiento F		Frecuencia 50,0 Hz Régimen nominal 2800 1/min Rendimiento 80 % Corriente nominal 2,9 A Par nominal 4,77 Nm Grado de protección IP 68	

Nº curva
Curva de referencia
J15D-50HZ

Curva de performance bomba J 15 D/DKS 50HZ



			Boca impulsión 2"	Frecuencia 50 Hz
Densidad 998,3 kg/m ³	Viscosidad 1,005 mm ² /s	Normas de referencia ISO 9906 Gr 2 Annex A1/A2	Velocidad nominal 2800 1/min	Fecha 23/04/2018
Caudal	Altura	Potencia nominal	Rendimiento hidráulico	NPSH



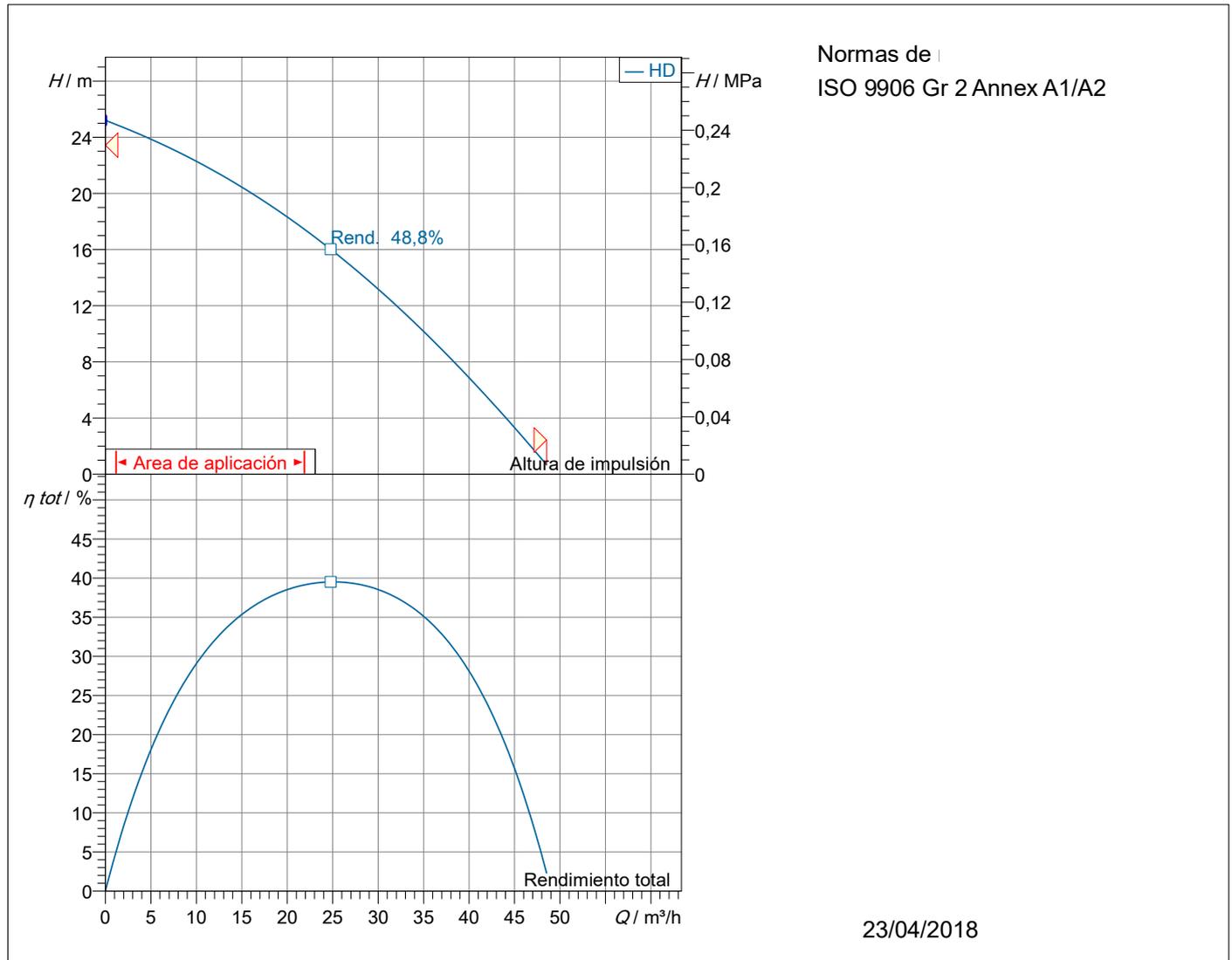
Diámetro de rodete 136 mm	Nº de paletas	Rodete Semi-open impeller	Diámetro cuerpos sólidos 136 mm	Revisión J15 D-50Hz-AC
------------------------------	---------------	------------------------------	------------------------------------	---------------------------

Sulzer reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software.

Spaix® 4, Versión 4.0.13 - 2012/11/28 (Build 334)
Versión de datos Dec-2012



J 24 HD 50HZ



Punto de diseño Caudal Rendimiento NPSH Temperatura 20 °C N° de bombas 1		Altura Potencia absorbida Fluido Agua Tipo de instalación Bomba simple	
Datos de la bomba Tipo J 24 HD 50HZ Serie J 5-84 N° de paletas Paso de sólidos Boca impulsión 2½"		Marca ABS Rodete Semi-open impeller Diámetro de rodete 160 mm Boca aspiración 2½"	
Datos del motor Tensión nominal 400 V Potencia nominal P2 2,3 kW N° de polos 2 Factor de potencia 0,85 Corriente de arranque Par de arranque Clase de aislamiento F		Frecuencia 50,0 Hz Régimen nominal 2870 1/min Rendimiento 81 % Corriente nominal 4,8 A Par nominal 7,65 Nm Grado de protección IP 68	

Sulzer reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software.

Spaix® 4, Versión 4.0.13 - 2012/11/28 (Build 334)
 Versión de datos Dec-2012

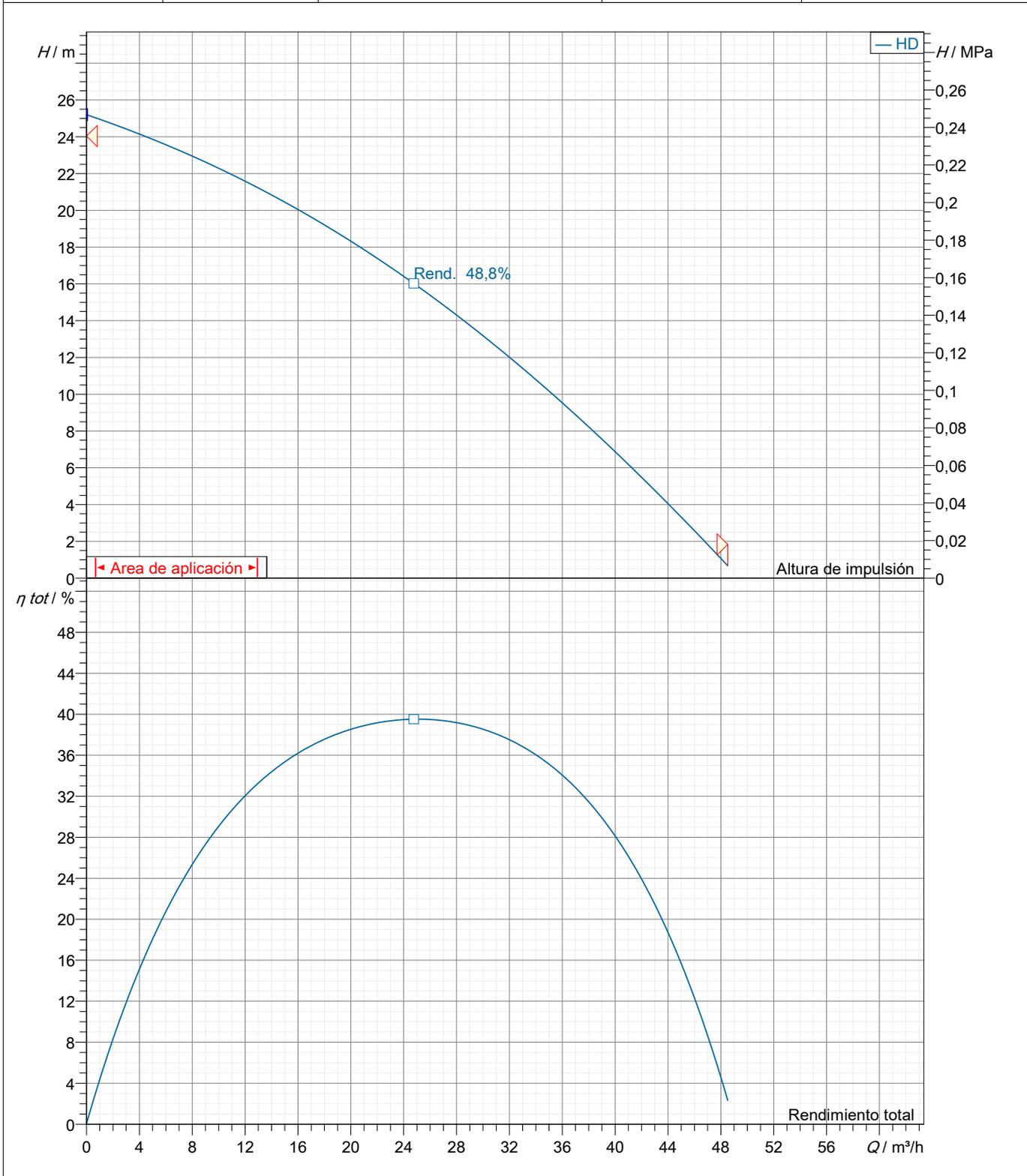
Nº curva
Curva de referencia J24HD-50HZ

Curva de performance bomba

J 24 HD 50HZ



			Boca impulsión 2½"	Frecuencia 50 Hz
Densidad 998,3 kg/m³	Viscosidad 1,005 mm²/s	Normas de referencia ISO 9906 Gr 2 Annex A1/A2	Velocidad nominal 2870 1/min	Fecha 23/04/2018
Caudal	Altura	Potencia nominal	Rendimiento hidráulico	NPSH



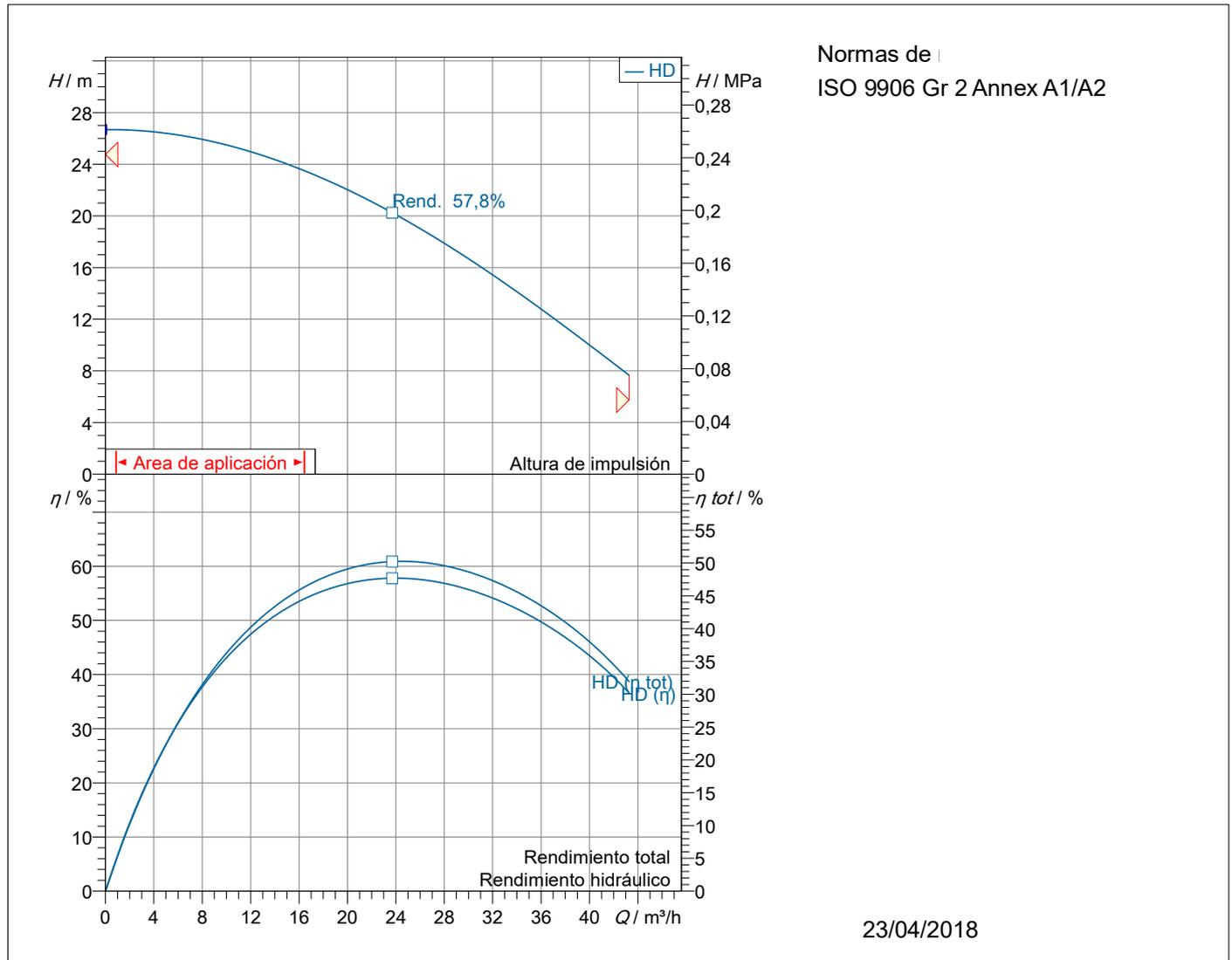
Diámetro de rodete 160 mm	Nº de paletas	Rodete Semi-open impeller	Diámetro cuerpos sólidos 160 mm	Revisión J24 HD-50Hz-AB
------------------------------	---------------	------------------------------	------------------------------------	----------------------------

Sulzer reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software.

Spaix® 4, Versión 4.0.13 - 2012/11/28 (Build 334)
Versión de datos Dec-2012



XJ 25 HD 50HZ



Punto de diseño			
Caudal		Altura	
Rendimiento		Potencia absorbida	
NPSH		Fluido	Water
Temperatura	20 °C	Tipo de instalación	Bomba simple
N° de bombas	1		
Datos de la bomba			
Tipo	XJ 25 HD 50HZ	Marca	ABS
Serie	XJ 25-80	Rodete	Rodete de canal
N° de paletas		Diámetro de rodete	144 mm
Paso de sólidos		Boca aspiración	2 ½"
Boca impulsión	2 ½"		
Datos del motor			
Tensión nominal	400 V	Frecuencia	50,0 Hz
Potencia nominal P2	2,5 kW	Régimen nominal	2920 1/min
N° de polos	2	Rendimiento	87 %
Factor de potencia	0,83	Corriente nominal	5,1 A
Corriente de arranque	25,6 A	Par nominal	8,18 Nm
Par de arranque	17,6 Nm	Grado de protección	IP 68
Clase de aislamiento	H		

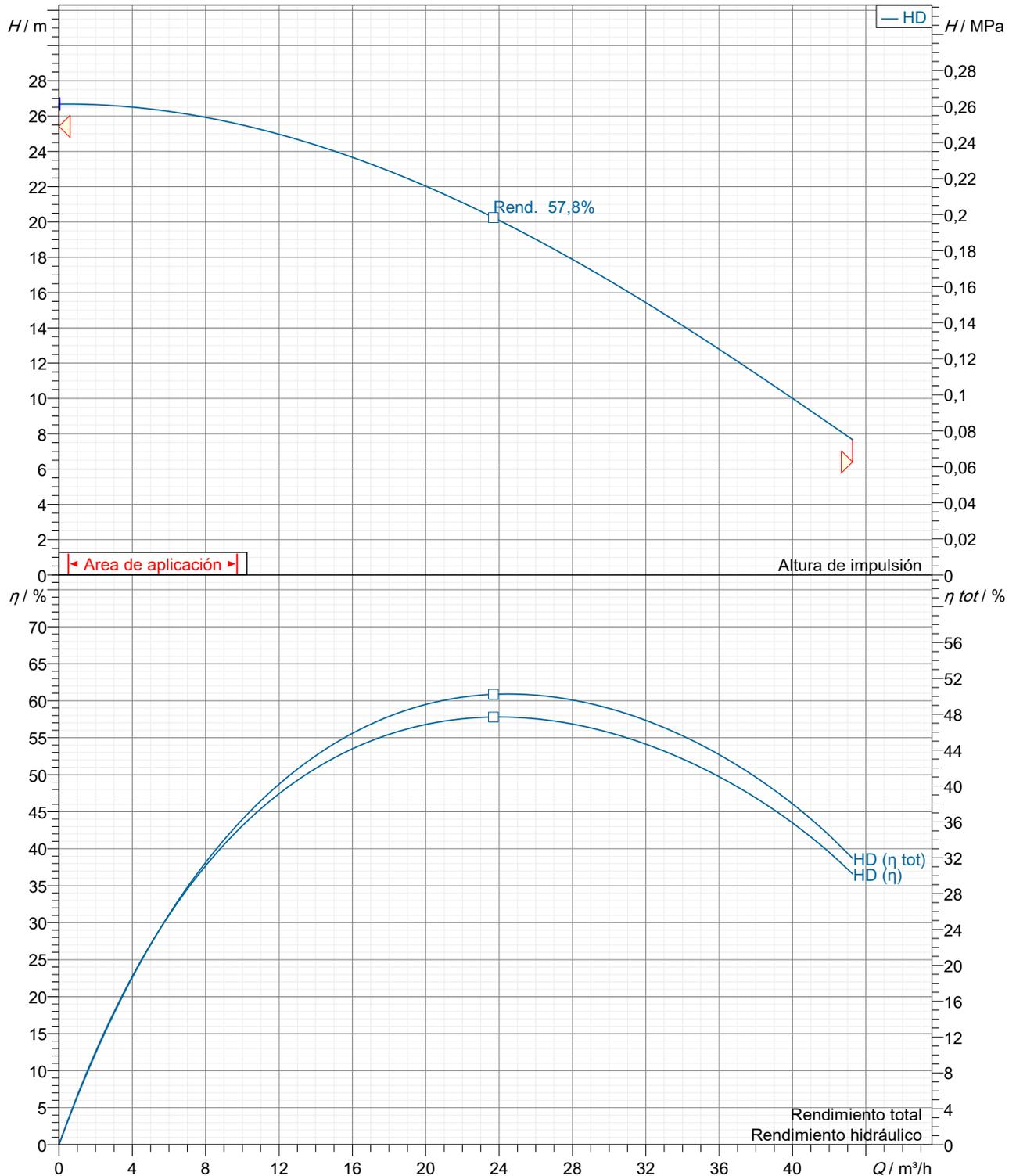
Nº curva
Curva de referencia
XJ25HD-50HZ

Curva de performance bomba

XJ 25 HD 50HZ



			Boca impulsión 2 1/2"	Frecuencia 50 Hz
Densidad 998,3 kg/m³	Viscosidad 1,005 mm²/s	Normas de referencia ISO 9906 Gr 2 Annex A1/A2	Velocidad nominal 2930 1/min	Fecha 23/04/2018
Caudal	Altura	Potencia nominal	Rendimiento hidráulico	NPSH



Diámetro de rodete 144 mm	Nº de paletas	Rodete Rodete de canal	Diámetro cuerpos sólidos 144 mm	Revisión XJ 25 HD 50HZ AB
------------------------------	---------------	---------------------------	------------------------------------	------------------------------

Sulzer reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software.



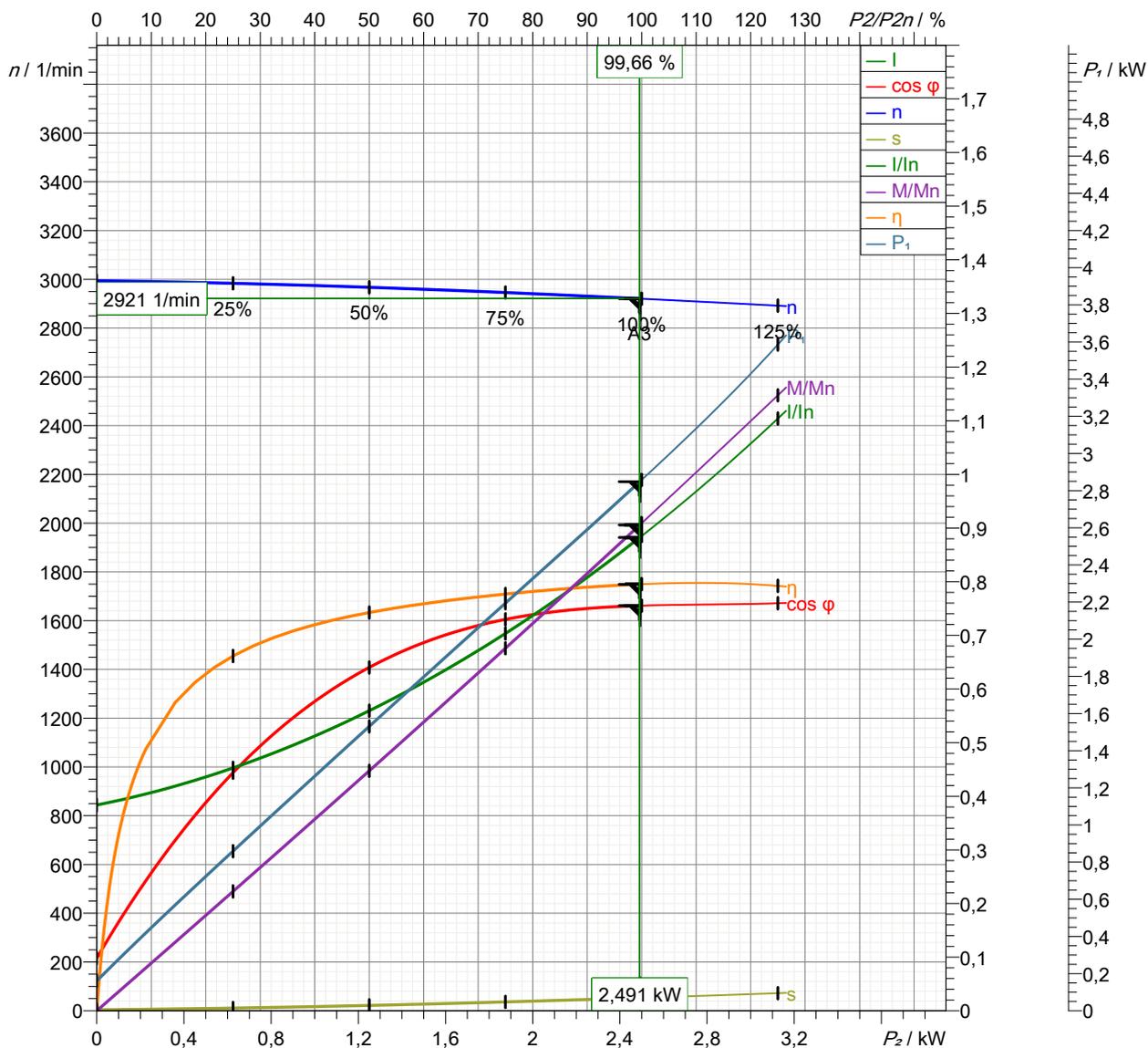
Frecuencia
50 Hz

Curvas motor

HE25-2-50HZ



Potencia nominal 2,5 kW	Factor de servicio 1	Régimen nominal 2920 1/min	Nº de polos 2	Tensión nominal 400 V	Fecha 23/04/2018
----------------------------	-------------------------	-------------------------------	------------------	--------------------------	---------------------



Symbol	En vacío	25 %	50 %	75 %	100 %	125 %
P ₁ / kW	0,161	0,8591	1,531	2,194	2,858	3,586
P ₂ / kW	0	0,625	1,25	1,875	2,5	3,125
I / A	2,152	2,54	3,138	3,946	4,965	6,194
cos φ	0,108	0,4882	0,7041	0,8025	0,8307	0,8357
n / 1/min	2994	2984	2967	2946	2920	2892
s / %	0,2035	0,5488	1,096	1,811	2,658	3,604
η / %	0	72,74	81,66	85,45	87,48	87,13

Tolerancia la VDE 0530 T1 12.84 potencia según

Corriente de arranque 25,6 A	Par de arranque 17,6 Nm	Momento de inercia 0,002 kg m ²		
---------------------------------	----------------------------	---	--	--

Sulzer reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software.

Spaix® 4, Versión 4.0.13 - 2012/11/28 (Build 334)
Versión de datos Dec-2012



Serie EVS 75/10

Válvula de mariposa
 concéntrica junta vulcanizada
 -Wafer-
 Distancia entre caras EN558,
 tabla 5, s.b. 20
 Cuerpo: fundición dúctil
 EN-GJS-400
 Junta: EPDM vulcanizado al
 cuerpo, certificado para agua
 potable
 Eje: acero inoxidable AISI 431
 Disco:
 *DN<500 acero inox AISI 431
 *DN≥500 acero inox AISI 316
 Instalación entre bridas según
 EN1092-2. Bajo consulta ANSI
 Cl. 150
 Revestimiento de epoxi, 200µm



DN>300

Código AVK	DN mm	PN bar	Peso kg	PVP Euro
75005010201005614200	50	16	3	149
75006510201005614200	65	16	3,2	160
75008010201005614200	80	16	3,5	170
75010010201005614200	100	16	4,5	207
75012510201005614200	125	16	6,3	237
75015010201005614200	150	16	8,8	344
75020010201002614200	200	16	13	428
75025010201001314200	250	10	22	687
75025010201002614200	250	16	22	687
75030010201001314200	300	10	32	842
75030010201002614200	300	16	32	842
75035010201001314200	350	10	40	1.204
75035010201002614200	350	16	40	1.204
75040010201001314200	400	10	75	1.847
75040010201002614200	400	16	75	1.847
75045010201001314200	450	10	90	3.172
75045010201002614200	450	16	90	3.172
75050010202001314200	500	10	120	3.899
75050010202002614200	500	16	120	3.899
75060010202001314200	600	10	180	6.965
75060010202002614200	600	16	180	6.965
75070010202001314200	700	10	295	12.213
75080010202001314200	800	10	345	14.212
75090010202001314200	900	10	475	23.263
75100010202001314200	1000	10	635	22.937

Serie EVS 75/10

Válvula de mariposa
 concéntrica junta vulcanizada
 -Wafer-
 Distancia entre caras EN558,
 tabla 5, s.b. 20
 Cuerpo: fundición dúctil
 EN-GJS-400
 Junta: EPDM vulcanizado al
 cuerpo, certificado para agua
 potable
 Eje: acero inoxidable DUPLEX
 Disco: acero inoxidable DUPLEX
 Instalación entre bridas según
 EN1092-2. Bajo consulta ANSI
 Cl. 150
 Revestimiento de epoxi, 200µm



DN>300

75005010203005614200	50	16	3	179
75006510203005614200	65	16	3,2	193
75008010203005614200	80	16	3,5	203
75010010203005614200	100	16	4,5	256
75012510203005614200	125	16	6,3	301
75015010203005614200	150	16	8,8	427
75020010203002614200	200	16	13	590
75025010203001314200	250	10	22	950
75025010203002614200	250	16	22	950
75030010203001314200	300	10	32	1.175
75030010203002614200	300	16	32	1.175
75035010203001314200	350	10	40	1.675
75035010203002614200	350	16	40	1.675
75040010203001314200	400	10	75	3.378
75040010203002614200	400	16	75	3.378
75045010206001314200	450	10	90	4.523
75045010206002614200	450	16	90	4.523
75050010206001314200	500	10	120	5.295
75050010206002614200	500	16	120	5.295
75060010206001314200	600	10	180	7.002
75060010206002614200	600	16	180	7.002
75070010206001314200	700	10	295	12.810
75070010206002614200	700	16	295	12.810
75080010206001314200	800	10	345	15.144
75080010206002614200	800	16	345	15.144
75090010206001314200	900	10	475	25.670
75090010206002614200	900	16	475	25.670
75100010206001314200	1000	10	635	26.934
75100010206002614200	1000	16	635	26.934

DOCUMENTO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Información localización

https://www.google.es/intl/es_es/earth/

- Información estado del arte

<http://turbomaquinastermicasct3412.blogspot.com.es/p/conceptos-b.html>

<https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/04/04/fundamentos-de-las-turbomaquinas/>

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/clasificacionbombashidraulicas/clasificaciondelasbombashidraulicas.html>

<https://sifo.comillas.edu/course/view.php?id=20292>

https://moodle.institutmontilivi.cat/pluginfile.php/118007/mod_resource/content/1/clasificacion.PDF

<http://www.bdigital.unal.edu.co/11934/51/3353962.2007.Parte11.pdf>

<http://www.lawebdefisica.com/dicc/bernoulli/>

<http://sunwindpower.es/>

<http://www.territorioverde.cl/servicios/guiariego.pdf>

- Información parámetros de diseño

<http://www.aemet.es/>

<http://www.avkvalvulas.com/>

<https://www.sulzer.com/en>

<http://epanet.info/descargas/epanet2-es/>

<https://www.accionacom.es/>

[*ABS, Manuel Para El Proyectista*](#)

https://www.boe.es/legislacion/enlaces/boletines_autonomicos.php

