



Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Máster Ingeniería Industrial

Proyecto Fin de Máster

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

Máster Ingeniería Industrial,

Diseño y estudio de viabilidad de una central hidroeléctrica reversible en la Isla de La Gomera

Autor: Alejandro Hermosin Aumente
Director: Íñigo Sanz Fernández

Madrid
Julio 2016

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

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

El autor D. Alejandro Hermosín Aumente DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: DISEÑO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA REVERSIBLE EN LA ISLA DE LA GOMERA, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2ª. 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.

3ª. 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:

- a) 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.
- b) 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.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4ª. Derechos del autor.

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

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) 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.

5ª. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- 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.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) 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.

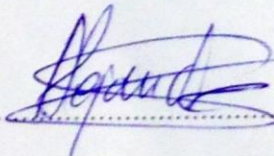
La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes 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 12 de Julio de 2016

ACEPTA

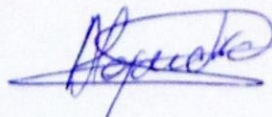
Fdo.



Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

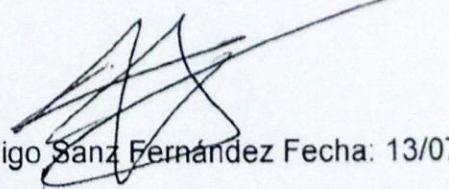
Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
"DISEÑO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA REVERSIBLE EN LA ISLA DE LA GOMERA" en la ETS de
Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2015/2016 es de mi autoría, original 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.

Fdo.: Alejandro Hermosín Aumente Fecha: 20 / 07 / 2016



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Íñigo Sanz Fernández Fecha: 13/07/2016

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

Fdo.: José Ignacio Linares Hurtado

Fecha: / /

Resumen del Proyecto

DISEÑO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA REVERSIBLE EN LA ISLA DE LA GOMERA

Autor: Hermosín Aumente, Alejandro

Director: Sanz Fernández, Íñigo

Entidad Colaboradora: ICAI- Universidad Pontificia de Comillas

Resumen del Proyecto

El proyecto surge por el propio interés propio del alumno en todo lo que rodea a las energías renovables y tiene como objetivo estudiar la implantación de una central hidroeléctrica reversible en una localización concreta.

El Plan de Energías Renovables 2011-2020 establece que para este último año el 20% de la energía consumida en España debe proceder de una fuente renovable. Esta es la motivación principal, el reto de que en diferentes partes de España la implantación de fuentes de energía renovables ha sido desigual, y mediante la construcción en zonas aisladas de centrales hidroeléctricas reversibles se puede ayudar a la aparición de otras o mejorar su rentabilidad, como la eólica o la fotovoltaico cuyo funcionamiento depende de la aleatoriedad del entorno, ya que mediante el bombeo se puede almacenar la energía que las otras produzcan cuando no sea necesario, y turbinar durante los momentos de demanda más alta.

La primera parte del proyecto por tanto abarca la justificación del proyecto, las motivaciones, y la búsqueda de la ubicación para la central. Para esto último se realiza un análisis del mercado eléctrico en las diferentes islas del archipiélago Canario para así discernir sobre en cuál de las islas sería más necesario. Finalmente se ha decantado por la Isla de La Gomera debido a su escasa implantación de instalaciones renovables y que prácticamente el 100% de su electricidad consumida proviene de la central térmica El Palmar. Una vez decidida la isla, se busca la posibilidad de utilizar embalses ya existentes debido al ahorro que supondría. Finalmente se encuentra un embalse suficientemente grande para actuar como embalse o nivel inferior, el embalse de Almalahüigue de 900.000 m³ de capacidad, mientras que el embalse o nivel inferior será a construir con unas dimensiones de 60x50x10 y una capacidad de 30.000 m³. Esta localización permite un desnivel entre los dos embalses de 300 metros.

Una vez elegida la ubicación se comienza con el diseño de la central propiamente dicho. El primer paso es seleccionar las tuberías y calcular las pérdidas de carga. Debido al elevado desnivel entre los dos embalses, que necesitaría de bombas muy grandes se decide separar la central en dos partes, la primera parte con 4 bombas en paralelo impulsando un caudal de 1000 m³/h cada una, y otra parte con otras cuatro bombas en serie separadas dos a dos. Esto permitirá instalar bombas más pequeñas y económicas. A su vez, con el objetivo de desligar las pérdidas de carga de una zona de la otra, se decide que la primera zona descargue en un pozo de bombeo, que habrá que dimensionar. Una vez establecidas las dimensiones de ambas zonas se calculan las pérdidas de carga para cada zona tanto para bombeo como para turbinación, y

Resumen del Proyecto

se puede establecer la altura efectiva de cada una de las turbomáquinas y proceder a la selección de las bombas y de las turbinas para la instalación, obteniendo de esta manera la potencia nominal de la central para cada uno de sus modos de funcionamiento, siendo estos 4,13 MW en bombeo y 2,82 MW en turbinación. Para hacer esto se procede a estudiar las diferentes ofertas del mercado buscando precios normales en los diferentes catálogos de las empresas del mercado. Lo mismo se hace con las máquinas eléctricas y los transformadores, necesarios para el intercambio de energía entre la red y la central. Para finalizar la fase de diseño de la central se adjunto los diferentes planos que son necesarios para entender el funcionamiento de la instalación.

Una vez realizado el diseño de la central se realiza la estimación del presupuesto y de la inversión inicial necesaria para su puesta en marcha. Para hacer esto se utiliza la ecuación LCC (Life Cost Cycle) que permite tener en cuenta los diferentes costes intrínsecos al ciclo de vida de un proyecto siendo estos, compra, instalación y puesta en marcha, obtención de energía, operación, mantenimiento, reparaciones, costes medioambientales y finalmente retirada. Además de los costes que van a ser tenidos en cuenta, es necesario establecer una longitud a la vida útil de la central, habiéndose escogido en este caso 50 años. Teniendo en cuenta estos costes y esta vida útil, el presupuesto de la central asciende a **Dos millones trescientos doce mil ochocientos catorce Euros (2.312.814 €)**.

Una vez realizado el diseño y estimado el presupuesto se procede a estudiar la viabilidad de la central. La viabilidad esta estudiada desde el punto de vista técnico, económico y medioambiental. La viabilidad técnica se justifica durante la parte del diseño, mediante el estudio de no cavitación y sobre el golpe de ariete. Para estudiar la viabilidad económica se utiliza la ecuación del VAN (Valor Actual Neto) que permite calcular el valor actual de los diferentes flujos de caja futuros que se producirán a lo largo del proyecto. Mediante el cálculo del VAN se establece si el proyecto va a producir rentabilidad o no. Para hacer esto es necesario conocer el valor de la inversión inicial, que se calcula sumando los costes del presupuesto que se tienen que realizar antes de la puesta en marcha de la central. La inversión inicial asciende en este caso a **un millón setecientos sesenta mil doscientos euros (1.761.200,0 €)**.

Junto a la inversión inicial se debe calcular los beneficios que va a generar la central. Para hacer esto se discretiza el día en dos periodos de 7 horas, uno de bombeo y otro de turbinación. La central funcionará en modo turbinación durante las 7 horas del día que presenten un precio horario de compra de energía en MWh mayor, mientras que durante las 7 horas con un precio menor la central funcionará en modo bombeo. Para conocer los precios horarios de energía se recurre a los datos publicados del OMIE, calculándose el beneficio medio esperado para cada mes del año.

Para estos valores de inversión inicial y de beneficios esperados para la compra-venta de electricidad se obtiene un VAN negativo. Esto quiere decir que el proyecto no va a ser suficientemente rentable para compensar una inversión inicial y unos costes demasiado elevados comparados con los beneficios que la central produce. A pesar de esto, para justificar la rentabilidad de la central hidroeléctrica es posible acogerse al Plan de Retribución Específico del Gobierno para las energías renovables. Concretamente es posible acogerse a recibir un

Resumen del Proyecto

término por unidad de potencia que compense la inversión inicial para instalaciones renovables de elevado coste. Así se lograría compensar los costes de la inversión y aumentar la rentabilidad de la central. Aún así, se pone de relevancia que una central hidroeléctrica reversible por sí sola no produce suficientes beneficios apoyándose simplemente en las diferencias de precio entre los picos y los valles de demanda energética, sino que el mayor punto fuerte de estas centrales es la posibilidad de almacenamiento de energía, que combinándolo con otras fuentes de energía renovables, permita disminuir la utilización de fuentes de energía contaminantes.

Para terminar el proyecto se realiza un estudio sobre el impacto ambiental y la viabilidad desde el punto de vista medio ambiental. Debido al carácter natural de la isla y de la existencia de un Parque Nacional en el centro de la misma hace que el respeto del medio ambiente sea muy importante para la realización del proyecto, ya de que no hacerlo este puede ser rechazado o cancelado. Para ello se enumeran los posibles impactos o riesgos que pueden aparecer en una central de este tipo y se proponen actuaciones a seguir para minimizarlos.

DESIGN AND FEASIBILITY STUDY OF A HYDROELECTRIC REVERSIBLE POWER PLANT IN THE GOMERA ISLAND

Author: Alejandro Herмосín Aumente

Director: Íñigo Sanz Fernandez

Collaboratorion Entity: Universidad Pontificia de Comillas ICAI

Abstract of the project

The project purpose arises from the interest of the student in everything related to renewable energy and is aimed to study the implementation of a reversible hydroelectric power plant at a specific location.

The Renewable Energy Plan 2011-2020 states that 20% of the energy consumed in Spain must come from a renewable source. This is the main motivation, the challenge that in different parts of Spain the implementation of renewable energy sources has been uneven, and by building in isolated areas of reversible hydroelectric power plants can help the appearance of others or improve their profitability, such as wind mills or photovoltaic plants whose operation depends on the randomness of the environment as by pumping can store energy than other produce when not needed, and turbinning during times of highest demand.

The first part of the project includes the project justification, motivations, and the research for a location for the plant. To do this, an analysis of the electricity market is carried out in the different islands of the Canary archipelago in order to discern which of the islands would be most suitable for the project. It has been finally chosen the island of La Gomera due to its poor implementation of renewable energy installations and because of almost 100% of its electricity consumed comes from the thermal power station El Palmar. After choosing the island, it is necessary to look for the possibility of using existing reservoirs due to the savings that would result. Finally the large enough Almalahüigue reservoir is going to act as the lower level or reservoir with a capacity of 900,000 m³, while higher level will be built, with dimensions of 60x50x10 and a capacity of 30,000 m³. This location allows for a gap between the two reservoirs of 300 meters.

Once the location is chosen it is time to begin with the design of the plant itself. The first step is to select the pipes and calculate the losses. Due to the large gap between the two reservoirs, which would have required very large pumps, it is decided to split the plant into two parts, the first part with 4 pumps in parallel to drive a flow of 1000 m³ / h each, and a second part with four other bombs serially spaced in pairs. This will let us install smaller and cheaper pumps. In turn, with the aim of reversing losses of a zone of the other, it is decided that the first zone unload in a pumping well, which will be dimensioned. the dimensions of both areas are

Resumen del Proyecto

established, the load losses for each zone and for both pumping or turbine stations are calculated, so we will be able to set the effective height of each of the turbomachinery and proceed to the selection of pumps and turbines for the plant, thereby obtaining the nominal power of the plant for each of its operating modes, these being 4.13 MW for pumping and 2.82 MW for turbinning. To do this we proceed to study the different offers on the market, looking normal prices in the catalogs of the companies in the market. The same is done with electric machines and all the necessary for the energy exchange between the network and the power plant. The different planes that are necessary to understand the operation of the facility are attached to complete the design phase of the plant.

Once the design of the power plant is completed, it is time for the budget estimation and the initial investment required for its implementation. To do this, the equation LCC (Life Cost Cycle) is used, which allows taking into account the different intrinsic costs the life cycle of a project being these, purchasing, installation and commissioning, energy production, operation, maintenance, repairs used, environmental costs and eventually withdrawn. In addition to the costs that will be taken into account, it is necessary to set a length to the life of the plant, having been chosen in this case 50 years. Given these costs and useful life, power plant budget rises to **two million three hundred and twelve thousand eight hundred and fourteen Euros (€ 2,312,814)**.

Once the design and the budget estimation are done, we proceed to study the feasibility of the plant. The feasibility is studied from the technical, economic and environmental point of view. The technical feasibility is justified during the design part, by studying no cavitation and water hammer. To study the economic viability, the equation NPV (net present value) is used for calculating the present value of future cash flows that will occur throughout the project used. By calculating the NPV it is set if the project will produce profits or not. To do this it is necessary to know the value of the initial investment, which is calculated by adding the costs of the budget that must be done before the commissioning of the plant. The initial investment in this case arises to **one million seven hundred sixty thousand two hundred euros (€ 1,761,200.0)**.

Along with the initial investment we must calculate the benefits that the plant will generate. To do this, the days are splitted up into two periods of seven hours, one for pumping and the other for turbinning. The plant works in turbination mode while the 7 hours when the energy price for MWh is higher, while during the 7 hours with a lower price the plant works in pumping mode. For the diary energy pricing the OMIE published data is used to calculate the average profit expected for each month of the year.

For these values of initial investment and expected benefits for the buying and selling of electricity a negative NPV is obtained. This means that the project will not be profitable enough with this high initial investment and excessively high costs compared to the benefits that the plant produces. Despite this, to justify the profitability of the hydroelectric plant may benefit from the specific Compensation Plan Government for renewable energy. Specifically it may qualify to receive an economic amount per power unit to offset the initial investment for high-cost renewable energy installations. This would ensure offset the investment costs and increase profitability of the plant. Still, it becomes important that a pumped-storage hydroelectricity alone does not produce enough benefits simply relying on price differences between the peaks and valleys of energy demand, but the greatest strength of these plants is the possibility of storage energy, which combined with other sources of renewable energy, allow to reduce the use of polluting energy sources.

Resumen del Proyecto

To complete the project a study on the feasibility and environmental degradation is done. Due to the natural character of the island and the existence of a National Park in the middle of it makes the respect for the environment a very important issue for the project, and not taking it into account can make this project be rejected or canceled. For this, the potential impacts or risks that may appear in a plant of this type and possible actions are proposed in order to minimize them.



Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Máster Ingeniería Industrial

Proyecto Fin de Máster

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

Máster Ingeniería Industrial,

DISEÑO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD
DE UNA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA REVERSIBLE EN
LA ISLA DE LA GOMERA

Autor: Alejandro Hermosin Aumente

Director: Íñigo Sanz Fernández

Madrid

Julio 2016

Partes de las que consta el proyecto

Parte 1.- Memoria descriptiva

- 1.-Revisión del estado del arte
- 2.-Motivaciones y estudio preliminar
- 3.-Estudio de la ubicación
- 4.-Diseño de la instalación
- 5.-Anexo Cálculos
- 6.-Anexo Catálogos

Parte 2.- Planos

- 1.-Planos

Parte 3.- Estudio económico

- 1.-Presupuesto inicial
- 2.- Estudio de los costes/ingresos de generación
- 3.- Viabilidad económica
- 4.- Anexos

Parte 4.- Estudio de viabilidad medioambiental

- 1- Introducción
- 2- Parque Nacional Garajonay
- 3- Riesgos/Impactos

Parte 5.- Pliego de Condiciones

- 1.-Pliego de condiciones económicas
- 2.-Pliego de condiciones técnicas

PARTE 1

MEMORIA DESCRIPTIVA

Índice de la Memoria Descriptiva

1.1-Introducción	9
1.2.-Revisión del estado del arte	10
1.2.1.-Repaso sobre la energía hidráulica	10
1.2.2.- Repaso sobre las Turbomáquinas	11
1.2.2.1.- Particularidades Turbinas	13
1.2.2.2.- Particularidades de las bombas.....	14
1.3.- Estudio preliminar sobre la inclusión de la central de Bombeo-Turbinación.....	15
1.3.1.-Descripción y clasificación de las centrales de acumulación por bombeo	16
1.3.2.- Impacto de la introducción de potencial hidráulico en una localización concreta	18
1.4.- Análisis del sector eléctrico en Canarias	20
1.4.1.- Análisis de las particularidades de La Gomera.....	22
1.4.2.- Ubicación de la central	24
1.5.- Diseño de la central hidroeléctrica reversible	26
1.5.1.- Parámetros fundamentales para la producción de energía	26
1.5.1.1.- Altura neta del embalse superior	26
1.5.1.2.- Volumen embalse superior y energía acumulada	26
1.5.1.4.- Energía útil	27
1.5.2.- Diseño de la instalación.....	27
1.5.2.1.- Bombas en paralelo.....	28
1.5.2.2.- Bombas en serie	29
1.5.2.3.- Caudal nominal de cada zona de la instalación.....	30
1.5.2.4.- Selección de las tuberías, material y diámetro	30
1.5.2.5.- Selección de las válvulas	31
1.5.2.6.- By-pass de las bombas intermedias	32
1.5.2.7.- Rejilla	33
1.5.2.8.- Pozo de bombeo intermedio.....	33
1.5.3.- Pérdidas de carga en la instalación	34
1.5.3.1.- Pérdidas por fricción en las paredes	34

1.5.3.2.- Pérdidas de carga en curvaturas o codos	35
1.5.3.3.- Pérdidas en válvulas	35
1.5.4.- Altura efectiva de las bombas y turbinas	36
1.5.4.1.- Modo bombeo	36
1.5.4.1.1.- Bombas zona 1	36
1.5.4.1.2.- Bombas zona 2	36
1.5.4.1.- Modo turbinación.....	36
1.5.5.- Potencias y rendimientos en las turbomáquinas.....	37
1.5.5.1.- Potencia efectiva	37
1.5.5.2.- Potencia eléctrica	37
1.5.6.- Potencia neta de la instalación	38
1.5.7.- Influencia de la lluvia sobre la central.....	38
1.5.8- Elección de las turbomáquinas	39
1.5.8.1.- Bombas centrífugas	39
1.5.8.1.1.- Selección Bombas.....	41
1.5.8.2.- Turbinas Hidráulicas	41
1.5.8.2.1- Selección Turbinas	42
1.5.9.- Máquinas eléctricas	43
1.5.9.1.- Motor de corriente alterna.....	43
1.5.9.2.- Motor eléctrico elegido	45
1.5.9.3.- Generadores síncronos.....	46
1.5.9.4.- Generador eléctrico elegido	47
1.5.10 Transformadores y red de conexión.....	47
1.5.11.- Viabilidad Técnica.....	47
1.5.11.1.- Golpe de ariete.....	48
1.5.11.2.- Cavitación.....	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Zonas de la instalación	28
Tabla 2. Diámetro de tuberías	31
Tabla 3. Coeficiente <i>Kb</i>	35
Tabla 4. Coeficiente <i>Kv</i>	36
Tabla 5. Valores climatológicos de la isla de la Gomera	39

Tabla 6. Velocidades de sincronismo y numero de polos44
Tabla 7. Modelo de motor para cada zona46

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ángulos de velocidad. Fuente: C. Mataix, Turbomáquinas Hidráulicas, 2ª Edición 12
Ilustración 2. Curva de carga en un día en una red alimentada por centrales base y centrales de bombeo16
Ilustración 3. Esquema central reversible. Fuente: Google17
Ilustración 4. Curva de demanda horario de electricidad en Gran Canaria en 2007. Fuente: gobiernodecanarias.org 19
Ilustración 5. Distribución del número de clientes por islas. Fuente: ccelpa.org20
Ilustración 6. Fuente: Gobierno de Canarias21
Ilustración 7. Fuente: Gobierno de Canarias21
Ilustración 8. Variación horario demanda eléctrica de La Gomera. Fuente: Red Eléctrica de España 22
Ilustración 9. Central Térmica EL Palmar. Fuente: www.energia.laspalmasgc.es23
Ilustración 10. Ubicación parque eólico. Fuente: Agencia Empresarial Eólica24
Ilustración 11. Ubicación de la central en la isla Fuente: Google Earth25
Ilustración 12. Bombas en paralelo. Fuente: “Turbomáquinas Hidráulicas”. C. Mataix, 2ª edición28
Ilustración 13. Bombas en serie. Fuente: “Turbomáquinas Hidráulicas”. C. Mataix, 2ª edición.29
Ilustración 14. Válvula reguladora tipo mariposa. Fuente: KSB32
Ilustración 15. Válvula antirretorno tipo claveta oscilante. Fuente: KSB32
Ilustración 16. Ejemplo de un by-pass de tuberías Fuente: TLV33
Ilustración 17. Ejemplo de un pozo de bombeo con dos bombas en paralelo sumergidas. Fuente: Salher33
Ilustración 18. Bomba radial con un escalonamiento40
Ilustración 19. Turbine Application Chart. Fuente:www.hydroni.co.uk/42
Ilustración 20. Turbinas Pelton de Andrtiz Hydro. Fuente: Andrtiz Hydro/hy-mini-compact-brochure43
Ilustración 21. Motor inducción44
Ilustración 22. Rotor tipo “jaula de ardilla”45
Ilustración 23. Características motor eléctrico45
Ilustración 24. Esquema de un generador síncrono46
Ilustración 25. Características del motor eléctrico47

1.1-Introducción

Uno de los mayores retos a los que la humanidad se enfrente en las próximas décadas es la búsqueda de fuentes de energía renovables y sostenibles, con las que ser capaz de satisfacer el incremento de la demanda energética previsto debido al aumento de la población mundial respetando a la misma vez el medio ambiente contaminando lo menos posible. La energía hidroeléctrica es una de las energías renovables más utilizada en todo el mundo ya que se estima que el 20% de la energía consumida en el mundo tiene origen hidroeléctrico, mientras que en los países en desarrollo este porcentaje se eleva hasta el 33%. Si se compara con otras energías renovables los datos son contundentes: del total de la producción renovable mundial, un 90% tiene su origen en la energía hidráulica. En nuestro país, el desarrollo a corto plazo se encuentra definido en el Resumen del Plan de Energías Renovables 2011-2020 que establece una cuota mínima del 20% de energía procedente de fuentes renovables, y que propone algunas medidas para solucionar los problemas derivados de la instalación y aprovechamiento de las diferentes centrales: coordinar y racionalizar los criterios de impacto ambiental entre las organizaciones, actualizar la normativa de conexión a la red o la realización de campañas de información sobre las bondades de la hidroelectricidad.

De esta manera el proyecto se posiciona en la intención de explorar esta importante fuente de energía, y a lo largo de este se estudiará su aplicación y su viabilidad tanto desde un punto de vista tecnológico como económico.

Para llevar a cabo el proyecto se ha elegido las Islas Canarias debido a que es un archipiélago lo suficientemente alejado como para que cada isla tenga que producir su propia energía, contando a su vez con una escasa presencia de energías renovables. De esta manera se podrá estudiar más fácilmente el impacto de introducir una central hidráulica reversible en una de las islas.

1.2.-Revisión del estado del arte

1.2.1.-Repaso sobre la energía hidráulica

La energía hidráulica es aquella que es producida por el agua retenida en embalses o pantanos a una determinada altura, de esta manera lo que se está almacenando es su energía potencial. Cuando se desee, se puede dejar caer el agua hasta un nivel inferior, convirtiendo su energía potencial en energía cinética, y a partir de esta en energía eléctrica a través de grupos turbina-alternador. La ecuación física que describe este fenómeno es el principio o teorema de Bernoulli. Esta describe el comportamiento de un fluido bajo condiciones variantes, expresando que la energía permanece constante a lo largo de todo el recorrido. En la siguiente expresión se presenta la fórmula del principio de Bernoulli.

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + z_1 + W = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + z_2$$

Se pueden diferenciar el término de la energía cinética $\frac{v^2}{2g}$, de la energía potencial z , y de la energía de presión $\frac{P}{\rho g}$. El término W se refiere al trabajo externo suministrado o extraído del fluido, ya sea por una bomba o una turbina, pudiendo ser por tanto este término positivo o negativo. Es esta última energía la que se transforma posteriormente mediante un alternador para generar electricidad, que será posteriormente transportada a los lugares de consumo.

La energía hidráulica ha sido utilizada por el hombre desde hace siglos, ya fuera para moler trigo mediante molinos de agua, o para generar electricidad desde comienzos de la Revolución Industrial. A día de hoy su uso principal es la generación de electricidad mediante centrales hidroeléctricas, donde se utilizan enormes turbinas hidráulicas para extraer energía del agua, como se ha explicado anteriormente con el principio de Bernoulli. Existen a su vez diferentes tipos de centrales eléctricas:

- Centrales de Agua Fluente: Se construyen en los lugares en que la energía hidráulica debe ser utilizada en el instante en que se dispone de ella, para accionar las turbinas hidráulicas. No cuentan con reserva de agua, por lo que el caudal suministrado oscila según las estaciones del año.
- Centrales de Agua Embalsada: Se alimenta del agua de grandes pantanos o embalses conseguidos mediante la construcción de presas. Se almacenan los caudales de los ríos afluentes, llegando a elevados porcentajes de captación de

agua. Esta es utilizada según la demanda, a través de conductos que la encauzan hacia las turbinas.

- **Centrales de Regulación:** Tienen la posibilidad de almacenar volúmenes de agua en el embalse, que representan periodos más o menos prolongados de aportes de caudales medios anuales. Prestan un gran servicio en situaciones de bajos caudales, ya que el almacenamiento es continuo, regulando de modo conveniente para la producción. Se adaptan bien para cubrir horas punta de consumo.
- **Centrales de Bombeo o Reversibles:** Una central hidroeléctrica reversible es una central hidroeléctrica que además de poder transformar la energía potencial del agua en electricidad, tiene la capacidad de hacerlo a la inversa, es decir, aumentar la energía potencial del agua subiéndola de nuevo al embalse, consumiendo para ello energía eléctrica. De esta manera puede utilizarse como un método de almacenamiento de energía (una especie de batería gigante). Están concebidas para satisfacer la demanda energética en horas pico y almacenar energía en horas valle.

A su vez, como cualquier otra fuente de energía, la hidráulica presenta tanto ventajas como inconvenientes. Dependiendo de qué tipo sea la central, estas serán más o menos apreciables.

- **Ventajas:** Es una fuente de energía renovable y limpia, que a su vez debido al ciclo del agua es inagotable. También permite regular el caudal de los ríos disminuyendo el riesgo de inundación durante las crecidas. Por otro lado, la gran ventaja que presenta es la eliminación de combustibles en la generación eléctrica, siendo de esta manera inmune a la variabilidad habitual del precio de los carburantes.
- **Inconvenientes:** La construcción de presas es costosa, y la producción de grandes embalses provoca pérdidas tanto de suelo productivo como de flora y fauna, debido a la inundación del terreno. También provoca la disminución del caudal del río aguas abajo, alterando así el ecosistema.

1.2.2.- Repaso sobre las Turbomáquinas

Según la definición que da Claudio Mataix en su libro Turbomáquinas Hidráulicas, 2ª Edición, Turbomáquina es toda aquella máquina de fluido cuyo principio de funcionamiento es la ecuación de Euler y tiene como objetivo intercambio de energía entre la máquina y el fluido en cuestión cuando éste pasa por el rodete o órgano intercambiador de energía. En la siguiente ecuación se puede ver una simplificación de la ecuación de Euler:

$$\dot{W} = \dot{m}(c_{1u}u_1 - c_{2u}u_2)$$

Siendo:

- \dot{W} : Potencia transmitida que puede ser positiva o negativa
- \dot{m} : Caudal másico que pasa por la máquina
- c_{iu} : Velocidad absoluta del fluido. Los subíndices 1 y 2 representan la entrada y la salida de la máquina
- u_i : Velocidad absoluta del rodete en los diámetros de entrada y salida

Como se desprende de la definición de \dot{W} , las Turbomáquinas Hidráulicas pueden ser generadoras o motoras, dependiendo de si aprovechan el paso del fluido para obtener energía ($\dot{W} > 0$) o por lo contrario fuerzan el paso de éste utilizando para ello energía ($\dot{W} < 0$).

La parte más importante de una turbomáquina hidráulica es el rodete ya que es ahí donde se produce la transmisión de energía con el fluido. Hay diferentes tipos de rodetes, pero la mayoría de ellos presentan las mismas partes y se analizan de la misma manera. En la siguiente Ilustración se puede ver una representación gráfica de un álabe de rodete de una bomba hidráulica. En ella aparecen lo que se conoce como ángulos de velocidad:

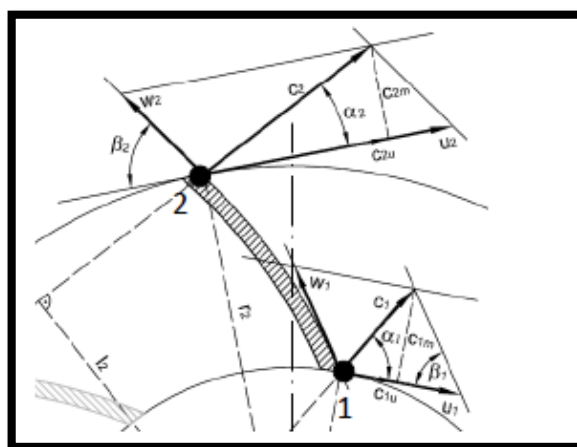


Ilustración 1. Ángulos de velocidad. Fuente: C. Mataix, Turbomáquinas Hidráulicas, 2ª Edición

- Velocidad c_i : Velocidad absoluta del fluido
- Velocidad u_i : Velocidad de rotación del rodete
- Velocidad w_i : Velocidad relativa del fluido con respecto a los álabes
- Ángulo α_i : Ángulo formado entre la velocidad absoluta del fluido y la velocidad tangencial u_i
- Ángulo β_i : Ángulo formado entre el vector correspondiente a la velocidad relativa y la velocidad u_i

Los ángulos β_1 y β_2 son ángulos constructivos, es decir, se pueden medir sobre el rodete y son los que se deben seleccionar durante la etapa del diseño. Por el contrario, el ángulo α es un ángulo no constructivo, lo que quiere decir que vendrá como consecuencia de los otros dos.

1.2.2.1.- Particularidades Turbinas

Las turbinas hidráulicas se emplean fundamentalmente para aprovechar la energía de los saltos naturales de agua. Estas turbomáquinas presentan un mayor rendimiento que por ejemplo las turbinas de vapor, alcanzando las más modernas valores de 92-95%.

La altura neta disponible para la turbina es la altura bruta del salto menos las pérdidas hidráulicas de la tubería forzada. Esta altura neta se designa como H . Por otro lado, la altura absorbida por el rodete se designa como H_u , y es igual a la altura neta menos las pérdidas producidas en el interior del rodete:

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

Otra manera de obtener la altura absorbida por el rodete es mediante los triángulos de velocidad:

$$H_u = \frac{u_1 c_1 - u_2 c_2}{g}$$

Potencias y rendimientos:

- Potencia hidráulica del agua al entrar a la turbina:

$$P = Q\rho gH$$

- Potencia que la turbina pone en el eje y que transmite al alternador:

$$P_a = M\omega$$

- Potencia intercambiada en el rodete:

$$P_u = Q_{rod}gH_u$$

- Rendimiento total:

$$\eta = \frac{P_a}{P}$$

Según la altura neta y el caudal circulante hay diferentes tipos de turbinas hidráulicas. Entre las más importantes cabe destacar las siguientes:

- Turbinas Kaplan: Son turbinas axiales con la particularidad de que pueden variar el ángulo de sus pala durante en funcionamiento. Están diseñadas para saltos de agua pequeños y caudales grandes de agua
- Turbinas Francis: Son turbinas de reacción de flujo mixto. Se pueden diseñar para un amplio rango de saltos y caudales. Esto, junto a su eficiencia, hace que sea la turbina más usada en las centrales eléctricas
- Turbina Pelton: Son turbinas de flujo transversal y de admisión parcial. Se considera la evolución directa de los molinos de agua, ya que cuenta con palas o cucharas en vez de álabes. Están diseñadas para saltos muy grandes y caudales pequeños.

1.2.2.2.- Particularidades de las bombas

Las bombas son junto a los motores eléctricos las máquinas más frecuentemente empleadas. Las bombas rotodinámicas se construyen con potencias que oscilan desde una fracción de kW hasta más de 100.000 kW. Las pequeñas se fabrican en serie pero las de mayor potencia, como las que se usan para centrales de acumulación por bombeo o para centrales nucleares, son objeto de diseño especial y que utiliza las más avanzadas tecnologías. La inmensa variedad de condiciones de servicio: caudal, altura de impulsión y velocidad de rotación, exige una ilimitada variedad de tipos de bombas, aunque la clasificación más importante es la diferenciación en axiales, diagonales y radiales.

- Las bombas radiales con uno o varios escalonamientos se usan para caudales pequeños y alturas relativamente grandes
- Con caudales grandes y alturas pequeñas se utilizan bombas de flujo diagonal o mixto
- Las bombas axiales se emplean para caudales muy grandes y alturas de impulsión aún más pequeñas

Al igual que las turbinas, las bombas también tienen una altura neta o efectiva y una altura útil, pero esta vez la relación es diferente, ya que ahora las pérdidas que se producen en el interior se descuentan a la altura útil, tal y como se puede ver en la siguiente ecuación:

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

Con las bombas también es posible obtener la altura útil, o altura proporcionada por rodete mediante los triángulos de velocidad, siendo la relación la siguiente:

$$H_u = \frac{u_2 c_2 - u_1 c_1}{g}$$

Potencias y rendimientos:

- Potencia hidráulica de agua efectiva o potencia útil

$$P = Q \rho g H$$

- Potencia intercambiada en el eje del rodete:

$$P_u = Q_{rod} g H_u$$

- Potencia proporcionada por el motor en el eje:

$$P_a = M \omega$$

- Rendimiento total:

$$\eta = \frac{P}{P_a}$$

1.3.- Estudio preliminar sobre la inclusión de la central de Bombeo-Turbinación

El tipo de central hidroeléctrica cuyo diseño e instalación se va a estudiar a lo largo del proyecto es una central inversa de Bombeo-Turbinación. Como ya se ha explicado anteriormente, estas centrales tienen la particularidad de que además de transformar la energía potencial del agua almacenada en energía eléctrica, son capaces de hacer lo contrario, bombeando agua hacia arriba para volverla a almacenar. Están concebidas para satisfacer la demanda en horas picos de generación, esto es, cuando hay mayor demanda y el precio de la energía es por tanto mayor. Es en esos momentos cuando se turbinan el agua almacenada generando así la electricidad correspondiente. Por otro lado, cuando la demanda de energía es menor, encontrándonos en horas valle de generación, el precio de la energía es menor, aprovechándose para bombear de nuevo agua hacia el nivel superior, almacenándola para turbinarla cuando el precio vuelva a ser mayor.

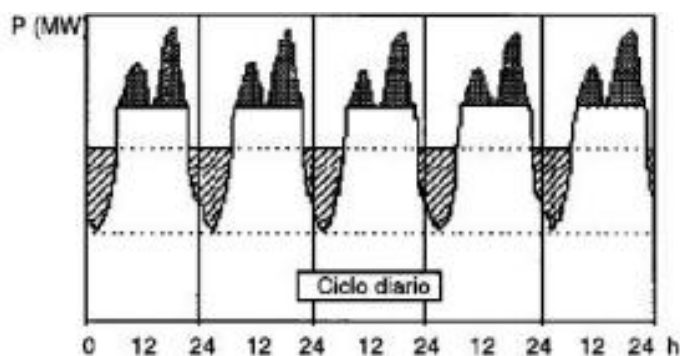


Ilustración 2. Curva de carga en un día en una red alimentada por centrales base y centrales de bombeo

La ilustración 2 representa la curva de carga horaria de una red alimentada por centrales de base y centrales de acumulación por bombeo. En ella se distinguen dos partes coloreadas, la superior más oscura que se corresponden con energía turbinada E_T , y la inferior a rayas como energía de bombeo E_B . Esta última es la energía sobrante que se emplea para accionar los motores de las bombas en la central de acumulación. Por otro lado E_T es la energía almacenada en el embalse superior de la central en forma de energía potencial verificándose siempre que

$$E_T < E_B$$

a causa de las pérdidas en el bombeo y la turbinación. A pesar de esto, la economía de las centrales de acumulación es muy superior ya que no necesitan combustible, sino energía barata en periodos de carga reducida de la red, generalmente en horas nocturnas.

1.3.1.-Descripción y clasificación de las centrales de acumulación por bombeo

La acumulación de energía se realiza en la actualidad con desniveles geodésicos que oscilan de 2 a más de 1000 metros y en potencias tanto en bombeo como en turbinación hasta unos 2.000 MW. La ilustración 3 representa un esquema básico de este tipo de centrales, a saber:

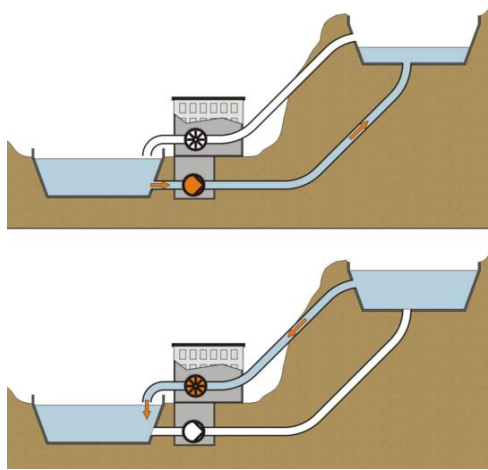


Ilustración 3. Esquema central reversible. Fuente: Google

- Un embalse superior y un embalse inferior. Los embalses pueden ser naturales o artificiales. En este caso se aprovecha un embalse ya existente o se construye simplemente una presa aprovechando la configuración del terreno, o finalmente se construye un embalse completo
- Grupo motor-bomba/turbina generador
- Tubería de impulsión para el bombeo, tubería forzada para la turbinación. También puede existir una sola tubería funcionando según el caso en sentido ascendente o descendente.
- Conducciones eléctricas de la central a red de consumo en turbinación, y de la red a la central en bombeo.

Las centrales de acumulación pueden clasificarse en dos grupos:

- Centrales puras de acumulación
- Centrales mixtas

En las centrales puras fluye en sentido ascendente o descendente teóricamente el mismo volumen de agua. El volumen de agua turbinado es igual al volumen de agua bombeado; el balance energético es negativo ya que la central recibe más energía de la red de la que suministra, pero el balance económico es positivo debido a la diferencia de precio de la energía de base y de punta. En las centrales mixtas la energía desarrollada por las turbinas es normalmente mayor que la acumulada por las bombas, bien porque el nivel geodésico de las turbinas sea mayor que la altura geodésica de las bombas, o bien porque en el embalse superior hay aportación no solo por bombeo, sino por afluencia natural de un río.

A su vez otra clasificación puede hacerse en función de cómo esté constituida la central, pudiendo encontrar:

- Centrales separadas para bombeo y turbinación

- Centrales con grupos cuaternarios: en la misma central grupos bomba-motor para bombeo y grupos turbina-generador para turbinación.
- Centrales con grupos terciarios: bomba-motor/generador-turbina.
- Centrales con grupos binarios: motor/generador-bomba/turbina.

Los grupos cuaternarios tienen sobre los ternarios y binarios las ventajas de poder seleccionar con independencia absoluta las velocidades de rotación de bomba y turbina, así como un tiempo mínimo de maniobra requerido para invertir el sentido de funcionamiento.

1.3.2.- Impacto de la introducción de potencial hidráulico en una localización concreta

El Plan de Energías Renovables 2011-2020 establece que el 20% de la electricidad producida al final de este periodo debe provenir de fuentes de energía renovables. Esto es un hito difícil de cumplir a priori, y más aún en un lugar como las Islas Canarias donde la integración de las renovables es pequeña. Más adelante se detallará la potencia instalada en cada isla por tecnología, pero se puede adelantar que hay un mayor predominio de la eólica y la fotovoltaica, frente a la energía hidráulica y la biomasa. Cada una de estas tecnologías tiene sus ventajas y sus inconvenientes, pero mediante la combinación de todas se puede conseguir un resultado óptimo.

Las energía solar y eólica presentan el problema de una generación no controlable que radica en la aleatoriedad de la fuente propiamente dicho, en este caso el viento y el sol. Ambos, pero sobre todo el viento, se basan en estudios y predicciones pero no dejan de tener un carácter aleatorio. Un sistema debe estar preparado para absorber las fluctuaciones en la generación y no puede estar expuesto a interrupciones en el suministro. La hidráulica por el contrario no tiene ese problema, pero a su vez está sujeta a otros como la escasez de agua. A continuación se muestra una ilustración en la que se muestra la potencia demanda en función de las horas en Gran Canaria en el año 2007. A su vez se dibujan de colores la tecnología que genera en qué tramo:

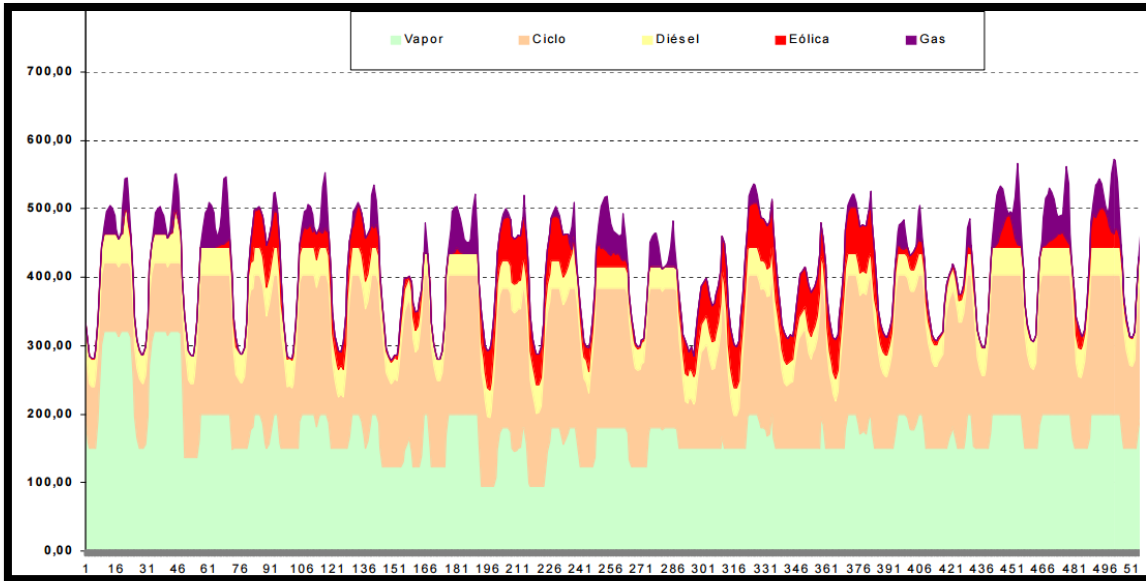


Ilustración 4. Curva de demanda horario de electricidad en Gran Canaria en 2007. Fuente: gobiernodecanarias.org

Analizando la curva presentada en la ilustración anterior se puede observar cómo las diferentes tecnologías se encajan en diferentes zonas de la curva. El problema radica en la forma de la curva y la tendencia de “picos y valles”. Tanto para que no se genere más de lo necesario como para que no haya déficit en el suministro, se tiene que organizar el uso de todas las tecnologías disponibles para igualar en todo momento la generación a la demanda. Se puede ver como la energía eólica se introduce cuando hay disponible (el viento sopla), pero cuando no hay disponible las variaciones se compensan con los tecnologías regulables como los motores diesel o los ciclos de vapor. Esto quiere decir que tienen una función reguladora y actúan en la zona media de la curva de demanda.

Mediante la introducción de potencial hidráulico se puede conseguir varias cosas. Primeramente contribuir a conseguir una curva de demanda más plana, turbinando en momentos de gran demanda y bombeando en aquellos momentos en que la demanda es pequeña y por tanto hay un exceso de energía en el sistema. Por otro lado, se puede reducir el impacto que tienen las variaciones en la generación de las instalaciones eólicas bombeando cuando la energía eólica alcanza máximos y turbinando cuando ésta es escasa y se necesita mayor capacidad de generación.

De esta manera se puede decir que la instalación de potencia hidráulica favorece la proliferación de otras tecnologías renovables, ya que mediante la combinación de ambas se consigue solucionar el problema de la variabilidad en la generación. A su vez se consigue aplanar la curva de demanda horaria, ya que se turbinan en los momentos “picos” de demanda, cuando la energía es más cara, y se bombea en los momentos “valle” cuando la energía es más barata, con el consiguiente ahorro en energía primaria que eso supone.

Por tanto la introducción de potencial hidráulico en cualquiera de las islas, mediante una central reversible, facilitará la aparición de centrales eólicas o solares y se estará de esta manera cumpliendo con el 20% de renovables fijado por el Plan de Energías Renovables actual.

1.4.- Análisis del sector eléctrico en Canarias

El Sistema Eléctrico Canario, dado a su carácter insular alejado del continente, se distingue por la existencia de varios sistemas independientes y aislados de las grandes redes eléctricas, lo que exige de una estructura y un dimensionamiento singular, diferenciado con respecto a otros territorios de la Europa continental, que dificulta el suministro y eleva tanto los costes de inversión como de explotación.

Los datos que se van a presentar son anteriores al año al que nos encontramos, pero aún así servirán de referencia. Según los estos datos, el consumo neto de energía eléctrica en Canarias durante 2012 se situó en los 8.265.261 MWh, lo que supuso un incremento del 0,4% respecto al ejercicio anterior, si bien durante los años del comienzo de la crisis se apreció un retroceso considerable. Actualmente la demanda energética continúa siendo con ligeros aumentos. En la siguiente ilustración se puede observar la distribución del número de clientes por isla en el año 2012:

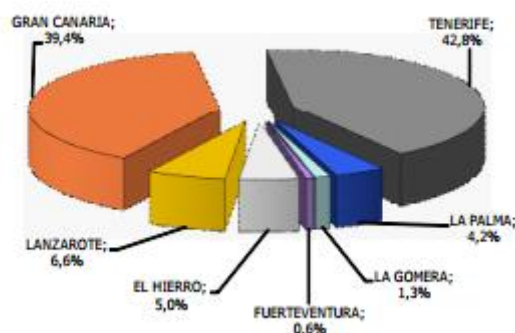


Ilustración 5. Distribución del número de clientes por islas. Fuente: ccelpa.org

Observando la ilustración anterior se puede afirmar que las diferentes islas, a consecuencia de su tamaño y de su población, tienen un consumo energético diferente. Por otro lado, al ser un archipiélago no interconectado, es lógico que cada isla genere su energía con sus propios recursos disponibles, y que en cada isla estos sean diferentes. Para decidir la ubicación de la central, es necesario conocer de qué manera cada isla genera su electricidad. En la siguiente ilustración se puede ver la potencia instalada por tecnología en las Islas Canarias.

POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA EN CANARIAS (MW)		
Origen Térmico	Centrales térmicas	2.786,9
	Refinería	25,9
	Cogeneración	64,1
	Total	2.876,9
Origen Renovable	Eólica	143,9
	Fotovoltaica (*)	152,9
	Minihidráulica	2,0
	Biomasa	1,6
	Total	300,4
TOTAL CANARIAS		3.177,3

Ilustración 6. Fuente: Gobierno de Canarias

POTENCIA INSTALADA (MW)	Gran Canaria	Tenerife	Lanzarote	Fuerteventura	La Palma	La Gomera	El Hierro
Origen térmico	1.138,70	1.196,20	213,90	187,00	105,30	22,90	13,00
Origen renovable	113,053	136,756	15,243	23,764	11,098	0,369	0,134
Total	1.251,75	1.332,96	229,14	210,76	116,40	23,27	13,13

POTENCIA INSTALADA (MW)	Gran Canaria	Tenerife	Lanzarote	Fuerteventura	La Palma	La Gomera	El Hierro
Centrales Térmicas	1.113,80	1.131,10	213,90	187,00	105,30	22,90	13,00
Refinería	-	25,90	-	-	-	-	-
Cogeneración	24,90	39,20	-	-	-	-	-
Total	1.138,70	1.196,20	213,90	187,00	105,30	22,90	13,00

POTENCIA INSTALADA ENERGÍAS RENOVABLES (kW)	Gran Canaria	Tenerife	lanzarote	Fuerteventura	La Palma	La Gomera	El Hierro
Eólica	79.050	36.680	8.775	13.085	5.880	360	100
Fotovoltaica (*)	34.003	97.256	6.468	10.579	4.418	9	34
Minihidráulica	0	1.220	0	0	800	0	0
Biomasa	0	1.600	0	0	0	0	0
TOTAL	113.053	136.756	15.243	23.764	11.098	369	134

Ilustración 7. Fuente: Gobierno de Canarias

Como se puede observar, la mayor parte de la potencia eléctrica es del tipo térmico, con gran diferencia respecto al resto. En la siguiente imagen se puede observar de nuevo la potencia instalada por tecnología pero esta vez en función de cada isla:

En todas las islas la mayor parte de la potencia instalada es de origen térmico. La potencia renovable instalada varía según la isla, pero por norma general es bastante escasa. La consecuencia principal a este despacho energético es evidentemente un elevado nivel de emisiones de CO₂ a la atmósfera. Los grupos térmicos presentan un nivel de emisiones cercano a los 0,7 kgCO₂/kWh.

Por otro lado, desde instancias europeas se está incitando a los estados miembros a reducir sus emisiones, impulsando fuentes de energía alternativas a las tradicionales. Estudiando las tablas presentadas más arriba se puede ver que ninguna de las islas cumple con el objetivo del 20% en potencia renovable instalada. Solamente Gran Canaria, Tenerife y Fuerteventura llegan a aproximarse algo con un 10% de potencia renovable instalada. En el lado opuesto encontramos la Gomera y El Hierro, que apenas llegan al 2% por lo que se pone de relevancia estudiar la introducción de la central de bombeo-turbinación en una de estas dos islas, y la que se ha elegido para tal propósito ha sido La Gomera.

1.4.1.- Análisis de las particularidades de La Gomera

La Gomera es una isla de aproximadamente 370 km², dividida en 6 municipios principales y que cuenta con alrededor de 21 mil habitantes. Según los datos publicados por el Instituto Canario de Estadística, el consumo anual de energía eléctrica en la isla de la Gomera se sitúa alrededor de los 74.000 MWh, lo que da un consumo diario de alrededor de 200 MWh. En la siguiente imagen se puede ver la variación de la demanda horaria de energía eléctrica de un día cualquiera:

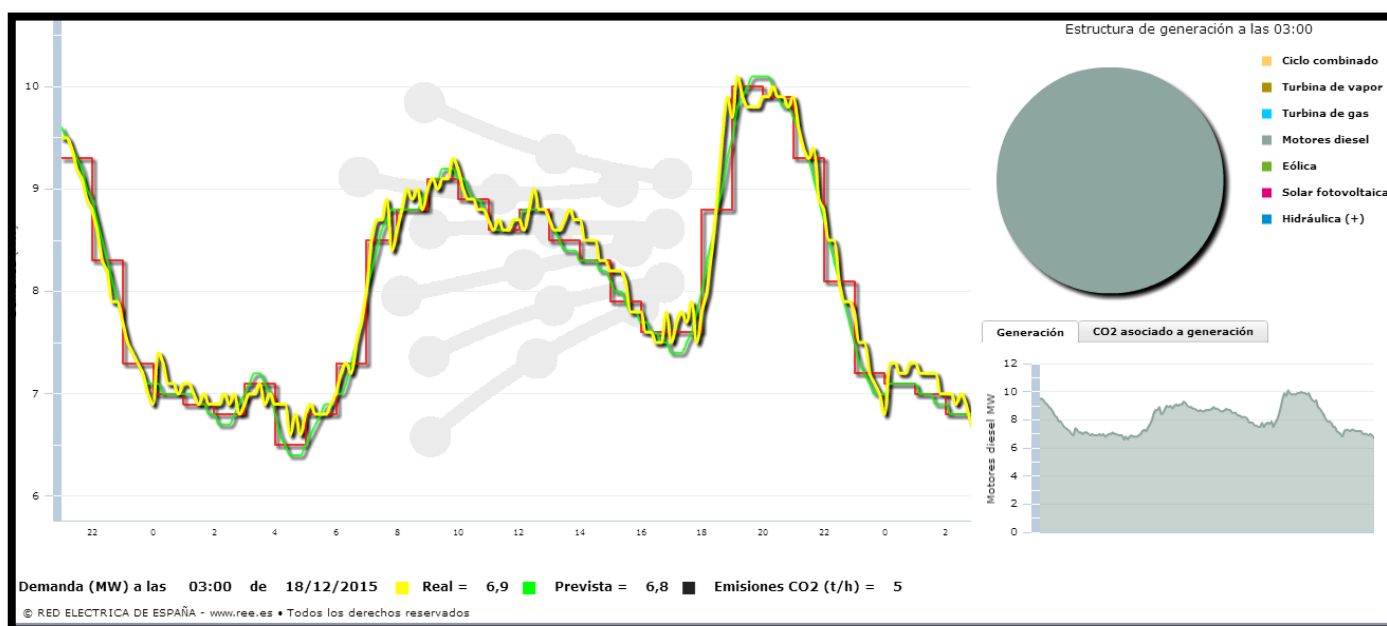


Ilustración 8. Variación horario demanda eléctrica de La Gomera. Fuente: Red Eléctrica de España

En la gráfica se puede distinguir:

- La **demanda real** (curva amarilla) refleja el valor instantáneo de la demanda de energía eléctrica.
- La **previsión de la demanda** (curva verde) es elaborada por Red Eléctrica con los valores de consumo en periodos precedentes similares, corrigiéndola con una serie de factores que influyen en el consumo como laboralidad, climatología y actividad económica.
- La **programación horaria operativa** (línea escalonada roja) es la producción programada para los grupos de generación a los que se haya adjudicado el suministro de energía en la casación de los mercados diario e intradiario, así como en los mercados de gestión de desvíos y regulación terciaria.

Analizando la gráfica se puede ver la demanda diaria varía entre, aproximadamente, los 10 y los 6,5 MW, presentando diferentes valores dependiendo de la hora del día. Casi el 100% de la electricidad generada tiene origen en motores diesel, como se puede ver en el gráfico circular. Estos motores diesel son los pertenecientes a la Central Térmica de El Palmar, que cuenta con 10 grupos térmicos, con una capacidad total de 22.860 kW, tal y como se muestra en la siguiente ilustración:

LA GOMERA			
C.T. El Palmar			
Tecnología	Nº	Pot. Bruta unitaria (kW)	Pot. Bruta total (kW)
Motor Diesel	2	3.500	7.000
Motor Diesel	2	2.850	5.700
Motor Diesel	2	2.240	4.480
Motor Diesel	2	1.600	3.200
Motor Diesel	1	1.460	1.460
Motor Diesel	1	1.020	1.020
TOTAL			22.860

Ilustración 9. Central Térmica EL Palmar. Fuente: www.energia.laspalmasgc.es

Según datos del Instituto Canario de Estadística, solo alrededor del 7% de la electricidad generada en la Isla de la Gomera procede de fuentes renovables eólica y fotovoltaica. La capacidad instalada de cada tecnología se puede observar en la Ilustración 4.

Por otro lado la isla cuenta con un pequeño parque eólico con una potencia instalada de 0,36 MW, en el lugar que se puede apreciar en la siguiente ilustración.

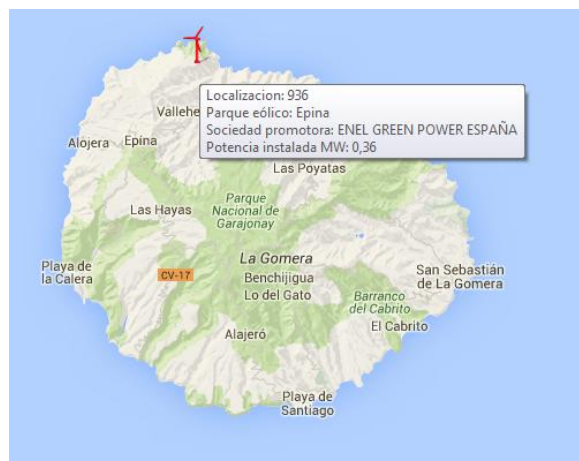


Ilustración 10. Ubicación parque eólico. Fuente: Agencia Empresarial Eólica

A su vez, el Ministerio de Industria ha aprobado recientemente la construcción de un nuevo parque eólico en La Gomera, el parque eólico de Ayamosna, con 1,8 MW de potencia. Por otro lado, la potencia fotovoltaica instalada en la isla es prácticamente inapreciable, por lo que se despreciará a lo largo del proyecto.

1.4.2- Ubicación de la central

Para ubicar la central se busca un lugar lo más accesible posible, y evidentemente con la mayor diferencia de cotas posible entre los dos niveles. A su vez sería positivo utilizar algún embalse ya existente, lo cual disminuiría el coste de la central. A su vez se ha de tener en cuenta que la central disponga de un buen acceso a la red.

El lugar elegido ha sido el siguiente, al norte de la isla. Como embalse inferior se toma una de los embalses más grandes que existe en La Gomera, el embalse de Amalahuigue. Este embalse tiene una capacidad de 900.000 m^3 , lo cual se estima que será más que suficiente. La localización del nivel superior elegida es un punto a unos 320 metros por encima. La longitud de las tuberías necesarias dada la geografía del terreno y la distancia entre los dos niveles es de unos 2000 metros. En la siguiente ilustración se representa ambos niveles así como el camino que seguirían las tuberías:



Ilustración 11. Ubicación de la central en la isla Fuente: Google Earth

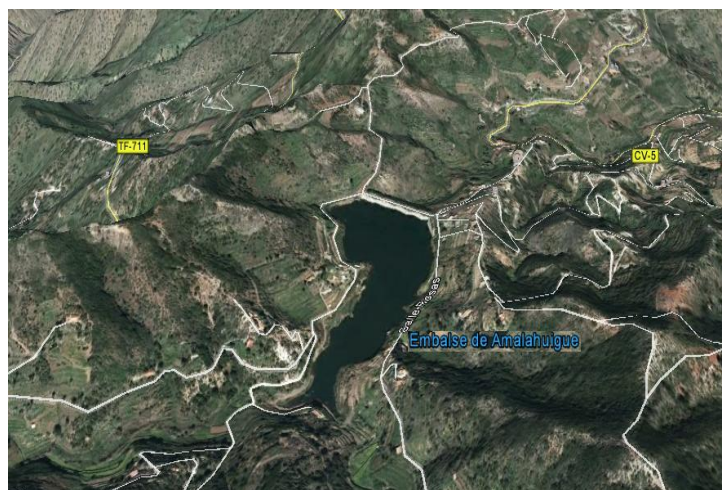


Ilustración 11. Toma aérea del embalse Amalahuigue. Fuente: Google Earth

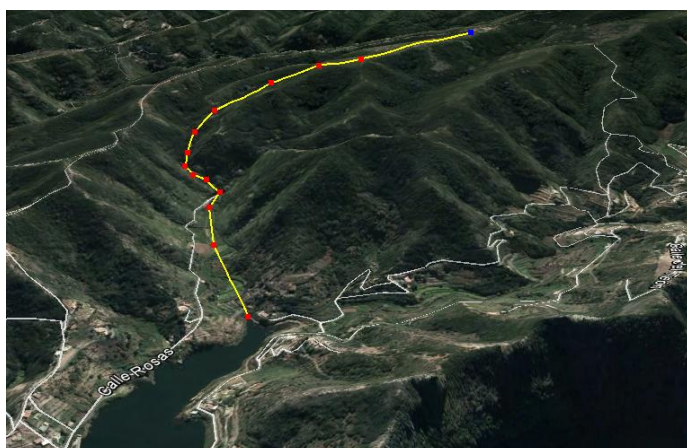
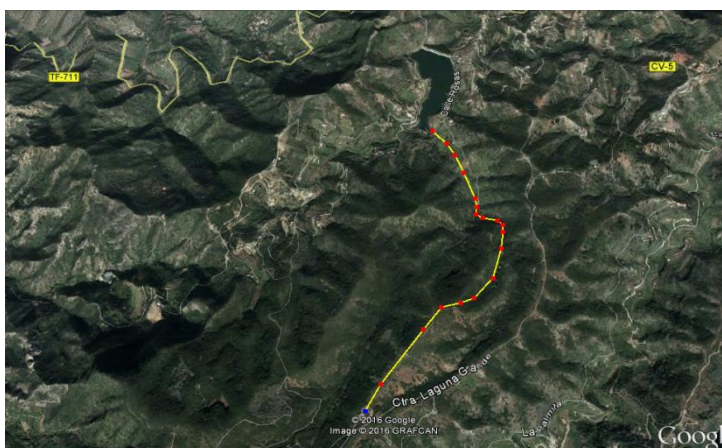


Ilustración 12. Conexión de ambos niveles. Fuente: Google Earth



El embalse superior se realizará sobre un pequeño embalse ya existente, agrandando sus dimensiones. El volumen de este, así como sus dimensiones se detallarán más adelante.

1.5.- Diseño de la central hidroeléctrica reversible

1.5.1.- Parámetros fundamentales para la producción de energía

1.5.1.1.- Altura neta del embalse superior

Es la diferencia de cotas entre los dos niveles de la central. Cuanto mayor sea mayor será la energía acumulada pero a su vez también aumentará las pérdidas por fricción en las tuberías, así como la energía necesaria para el bombeo. Se designa como H_z . Para la ubicación señalada en el apartado 4.2 la diferencia de cotas entre ambos embalses es 300 metros aproximadamente.

1.5.1.2.- Volumen embalse superior y energía acumulada

El volumen del embalse superior de la central, medido en m^3 es un parámetro fundamental ya que junto a la altura neta va a limitar directamente la cantidad de energía almacenada. Se designa como V_a .

Por otro lado la energía acumulada en el embalse superior se define como:

$$E_a = \frac{V_a H_z \rho g 10^{-3}}{3600} = \frac{V_a H_z g}{3600} (kWh)$$

Por tanto es necesario fijar alguno de los parámetros para sacar el otro. Para hacerlo se va a estudiar qué porcentaje de la demanda total de la isla se quiere cubrir con la central. Como se ha mencionado anteriormente la demanda energética diaria de la isla de La Gomera ronda en torno a 200 MWh y se va a intentar que la energía acumulada sea aproximadamente el 10% de esta energía.

Se escoge un embalse superior de forma rectangular con el objetivo de simplificar y de unas dimensiones de 60x50x10 metros, obteniéndose un volumen de 30.000 m^3 . Introduciendo este valor en la fórmula de la energía acumulada arriba mencionada se obtiene una energía acumulada de 24,5 MWh que es aproximadamente un 12% de la energía total demanda en la isla en un día cualquiera.

1.5.1.4.- Energía útil

La energía útil E_u es la energía que es transmitida finalmente a la red será:

$$E_u = \eta_2 E_a$$

Siendo

$$\eta_2 = \eta_{co} \eta_T \eta_G \eta_{Tr}$$

Donde:

- η_2 – rendimiento
- η_{co} – rendimiento de la conducción hidráulica
- η_T – rendimiento total de la turbina
- η_G – rendimiento total del alternador
- η_{Tr} – rendimiento total del transformador

Los siguientes apartados tendrán como objetivo darle un valor a estos rendimientos

1.5.2.- Diseño de la instalación

En el apartado 3.1 se explicaron los diferentes tipos de grupos bomba-turbina que existen en las centrales hidroeléctricas reversibles. De todos ellos se ha elegido los grupos cuaternarios. Como también se ha explicado, estos presentan la ventaja de poder seleccionar de manera independiente la velocidad de rotación para las bombas y para las turbinas. Además las turbomáquinas se colocarán a pares, una bomba por cada turbina, situándose en paralelo las tuberías de cada una, hasta que se unan mediante una válvula en un punto, habiendo a partir de ese punto una sola tubería por cada par bomba-turbina. La cantidad de grupos que se instalarán serán cuatro más uno en reserva.

Debido a la elevada altura de la impulsión, se ha decido colocar tres bombas en serie más pequeñas que en lugar de una sola, ya que ésta debería ser bastante grande. Sin embargo para el turbinado sí que se mantendrán solamente tres turbinas en paralelo. Además de esto, con el objetivo de ahorrar en material, las cuatro tuberías salientes de los cuatro grupos iniciales se conectarán dos a dos, habiendo dos zonas, una inicial con cuatro tuberías paralelas y otra con solo dos tuberías.

Estas dos zonas de tuberías tendrán un diámetro de tubería y un caudal de impulsión diferente. Para separar completamente una zona de la otra, la primera descargará sobre un pozo de bombeo, cuyo volumen se especificará más adelante. Por tanto tenemos una zona 1 con cuatro bombas colocadas en paralelo en cuatro tuberías diferentes, y una zona 2 con dos tuberías y otras cuatro bombas colocadas en serie dos a dos.

	Altura (m)	L (m) tuberías
Zona 1	100	360
Zona2	200	920
Total	300	1280

Tabla 1. Zonas de la instalación

En el modo de turbinado, las bombas en serie serán bypasseadas para evitar pérdidas de carga innecesarias en su interior.

1.5.2.1.- Bombas en paralelo

Las bombas son a veces colocadas en paralelo con el objetivo de aumentar el caudal impulsado para un mismo valor de la altura de bombeo. Esto quiere decir que las bombas pueden ser diferentes, impulsando diferentes caudales, pero la altura neta de cada una de ellas (altura aportada por la bomba más pérdidas de carga) debe ser la misma. En la siguiente ilustración se puede ver el ejemplo de una instalación con bombas en paralelo:

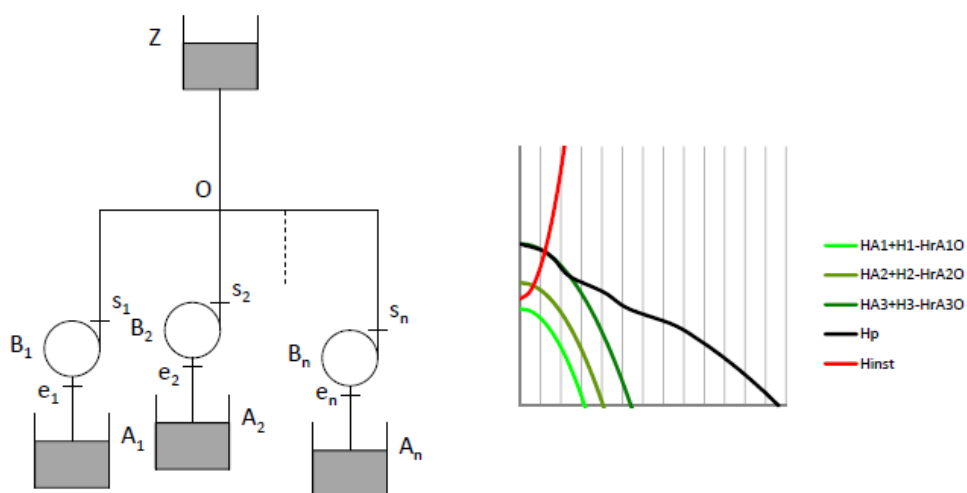


Ilustración 12. Bombas en paralelo. Fuente: "Turbo máquinas Hidráulicas". C. Mataix, 2ª edición

En el caso de nuestra instalación como las 4 bombas recogen agua del mismo depósito (en este caso en embalse de Almalahuigue) , ser las 4 bombas iguales y las tuberías iguales se cumple que:

$$H_0 = H_1 + H_{r1} = H_2 + H_{r2} = H_3 + H_{r3} = H_4 + H_{r4}$$

Y como:

$$H_1 = H_2 = H_3 = H_4$$

Entonces:

$$H_{r1} = H_{r2} = H_{r3} = H_{r4}$$

1.5.2.2.- Bombas en serie

Las instalaciones en las que se colocan bombas en serie presentan la particularidad de que el caudal circulante debe ser el mismo para todas las bombas, pero la altura aportada por cada una puede ser diferente. En la siguiente ilustración se muestra un ejemplo de instalación con bombas en serie:

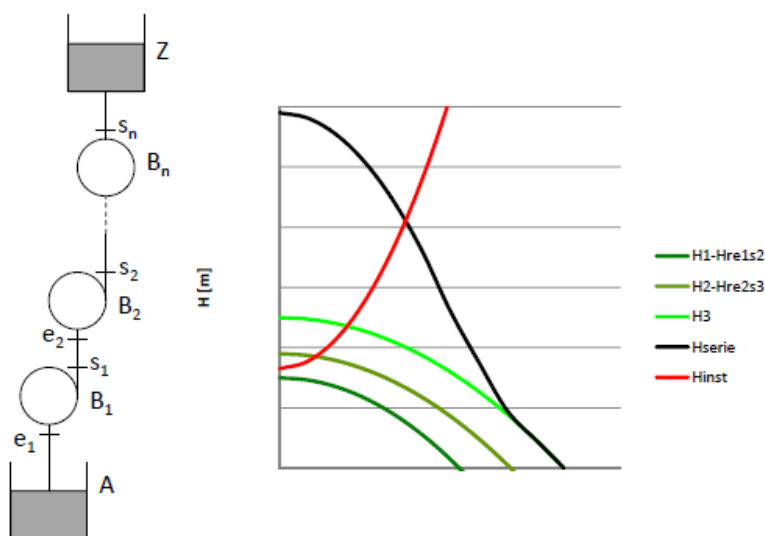


Ilustración 13. Bombas en serie. Fuente: "Turbomáquinas Hidráulicas". C. Mataix, 2ª edición

En el caso de nuestra instalación el caudal circulante será el mismo por las dos bombas, pudiendo ser la altura aportada por cada una diferente, aunque se va a intentar que sean iguales.

$$Q_1 = Q_2$$

$$H = H_1 - H_{r1} + H_2 - H_{r2} = H_1 + H_2 - H_{r1+r2}$$

Se va a realizar la suposición de que $H_1 = H_2 = 100 \text{ metros}$ y que cada bomba aporta además la mitad de las pérdidas de carga del tramo, $H_{r1+r2}/2$.

1.5.2.3.- Caudal nominal de cada zona de la instalación

Para dimensionar las tuberías y calcular las pérdidas de carga en ellas es necesario saber cuál va a ser el caudal de agua nominal que va a circular por cada una de ellas. Para la primera zona el caudal se ha establecido en $1000 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$Q_{N_1} = 1000 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Para la segunda zona el caudal nominal será el doble de la zona 1, ya que es el resultado de la unión de dos tuberías paralelas.

$$Q_{N_2} = 2000 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Estos caudales serán necesarios para calcular las pérdidas de carga que se añadirán a la altura efectiva de cada bomba, para así conocer la altura útil que las bombas deben proporcionar.

1.5.2.4.- Selección de las tuberías, material y diámetro

Para realizar el dimensionamiento de la instalación y la selección de las bombas y turbinas es necesario conocer las pérdidas de carga en la impulsión. Estas dependerán del material elegido para las tuberías así como el diámetro de las mismas. En el mercado existe una amplia materiales utilizados para la confección de tuberías, cada uno de ellos con sus ventajas y sus inconvenientes. Debido a las características de la instalación que se quiere diseñar, se ha elegido tuberías de PAD (Polietileno de Alta Densidad). Este material se adapta a las características que estamos buscando debido a su resistencia térmica y química, su flexibilidad, su tenacidad pero sobre todo su bajo coeficiente de rugosidad, lo que permitirá reducir al máximo las pérdidas de carga.

El diámetro de la tubería se obtendrá fijando un valor para la velocidad del fluido dentro del conducto forzado. El valor del diámetro vendrá por tanto dado por la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Siendo:

- D: Diámetro de la tubería forzada
- V: Velocidad del fluido
- Q: Caudal impulsando en m^3/s .

Aplicando esta ecuación a los datos conocidos de cada una de las zonas se obtienen los siguientes resultados: (Ver anexo cálculos)

	Diámetro(m)
Zona 1	0,3
Zona2	0,4

Tabla 2. Diámetro de tuberías

1.5.2.5.- Selección de las válvulas

La instalación necesita de válvulas para su correcto funcionamiento. Como se ha comentado en los apartados anteriores, las bombas y las turbinas estarán colocadas de manera compleja por lo que harán falta válvulas para regular el correcto funcionamiento de la instalación. Los principales tipos de válvulas que se necesitan son los siguientes:

- Válvulas reguladoras tipo mariposa: Tienen el objetivo de interrumpir o regular el flujo del fluido por el conducto reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada “mariposa”, que gira sobre un eje. Al disminuir la sección de paso aumenta la pérdida de carga local en la válvula, reduciéndose el caudal. Presentan además las siguientes características:
 - Están en todos los casos contenidas en el interior de la tubería;
 - Tienen una baja pérdida de carga cuando están totalmente abiertas.
 - La relación entre el área de paso y el ángulo de giro de la mariposa no es lineal.

En la siguiente ilustración se presenta una representación de una válvula reguladora tipo mariposa:



Ilustración 14. Válvula reguladora tipo mariposa. Fuente: KSB

- Válvulas antirretorno: También denominadas válvulas unidireccionales, se utilizan en sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete. En el caso de esta instalación de bombeo-turbinación, la válvula antirretorno también tiene el objetivo de que el flujo turbinado no se dirija hacia las bombas, y viceversa. El tipo de válvula elegido es del tipo clapeta oscilante. En la siguiente ilustración se presenta un ejemplo de válvula antirretorno tipo claveta oscilante:

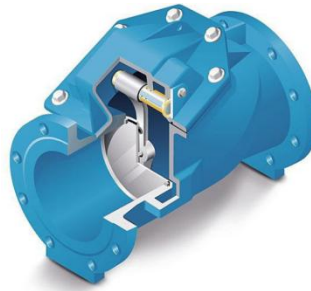


Ilustración 15. Válvula antirretorno tipo claveta oscilante. Fuente: KSB

Las válvulas causarán unas pérdidas de carga que se valorarán más adelante.

1.5.2.6.- By-pass de las bombas intermedias

Como se ha mencionado anteriormente, en el modo turbinación de la central las dos bombas intermedias estarán bypassadas permitiendo el flujo descendente del agua por las tuberías forzadas sin pasar por el interior de estas. El by-pass estará realizado con tuberías suplementarias y con válvulas de regulación y antirretorno para controlar su funcionamiento.



Ilustración 16. Ejemplo de un by-pass de tuberías Fuente: TLV

1.5.2.7.- Rejilla

Para evitar la entrada de elementos extraños al interior de la instalación que pueden llegar hasta las bombas o las turbinas y atascarlas, es necesario instalar una rejilla metálica a la entrada de cada una de las tuberías forzadas. Esta rejilla también va a producir una pérdida de carga en la instalación que debe ser contabilizada como se verá más adelante.

1.5.2.8.- Pozo de bombeo intermedio

La instalación en modo bombeo tendrá dos zonas como se ha explicado al principio del apartado 5.2. Con el objetivo de desligar hidráulicamente ambas zonas, una con bombas en paralelo y la otra con bombas en serie, la zona 1 descargará sobre un pozo de bombeo. De esta manera el cálculo de la altura neta de cada bomba se hace más sencillo. En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo de un pozo de bombeo con dos bombas en paralelo sumergidas.



Ilustración 17. Ejemplo de un pozo de bombeo con dos bombas en paralelo sumergidas. Fuente: Salher

El cálculo del volumen del pozo de bombeo se hará mediante la siguiente fórmula:

$$V_{\text{útil}} = 0,9 \frac{Q(l/s)}{Z}$$

Siendo:

- Q: Caudal circulante por la bomba en litros por segundo
- Z: Número de arranques por hora
- $V_{\text{útil}}$: Volumen final calculado para el pozo de bombeo

1.5.3.- Pérdidas de carga en la instalación

El cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías forzadas es necesario para poder seleccionar las turbomáquinas adecuadas. El valor de estas pérdidas de carga calculadas será sumado o restado a la altura del salto bruto para obtener la altura útil de las bombas y de las turbinas respectivamente. Según las siguientes fórmulas:

$$H_{BOMBA} = H_{\text{salto}} + \Delta H$$

$$H_{TURBINA} = H_{\text{salto}} - \Delta H$$

Siendo:

- H_{BOMBA} : Altura que debe ser proporcionada por la bomba
- $H_{TURBINA}$: Altura que va a ser absorbida por la turbina
- H_{salto} : Diferencia de cotas entre embalse superior e inferior
- ΔH : Pérdidas de carga en la tubería forzada

El objetivo de este apartado es valorar las diferentes pérdidas que se producen en los elementos descritos en el apartado 5.2. El cálculo de las pérdidas de carga será realizado en el anexo Cálculos.

1.5.3.1.- Pérdidas por fricción en las paredes

Estas pérdidas de carga se producen debido a la fricción entre las partículas del fluido y la pared de la tubería. Dependiendo del tipo de material, el diámetro de la tubería y la velocidad del agua se produce una cantidad de pérdidas de presión determinada. Para su cálculo se utiliza la ecuación de Darcy-Weisbach:

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

Siendo:

- f : Factor de fricción, dependiente del tipo de material y de la velocidad del fluido
- $\frac{L}{D}$: Características dimensionales de la tubería

- $\frac{v^2}{2g}$: Término referente a la presión debida a la velocidad del fluido dentro de la tubería

1.5.3.2.- Pérdidas de carga en curvaturas o codos

El fluido al recorrer una curva sufre un aumento de la presión en la parte externa y una disminución en la parte interna, debiéndose alcanzar de nuevo un equilibrio de presiones tras recorrer una distancia después de la curva. Todo esto hace que se produzca un desprendimiento en la parte interna del conducto y una circulación en la sección de la tubería al existir diferentes presiones en la misma, y la consiguiente pérdida de carga, que puede ser calculada mediante la siguiente expresión:

$$h_f = K_b \frac{v^2}{2g}$$

El coeficiente K_b es un coeficiente adimensional que cambia su valor dependiendo de la geometría de la curva. En la siguiente tabla se presentan valores de K_b en función de la geometría del codo:

Accesorios	K
Codo a 90° de radio corto	0.90
Codo a 90° de radio normal	0.75
Codo a 90° de radio grande	0.60
Codo a 45° de radio corto	0.45
Codo a 45° de radio normal	0.40
Codo a 45° de radio grande	0.35

Tabla 3. Coeficiente K_b .

1.5.3.3.- Pérdidas en válvulas

Las válvulas presentes en la instalación van a estar completamente abiertas o cerradas durante en funcionamiento. Debido a la reducción de la sección, las válvulas completamente abiertas van a presentar unas pérdidas, que aunque son bajas, se contabilizan según la siguiente fórmula:

$$h_f = K_v \frac{v^2}{2g}$$

El coeficiente K_v es un coeficiente adimensional que cambia su valor dependiendo del tipo de válvula. En la siguiente tabla se presentan valores de K_v :

Accesorios	K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5
Válvula de retención (totalmente abierta)	2
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2

Tabla 4. Coeficiente K_v

1.5.4.- Altura efectiva de las bombas y turbinas

Para ver el cálculo total de las pérdidas de carga ver el apartado 2.3 del Anexo Cálculos. A continuación se presenta la altura efectiva de las turbomáquinas para cada modo de funcionamiento de la central. En el modo bombeo, se va a distinguir entre las bombas en paralelo y las bombas en serie, mientras que para el modo turbinación solo hay turbinas en paralelo.

1.5.4.1.- Modo bombeo

1.5.4.1.1.- Bombas zona 1

Las bombas en paralelo de la zona 1 sufrirán cada una 14,32 metros de pérdidas de carga (ver Anexo Cálculos), por tanto cada bomba tendrá que aportar la siguiente altura:

$$H_{B_1} = H + H_{r_1} = 100 + 14,32 = 114,32 \text{ metros}$$

1.5.4.1.2.- Bombas zona 2

Cada bomba aportará la altura correspondiente a la diferencia de cotas más la mitad de las pérdidas de carga calculadas (ver Anexo Cálculos):

$$H_{B_2} = H + H_{r_1} = 200 + 31,45 = 231,45 \text{ metros}$$

1.5.4.1.- Modo turbinación

La altura efectiva que cada turbina absorberá será la diferencia de cotas menos las pérdidas de carga calculadas para el modo turbinación (ver Anexo Cálculos):

$$H_T = H - H_{r_{totales}} = 300 - 34,08 = 265,92 \text{ metros}$$

1.5.5.- Potencias y rendimientos en las turbomáquinas

1.5.5.1.- Potencia efectiva

Se define como potencia efectiva a la energía útil que se va a aprovechar en cada una de las máquinas. En el caso de las bombas será la energía que se le aporta finalmente al fluido y en el caso de las turbinas justamente lo contrario, la energía que se retira. En ambos casos la potencia efectiva se representa por la siguiente fórmula:

$$P = \rho Q g H$$

Siendo:

- ρ : Densidad del fluido
- Q: Caudal impulsado en m^3/s
- g: Gravedad
- H: Altura efectiva en metros

Va a haber tres potencias diferentes, una para las turbinas, una para las bombas de la zona 1 y otra para las bombas de la zona 2, ver Anexo Cálculos.

1.5.5.2.- Potencia eléctrica

Sin embargo la potencia que interesa es la que se va a transmitir a los generadores y la que se necesita que proporcionen los motores, ya que es la energía que se va a comprar y vender. Para ello es necesario conocer la potencia en el accionamiento P_a . Esta va a ser la energía proporcionada por el motor eléctrico en el modo bombeo, y la energía absorbida por el alternador en el modo turbinación. Esta potencia se relaciona con la potencia efectiva de la siguiente manera:

$$\eta_{T_{Bombas}} = \frac{P}{P_a}$$
$$\eta_{T_{Turbinas}} = \frac{P_a}{P}$$

Siendo η_T el rendimiento total:

$$\eta_T = \eta_v \eta_m \eta_h$$

Siendo estos los tres primeros rendimientos debidos a las pérdidas volumétricas, mecánicas e hidráulicas en la turbomáquina, y el último el rendimiento eléctrico en la máquina eléctrica. Estos rendimientos, según explica Claudio Mataix en su libro *Turbomáquinas Hidráulicas*, 2ª edición, varían entre los siguientes valores:

- El rendimiento hidráulico se debe al rozamiento del fluido al circular por el interior de la máquina, según tipos y potencias, oscila en las bombas de 0,7 a 0,95, y en las turbinas hidráulicas de 0,9 a 0,96.
- El rendimiento volumétrico es debido a las pérdidas de caudal dentro de la máquina y oscila en bombas de 0,9 a 0,98, y en las turbinas de 0,98 a 0,995.
- En rendimiento mecánico se debe a diferentes rozamientos de elementos mecánicos como transmisión, cojinetes o accionamientos. En bombas y turbinas es siempre elevado, superando en las turbinas de gran potencia el 0,98.

1.5.6.- Potencia neta de la instalación

La potencia neta de la instalación en cada una de sus modos de funcionamiento va a ser la suma de cada una de las potencias eléctricas de las turbomáquinas. En el apartado 2.5 del Anexo Cálculos se puede ver el cálculo realizado. El resultado obtenido es que la central tiene una potencia de 2,82 MW en modo turbinación, y 4,13 MW en modo bombeo. Era de esperar que fuera mayor la potencia en bombeo que en turbinación debido a todas las pérdidas energéticas que se producen simplemente por rozamiento del fluido a lo largo del camino tanto de subida como de bajada, o en cada una de las turbomáquinas. Sin embargo la rentabilidad de las centrales hidroeléctricas reversibles reside en la utilización de energía barata en periodos de carga reducida de la red (horas nocturnas) y de generación en los momentos en los que hay mayor demanda y la energía se puede vender más cara. En siguientes apartados se realizará el estudio de la viabilidad económica de la central, donde se demostrará todo esto.

1.5.7.- Influencia de la lluvia sobre la central

Cualquier central hidroeléctrica que turbine agua de un embalse debe tener en cuenta las aportaciones en forma de lluvia para saber la energía disponible y su impacto económico al turbinar esta nueva agua de lluvia. En la siguiente tabla se muestran los valores climatológicos medios de la isla de la Gomera obtenidos de la página web de la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología):

Siendo:

- T: Temperatura media mensual/anual en °C
- TM: Media mensual/anual de temperaturas máximas diarias en °C
- R: Precipitación media mensual/anual en mm
- H: Humedad relativa
- DR: Número medio de días mensuales/anuales con precipitaciones
- DN: Número medio de días mensuales/anuales de nieve

- DT: Número medio de días mensuales/anuales de tormenta
- DF: Número medio de días mensuales/anuales de niebla
- DH: Número medio de días mensuales/anuales de heladas
- DD: Número medio de días mensuales/anuales de días despejados
- I: Número medio mensual/anual de horas de sol

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	18.4	21.7	15.2	17	62	1.8	0.0	0.2	0.1	0.0	8.3	193
Febrero	18.5	22.0	15.0	20	64	2.2	0.0	0.2	0.0	0.0	8.9	195
Marzo	19.3	23.1	15.6	15	63	1.9	0.0	0.4	0.1	0.0	9.2	226
Abril	19.5	23.1	16.0	7	65	1.1	0.0	0.0	0.1	0.0	6.4	219
Mayo	20.4	23.9	17.0	1	66	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	246
Junio	22.1	25.4	18.8	0	68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	259
Julio	24.0	27.7	20.2	0	65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	295
Agosto	24.7	28.4	21.1	1	67	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	16.6	277
Septiembre	24.5	27.9	21.1	4	68	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	9.2	213
Octubre	23.4	26.8	20.0	12	67	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	214
Noviembre	21.5	24.8	18.2	26	64	1.9	0.0	0.3	0.0	0.0	6.1	193
Diciembre	19.7	22.8	16.5	30	66	3.5	0.0	0.3	0.0	0.0	6.3	195
Año	21.4	24.8	17.9	132	66	15.2	0.0	1.5	0.3	0.0	114.0	-

Tabla 5. Valores climatológicos de la isla de la Gomera

De los datos presentados en la tabla anterior los que importan son los valores de las precipitaciones. El valor de precipitaciones en mm equivale a litros por metro cuadrado. Según lo descrito en el apartado 1.5.1.2 el área del embalse superior es de 3.600 m², y utilizando el valor de precipitaciones medias anuales, se obtiene que la instalación va a recibir 475.200 litros (475,200 m³) adicionales cada año debido a las precipitaciones. Teniendo en cuenta que la instalación bombea 4000 metros cúbicos cada hora, estas aportaciones debido a las precipitaciones no van a tener ningún efecto sobre el resultado económico del proyecto, por lo que no van a ser tenidas en cuenta.

1.5.8- Elección de las turbomáquinas

Una vez que se conoce el salto efectivo, el caudal y la potencia efectiva que las turbomáquinas deben desarrollar es el momento de estudiar el tipo de cada una que se va a colocar en la instalación. Para llevar a cabo esta tarea se va a realizar un pequeño estudio sobre las diferentes posibilidades que se presentan.

1.5.8.1.- Bombas centrífugas

De todas las máquinas de fluido las bombas son las máquinas más versátiles por la variedad de condiciones de servicio (caudales y alturas suministradas), de potencias, de

líquidos a impulsar y materiales de fabricación, y la enorme variedad de tipos existentes. El órgano intercambiador de energía puede ser, según el tipo de bomba, uno o varios émbolos, engranajes de diversos tipos, paletas deslizantes, álabes de formas diversas, etc. En cuanto a los materiales, se utiliza hierro fundido, plomo, vidrio, bronce, cobre, etc. Esto pone de relevancia la inmensa cantidad de posibilidades que aparecen a la hora de elegir una bomba. Evidentemente no se va a decidir uno por uno cada uno de los aspectos nombrados, pero sí que se van a nombrar las clasificaciones más importantes para luego tomar una decisión.

En la sección 1.2.2.2 de la memoria ya se hizo una descripción de los diferentes tipos de bombas más importantes que se encuentran, radiales, axiales y de flujo mixto. Como se explica en esa misma sección la selección de una u otra se realiza conociendo el valor de salto y caudal:

- Las bombas radiales con uno o varios escalonamientos se usan para caudales pequeños y alturas relativamente grandes
- Con caudales grandes y alturas pequeñas se utilizan bombas de flujo diagonal o mixto
- Las bombas axiales se emplean para caudales muy grandes y alturas de impulsión aún más pequeñas

Como ya se sabe la instalación cuenta con dos zonas, con alturas y caudales diferentes. Aún así, no son lo suficientemente diferentes como para plantear seleccionar dos tipos de bombas diferentes. Tras realizar un estudio sobre los tipos de bombas utilizados en diferentes instalaciones similares, se ha decidido por bombas radiales de un escalonamiento. El hecho de que no sean necesarios más escalonamientos es debido a la división de la instalación de bombeo en tres alturas en serie de 100 metros cada una, si no se hubiera hecho, habrían sido necesarios más escalonamientos. En la siguiente imagen se puede ver una representación de una bomba radial de un solo escalonamiento:

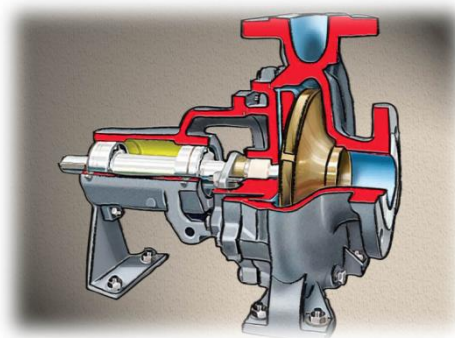


Ilustración 18. Bomba radial con un escalonamiento.
Fuente: Apuntes Turbomáquinas 4º Grado Ingeniería Electromecánica

Para la selección de un tipo de bomba se va a realizar una búsqueda en diferentes empresas del sector para encontrar un modelo que se ajuste a las características de la instalación anteriormente detalladas.

1.5.8.1.1.- Selección Bombas

La bomba seleccionada ha sido la bomba centrífuga radial KACBT de la empresa Sterling-SIHI (Ver Anexo Catálogos). Esta es una turbomáquina con una amplia gama de aplicación que va desde diferentes industrias como la farmacéutica, la textil o la química hasta el bombeo de aguas residuales, regadío o suministro de agua en centrales térmicas. Por tanto las características de una central de bombeo se ajustan a las de la bomba. Sus datos técnicos son los siguientes:

- Flujo máximo: $2400 \text{ m}^3/h$
- Altura máxima: 160 metros
- Velocidad máxima: 3000 rpm

Estas características técnicas permiten que pese que la instalación tiene dos zonas con dos caudales diferentes se pueda utilizar la misma bomba para las dos, aunque cada una tendría un rendimiento y consumos de electricidad diferentes. En el Anexo Catálogos se presenta la información completa sobre las características de la bomba.

1.5.8.2.- Turbinas Hidráulicas

La turbina constituye la parte más importante de la central hidráulica, pues es la encargada de transformar la energía del agua en energía mecánica, que posteriormente será transformada en electricidad por el alternador unido al eje de la turbina. En la sección 1.2.2.3 de la memoria descriptiva ya se hizo una breve descripción de los tres tipos principales de turbinas que se utilizan en la centrales hidráulicas, Kaplan, Francis y Pelton. Por encima de esta clasificación, se puede hacer una primera clasificación de las turbinas en función de los dos posibles mecanismos de transformación de energía:

- Turbinas de acción: Se crea un chorro de agua que choca a muy alta velocidad sobre unas cazoletas que están fijadas en la periferia de un disco, a las que transfiere toda su energía. Después el agua cae al canal de descarga. Su carcasa es ligera, pues sólo tiene que impedir salpicaduras y proporcionar seguridad a las personas. Dentro de este grupo se encuentran las turbinas Pelton.
- Turbinas de reacción: La presión del agua actúa directamente sobre los álabes e irá disminuyendo según avance el agua por ellos. En este caso la carcasa es más robusta para poder soportar los esfuerzos del agua a presión. Dentro de este grupo están las turbinas Francis y las Kaplan.

La selección de un tipo de turbina u otra estará relacionada con las características de la central. Para alturas pequeñas y caudales muy grandes se utiliza generalmente la turbina Kaplan, mientras que para caudales pequeños y alturas muy grandes se utiliza la turbina Pelton. La turbina Francis, más versátil, se ajusta para valores intermedios de altura y caudal. En la

siguiente ilustración se pueden observar dos gráficas de dos fabricantes diferentes en las que se representan los tipos de turbinas utilizados en función de altura y caudal:

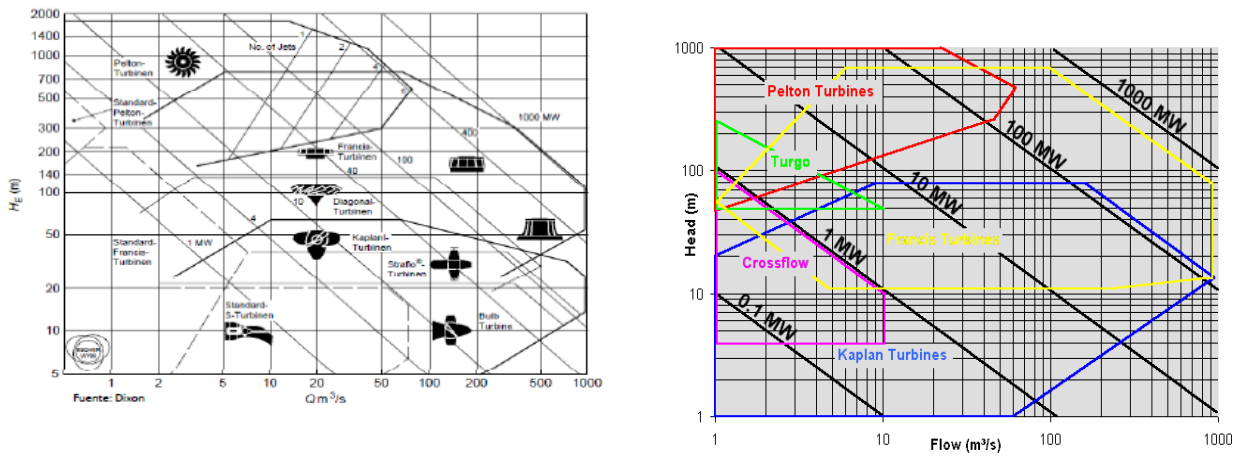


Ilustración 19. Turbine Application Chart. Fuente: www.hydroni.co.uk/

Como se puede observar la elección de un tipo de turbina u otra no es algo sencillo y en determinadas condiciones dos tipos diferentes pueden servir, por lo que la experiencia del fabricante y del ingeniero es importante para la elección de la turbina.

1.5.8.2.1- Selección Turbinas

Para la selección de las turbinas se va a recurrir, igual que se hizo con las bombas, a catálogos de fabricantes. En este caso se ha recurrido a los de la empresa fabricante de turbinas Andritz Hydro (Ver Anexo Catálogos). Para la elección del tipo de turbina se va a recurrir al mismo tipo de gráfico de la Ilustración 19 que aparece en la página 2 del catálogo. Se puede ver que para las características de la instalación en modo turbinación el fabricante propone turbinas Pelton de 0,7-0,8 MW, lo que se corresponde con la potencia calculada en el apartado 2.4.1 del Anexo Cálculos.

Al elegir la turbina Pelton por delante de los otros tipos de turbinas se consiguen aprovechar las siguientes ventajas características de este tipo de turbinas:

- Infraestructura sencilla
- Son más robustas
- Reparaciones y mantenimiento más sencillos
- Regulación de presión y velocidad más fácil

En la siguiente ilustración se puede ver ejemplos de turbinas Pelton instaladas por la empresa Andritz Hydro en diferentes centrales:



Ilustración 20. Turbinas Pelton de Andritz Hydro. Fuente: Andritz Hydro/hy-mini-compact-brochure

1.5.9.- Máquinas eléctricas

Una máquina eléctrica es un dispositivo capaz de transformar cualquier forma de energía en energía eléctrica o a la inversa y también se incluyen en esta definición las máquinas que transforman la electricidad en la misma forma de energía pero con una presentación distinta más conveniente a su transporte o utilización. Se clasifican en tres grandes grupos: generadores, motores y transformadores. De esta manera las máquinas eléctricas de la central van a ser las encargadas de generar aportar la energía en el modo bombeo y de transformar la recolectada por las turbinas en energía eléctrica. En los siguientes epígrafes se va a realizar la descripción de las máquinas eléctricas necesarias para el funcionamiento de la central.

1.5.9.1.- Motor de corriente alterna

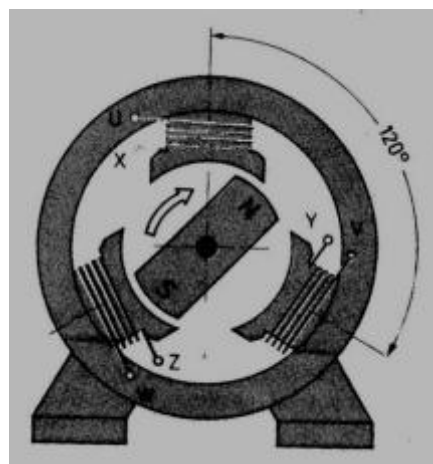
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que funcionan con efectivamente con corriente alterna. Los dos tipos de motores de este tipo de corriente más importantes son el motor asíncrono y el de jaula de ardilla.

Motor asíncrono o de inducción: Son un tipo de motor de corriente alterna en el que la corriente eléctrica del rotor necesaria para producir torsión es inducida por inducción electromagnética del campo magnético de la bobina del estator. Por lo tanto un motor de inducción no requiere una conmutación mecánica aparte de su misma excitación o para todo o parte de la energía transferida del estator al rotor, como en los universales, DC y motores grandes síncronos. El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor y un estator, donde se encuentran las bobinas inductoras. Según el *Teorema de Ferraris*, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120° , se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético

variable va a inducir una tensión en el rotor según la Ley de inducción de Faraday, que establece que si una espira es atravesada por un campo magnético variable en el tiempo se establece entre sus extremos una diferencia de potencia de valor:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

N representa el número de espiras, ϕ el flujo que atraviesa la espiral y t el tiempo. El signo menos de la ecuación es una expresión de la ley de Lenz. Esta establece que la polaridad del voltaje inducido en la bobina es tal que si sus extremos se pusieran en cortocircuito, produciría una corriente que causaría un flujo para oponerse al cambio de flujo original. Puesto que el voltaje inducido se opone al cambio que lo causa, se incluye el signo menos en la ecuación.



Si se distribuye espacialmente alrededor del estator de un motor los bobinados de un sistema de tensiones trifásicos decaladas 120° se genera un campo magnético giratorio. La velocidad de giro de este campo magnético, denominada velocidad de sincronismo, viene dada por la expresión:

$$n = \frac{60f}{p}$$

De donde:

Ilustración 21. Motor inducción

- n = Velocidad de giro del campo magnético en r.p.m
- f = Frecuencia de la corriente eléctrica de alimentación de la máquina
- p = Número de pares de polos magnéticos establecidos en el bobinado del estator

De este modo tendremos las velocidades de sincronismo normalizadas para la frecuencia normal de 50 Hz.

Nº de pares de polos	Velocidad sincronismo r.p.m
2	n=3000 rpm
4	n=1500 rpm
6	n=500 rpm
...	...

Tabla 6. Velocidades de sincronismo y numero de polos

En estos motores la velocidad de giro del rotor es ligeramente inferior a la velocidad de giro del campo magnético del estator, debido a la fricción del rotor en los cojinetes, rozamiento con el aire y a la carga acoplada al eje del rotor, por este motivo es por lo que se les conoce como motores asíncronos. A ésta diferencia de velocidad se le da el nombre de deslizamiento que se expresa generalmente en tanto por ciento, referido a la velocidad de sincronismo.

Motores de rotor de jaula de ardilla: El motor de rotor de jaula de ardilla, también llamado de rotor en cortocircuito, es el más sencillo y el más utilizado actualmente. En núcleo del rotor está construido de chapas estampadas de acero al silicio en el interior de las cuales se disponen unas barras, generalmente de aluminio moldeado a presión. Las barras del devanado van conectadas a unos anillos conductores denominados anillos extremos. El bobinado así dispuesto tiene forma de jaula de ardilla.

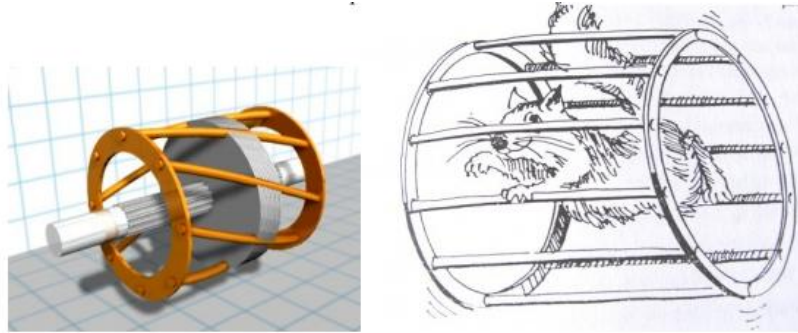


Ilustración 22. Rotor tipo "jaula de ardilla"

Un inconveniente de los motores con rotor de jaula de ardilla es que en el arranque absorbe una corriente muy intensa (de 4 a 7 veces la nominal o asignada), y lo hace además con un bajo factor de potencia, y a pesar de ello, el par de arranque suele ser bajo. La baja resistencia del rotor hace que los motores de jaula de ardilla tengan excelentes características para marchas a velocidad constante. Hasta hace unos cuantos años (década de los 90), un inconveniente de los motores con rotor de jaula de ardilla era que su velocidad no era regulable, pero actualmente con los variadores de velocidad electrónicos se puede conseguir un control perfecto de la práctica totalidad de parámetros del motor, entre los que destacan el par, la corriente absorbida y la velocidad de giro.

1.5.9.2.- Motor eléctrico elegido

Para finalizar el diseño del modo bombeo de la instalación reversible es necesario encontrar unos motores eléctricos que se ajusten a las condiciones técnicas y que suministren la potencia necesaria para que las bombas transporten el agua hasta el nivel superior de la central. Para encontrar unos motores acordes a la instalación se ha estudiado el mercado buscando en diferentes catálogos. Finalmente, se decanta por el modelo de motor M3BP de la marca ABB. Las características del motor son las siguientes:

Motores tipo	M3BP
Potencia	0,25 a 1000 kW
Tamaño	IEC 71 a 450
Material	Fundición de Hierro
Número de polos	2 a 8
Tensiones	Todas las comunes
Velocidades	1 y 2 velocidades

Ilustración 23. Características motor eléctrico

Como se sabe ya en el modo bombeo de la instalación hay dos potencias diferentes de bombeo, la de la zona 1 de 0,31 MW y las de la zona 2 de 0,63 MW, esto va a hacer tener dos motores de tamaño diferente. En el Anexo Catálogos se presenta el catálogo de ABB para el modelo de motor M3BP. Seleccionando según las características de cada zona en tipo de motor elegido para cada zona es el siguiente:

Zona 1	Zona 2
Modelo M3BP 355MLB 6	ModeloM3BP 450LA 6

Tabla 7. Modelo de motor para cada zona

Las características de cada motor se presentan en el Anexo Catálogos.

1.5.9.3.- Generadores síncronos

El principio de funcionamiento de los generadores síncronos se basa en la ley de Faraday para crear una tensión inducida en el estator. Se debe crear un campo magnético en el rotor y esto se logra alimentado al rotor con una corriente contigua. Este campo magnético inducirá una tensión en el devanado del estator por lo que se obtendrá una corriente alterna que fluirá a través del mismo. El circuito que proporciona la corriente continua al rotor se denomina circuito de excitación y esta corriente no representa más del 1% de la potencia del generador. Se tienen tres tipos de excitatrices:

- Excitatrices de corriente alterna sin escobillas: Basadas en un pequeño generador de alterna cuyo inducido se monta en el rotor. La corriente de salida se emplea para alimentar el rotor del generador.
- Excitatrices estáticas: La corriente de excitación se extrae de la que sale del propio generador, se rectifica y se envía al rotor a través de escobillas y anillos rozantes.
- Excitatrices rotativas de corriente continua: El inducido de la excitatriz va montado en el eje del generador principal. Se pueden emplear excitatrices en cascada para aumentar la potencia que pueden suministrar.

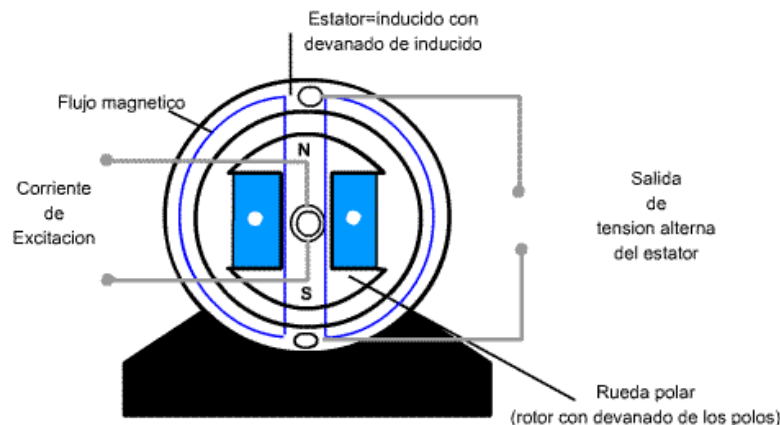


Ilustración 24. Esquema de un generador síncrono

1.5.9.4.- Generador eléctrico elegido

De la misma manera que con las turbomáquinas y con el motor eléctrico, el generador síncrono se va a buscar entre las diferentes ofertas de las empresas del mercado. A diferencia del modo de bombeo, todas las turbinas del modo turbinación van a recibir la misma potencia con lo que las cuatro turbinas y por tanto los 4 generadores serán del mismo modelo. Finalmente el modelo elegido es el tipo AMG 0400 de la marca ABB. Las características del generador son las siguientes:

Motores tipo	AMG BB040400 DBPM
Potencia	285-2105 kVA
Tamaño	IEC 180 a 450
Material	Fundición de Hierro
Número de polos	4 polos
Tensiones	380 a 440 V
Velocidades	1500/1800 rpm

Ilustración 25. Características del motor eléctrico

Las características concretas del generador están detalladas de manera más extensa en el Anexo Catálogos.

1.5.10 Transformadores y red de conexión

Para terminar de transmitir la potencia desde la red hasta la central y viceversa es necesario instalar transformadores que eleven la tensión desde la tensión de funcionamiento de las máquinas eléctricas hasta la tensión de la red de distribución y viceversa. Al ser la tensión de motores y alternadores diferentes, cada uno va a tener que llevar un transformador diferente que eleve la tensión desde la tensión nominal de la máquina hasta los 66 kV de la red de distribución de media tensión. La empresa ARTECHE fabrica transformadores que se ajustan a estas condiciones. En el Anexo Catálogos se muestra los transformadores de media-baja tensión que se utilizarán.

1.5.11.- Viabilidad Técnica

Para justificar que el diseño es viable es necesario comprobar que no se producen problemas de golpe de ariete y de cavitación dentro de las tuberías.

1.5.11.1.- Golpe de ariete

Al producirse cambios bruscos en el régimen del flujo se producen variaciones en su velocidad, que lleva asociados cambios estacionarios en la presión, que pueden ser incrementos o decrementos de la misma. El golpe de ariete se produce a consecuencia de estos cambios de presión. El cierre brusco de una válvula en la tubería forzada hace que el agua, por su inercia, tienda a seguir avanzando, pero al encontrar un obstáculo en su camino la energía cinética que lleva en ese momento se convierte en un incremento de presión. Dicho incremento genera una onda de presión que ensancha la tubería y la recorre toda su longitud, de manera que al final se ha producido una dilatación en su totalidad.

El golpe de ariete es un problema en instalaciones de bombeo y si no se minimiza puede causar averías en las tuberías y en las válvulas. Para controlar el efecto del golpe de ariete es necesaria una correcta utilización de las válvulas colocadas en las tuberías, cerrando antes la válvula de alimentación antes de parar la bomba.

1.5.11.2.- Cavitación

La cavitación consiste en la formación de cavidades en un líquido cuando la presión en el fluido bombeado disminuye por debajo de la presión de vapor a esa temperatura. El fenómeno de cavitación se produce principalmente en fluidos cuando se someten a altas velocidades, pudiéndose dar, de esta manera, en el interior de una bomba centrífuga, principalmente en el canal de aspiración donde la presión es menor o en el interior del rodete. En el punto donde la presión disminuye por debajo de la presión de vapor comienzan a formarse núcleos diminutos de burbujas que aumentan de tamaño a medida que pasan por el impulsor. Al llegar estas burbujas a zonas de menor velocidad se produce su implosión. Las implosiones generan ondas de choque contra las superficies del impulsor y de la voluta produciendo en las partes metálicas una corrosión tipo picadura. Simultáneamente tienen lugar vibraciones en la bomba y en el sistema de tuberías. Debido a este proceso tiene lugar un descenso en el caudal, en la altura y en el rendimiento de la bomba, así como erosión y desgaste de los álabes del impulsor, y los ejes. Para evitar que se produzca este fenómeno, el líquido debe disponer, en su entrada a la bomba, de una presión suficiente para compensar el efecto del aumento de la velocidad. Esta presión se define como NPSH (Net Positive Suction Head), y es un valor que depende de las condiciones de la instalación y de la temperatura del líquido.

El fabricante de la bomba debe proporcionar, para cada tipo de impulsor y a raíz de ensayos en banco de pruebas, cuál es el NPSH mínimo que debe cumplir la instalación para evitar que la cavitación se produzca. Este valor es el NPSH requerido. Mientras que el NPSH disponible que se debe calcular para cada instalación, sea estrictamente mayor que el NPSH requerido, el fenómeno de cavitación no se producirá. En el Anexo Cálculos se puede ver el cálculo del NPSH disponible para cada una de las bombas de la instalación.

Por otro lado, el cálculo del NPSH requerido por cada bomba se realiza mediante ensayos de cavitación y debe ser proporcionado por el fabricante. Como en este caso esta información no ha sido aportada en los catálogos, se va a calcular el NPSH requerido máximo que puede tener la bomba elegida y que debería ser incluido en la decisión. El valor de este NPSH máximo va a ser el más pequeño, que en este caso es el calculado para la bomba 2, y que tiene un valor de 9,89 metros.

Por tanto el NPSH requerido de las bombas debe ser menor que 9,89 metros para que no se produzca cavitación.

ANEXO CÁLCULOS

Tabla de contenido

2.1.- Diámetro de las tuberías	54
2.2.- Volumen del pozo de bombeo intermedio	55
2.3.- Pérdida de carga	55
2.3.1.- Pérdidas por fricción en las paredes	55
2.3.2.- Pérdidas de carga en curvaturas o codos	56
2.3.3.- Pérdidas de carga en válvulas	57
2.3.4.- Pérdidas de carga totales para cada turbomáquina	58
2.3.4.1.- Modo bombeo.....	59
2.3.4.1.1.- Zona 1.....	59
2.3.4.1.2.- Zona 2.....	59
2.3.4.2.- Modo turbinación.....	60
2.4.- Potencia efectiva turbomáquinas.....	60
2.4.1.- Turbinas.....	61
2.4.2.-Bombas zona 1:.....	61
2.4.3.-Bombas zona 2:.....	61
2.5.- Potencia eléctrica.....	62
2.5.1.- Modo bombeo	62
2.5.1.- Modo turbinación	63

Índice de Tablas

Tabla 1. Diámetro de las tuberías por zonas	54
Tabla 2. Características de la instalación	56
Tabla 3. Valores de Kb.....	57
Tabla 4. Valores Kv.....	58

2.1.- Diámetro de las tuberías

La ecuación para obtener el valor del diámetro se obtiene despejando D de la ecuación de la velocidad de un fluido circulante por un conducto. Por tanto, el diámetro de las tuberías es función del caudal de agua que es impulsado así como de la velocidad a la que lo hace.

$$v \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{Q (m^3/s)}{\frac{\pi D^2}{4} (m^2)}$$

- D: Diámetro de la tubería forzada
- V: Velocidad del fluido
- Q: Caudal impulsando en m³/s.

Despejando D se obtiene:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

El valor de Q ya está fijando, teniendo $Q_{N_1} = 1000 \text{ m}^3/h$ y $Q_{N_2} = 2000 \text{ m}^3/h$, por lo que ahora queda fijar el valor de la velocidad del fluido dentro de la tubería. Para un correcto funcionamiento el valor de la velocidad debe estar comprendida entre 3 y 5 m/s. Para los cálculos se ha tomado $v = 4 \text{ m/s}$, por lo tanto:

- $D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{1000}{3600}}{\pi \cdot 4}} = 0,298 \approx 0,3 \text{ metros}$
- $D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_2}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{2000}{3600}}{\pi \cdot 4}} = 0,42 \approx 0,4 \text{ metros}$

Por tanto los diámetros de las tuberías en cada zona serán:

	Diámetro(m)
Zona 1	0,3
Zona2	0,4

Tabla 1. Diámetro de las tuberías por zonas

2.2.- Volumen del pozo de bombeo intermedio

Debido a las características de la instalación en el modo de bombeo se necesita colocar un pozo intermedio entre las dos zonas. El volumen del pozo vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$V_{\text{útil}} = 0,9 \frac{Q(l/s)}{Z}$$

Siendo:

- Q: Caudal circulante por la bomba en litros por segundo
- Z: Número de arranques por hora

El caudal circulante será el de la segunda zona, por tanto $2000 \text{ m}^3/h$. Para el número de arranques por hora es necesario estudiar el tipo de funcionamiento que se va a desarrollar en la central. Ésta va a turbinar agua en las horas en que el precio de la energía sea mayor y la va a bombear en las horas que sea más barata. No se prevén interrupciones del funcionamiento dentro de una misma hora, tan solo al cambiar de una hora a la siguiente. Por tanto el número de arranques por hora es 1. Fijando estos valores se obtiene el siguiente volumen para el pozo de bombeo.

$$V_{\text{útil}} = 0,9 \frac{2000 \left(\text{m}^3/h\right) \frac{1000 \left(l/m^3\right)}{3600 \left(s/h\right)}}{1} = 500 \text{ m}^3$$

2.3.- Pérdida de carga

2.3.1.- Pérdidas por fricción en las paredes

Para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción se utilizará la ecuación de Darcy-Weisbach y la ecuación de Colebrook:

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

$$\frac{1}{f^{1/2}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 D} + \frac{2,51}{Re_D f^{1/2}} \right)$$

Siendo:

Anexo Cálculos

- f: Factor de fricción
- Re: Número de Reynolds
- D: Diámetro de tubería
- v: Velocidad del fluido
- ρ : Densidad del fluido
- μ : Viscosidad cinemática del fluido

Como se ha explicado en la sección 1.5.2 de la memoria descriptiva la instalación está formada por dos zonas con características diferentes, esto hace que se vayan a calcular las pérdidas de carga por zonas. Los datos de cada zona son los siguientes:

	D(m)	L (m) tuberías	Q (m ³ /s)	v (m/s)	ρ (kg/m ³)	μ (kg/ms)
Zona 1	0,3	360	1000	0,2778	997	8,90E-04
Zona2	0,4	920	2000	0,5556	997	8,90E-04
Total		1280				

Tabla 2. Características de la instalación

Con estos datos se aplica la ecuación de colebrook para hallar el factor de fricción en cada zona y que se utiliza posteriormente para calcular las pérdidas de carga. El primer paso es calcular el número de Reynolds:

$$Re_{D_1} = \frac{D_1 v_1 \rho}{\mu} = 1320661,492$$

$$Re_{D_2} = \frac{D_2 v_2 \rho}{\mu} = 1980992,2380$$

Introduciendo los números de Reynolds calculados junto con los datos que ya teníamos en la ecuación de Colebrook se obtienen los siguientes resultados para el factor de fricción:

$$f_1 = 0,010789$$

$$f_2 = 0,009621$$

Una vez calculados los factores de fricción en las tuberías se pueden calcular las pérdidas de carga en las tuberías en cada zona de tubería utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_{f_1} = 10,19 \text{ metros}$$

$$h_{f_2} = 22,04 \text{ metros}$$

2.3.2.- Pérdidas de carga en curvaturas o codos

Para calcular las pérdidas en los codos se utiliza la siguiente ecuación:

$$h_f = K_b \frac{v^2}{2g}$$

Anexo Cálculos

Tomando K los siguientes valores en función del ángulo del codo:

Accesorios	K
Codo a 90° de radio corto	0.90
Codo a 90° de radio normal	0.75
Codo a 90° de radio grande	0.60
Codo a 45° de radio corto	0.45
Codo a 45° de radio normal	0.40
Codo a 45° de radio grande	0.35

Tabla 3. Valores de Kb

Con el objetivo de reducir las pérdidas de carga se va a suponer que todos los radio de curvatura son radios grandes. Como es difícil estimar la cantidad de codos que habría en la instalación debido a la irregularidad del terreno, los cálculos que se van a hacer en esta sección son de carácter aproximado. Se van a suponer los siguientes codos:

- Dos codos a 45°, uno para al principio de la pendiente en la zona 1 y otro al final de la pendiente en la zona 2.
- Cuatro codos a 45° en la zona 1 en las separaciones de las tuberías hacia turbinas o bombas.
- En modo bombeo, dos codos a 45° en el by-pass para la zona 1, y otros dos codos a 45° para la zona 2.

Por tanto la K para codo a 45° y radio grande vale 0,35, con esto y los valores para de la velocidad del fluido para cada zona se obtiene una pérdida de carga por cada codo en función de la zona en la que esté, como se puede ver a continuación:

$$h_{fb_{zona1}} = 0,35 \frac{3,929^2}{2 \cdot 9,81} 0,275 \text{ metros}$$
$$h_{fb_{zona2}} = 0,35 \frac{4,421^2}{2 \cdot 9,81} 0,348 \text{ metros}$$

2.3.3.- Pérdidas de carga en válvulas

Para realizar el cálculo sobre las pérdidas de carga en las válvulas es necesario antes de nada la cantidad de estas que son necesarias:

- Cada turbomáquina, bomba o turbina, debe estar manejada por dos válvulas reguladoras, una a la entrada y otra a la salida.
- Cada turbomáquina debe contar con una válvula de retención con el objetivo de evitar el golpe de ariete.
- En la zona 1, una válvula de regulación en cada conexión entre tuberías para regular el cambio de las tuberías que van hacia las bombas hacia las de las turbinas
- En el by-pass, una válvula de regulación por cada tubería tras la separación.

Anexo Cálculos

Para calcular las pérdidas de carga se utilizará la ecuación explicada en la sección 1.5.3 de la memoria:

$$h_f = K_v \frac{v^2}{2g}$$

El coeficiente K_v , depende del tipo de válvula y los valores que puede tomar se presentan en la siguiente tabla:

Accesorios	K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5
Válvula de retención (totalmente abierta)	2
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2

Tabla 4. Valores Kv

Por tanto para la válvula antirretorno o de retención se tomará $K_v=2$ y para la válvula de mariposa $K_v=0,2$, obteniéndose los siguientes resultados para cada tipo de válvula y por cada zona:

$$h_{f_{retención_{zona1}}} = 2 \frac{3,929^2}{2 \cdot 9,81} = 1,57 \text{ metros}$$

$$h_{f_{retención_{zona2}}} = 0,35 \frac{4,421^2}{2 \cdot 9,81} = 1,99 \text{ metros}$$

$$h_{f_{mariposa_{zona1}}} = 0,2 \frac{3,929^2}{2 \cdot 9,81} = 0,157 \text{ metros}$$

$$h_{f_{mariposa_{zona2}}} = 0,2 \frac{4,421^2}{2 \cdot 9,81} = 0,199 \text{ metros}$$

2.3.4.- Pérdidas de carga totales para cada turbomáquina

Para conocer la altura real que las bombas deben proporcionar o que las turbinas van a recuperar, es necesario contabilizar las pérdidas de carga que van a sufrir cada turbomáquina en el desarrollo de su función dentro de la instalación. Para ello es necesario contabilizar la singularidades (codos y válvulas) de cada zona y añadirlas a las pérdidas por fricción de cada.

2.3.4.1.- Modo bombeo

Como se explica en el apartado 1.5.3 de la memoria, la instalación en modo bombeo cuenta con dos zonas, la primera con tres bombas en paralelo, y la segunda con cuatro bombas en serie dos a dos. Para separar el modo bombeo del de turbinación, las bombas de la zona 2 estarán by-pasadas, habiendo un pozo de bombeo en el medio del primer by-pass.

2.3.4.1.1.- Zona 1

Cada bomba en paralelo, tendrá presentes las siguientes singularidades:

- Dos válvulas reguladoras de caudal tipo mariposa
- Un válvula antirretorno
- Una válvula reguladora de caudal para la bifurcación entre las tuberías de las bombas y la de las turbinas
- Una válvula reguladora en el primer by-pass
- Cuatro codos a 45° para la unión de los paralelos
- Dos codos a 45° en el by-pass
- Un codo de 45° para el cambio de pendiente

Sumando estas pérdidas a las pérdidas por fricción en las paredes se obtiene lo siguiente:

$$h_{f_{B_1}} = h_{f_1} + 4 \cdot h_{f_{mariposa_{zona1}}} + h_{f_{retención_{zona1}}} + 4 \cdot h_{f_{45^\circ_{zona1}}} = 14,32 \text{ metros}$$

Por tanto cada bomba en paralelo en la zona 1 tendrá que soportar una pérdida de carga en la impulsión de 14,32 metros.

2.3.4.1.2.- Zona 2

La zona 2 como se explica en el apartado 1.3.5 de la memoria descriptiva comienza absorbiendo caudal del pozo de bombeo, tras lo cual se encuentran dos bombas en serie. Como se explica en el apartado 1.5.2.2 de la memoria descriptiva en instalaciones con bombas en serie se debe cumplir lo siguiente:

$$H_{total} = H_1 - h_{r1} + H_2 - h_{r2} = H_1 + H_2 - H_{r1+r2}$$

Por tanto se van a contabilizar las pérdidas de carga a lo largo de toda la zona 2, y suponiendo se que $H_1 = H_2$, cada bomba aportará la mitad de las pérdidas de carga. A lo largo de la tubería se encuentran las siguientes singularidades:

- Dos válvulas reguladoras de caudal por cada bomba
- Una válvula antirretorno por cada bomba

Anexo Cálculos

- Dos codos a 45° en el primer by-pass, y otros cuatro en el segundo
- Una válvula reguladora y otra antirretorno en el segundo by-pass
- Un codo a 45° para el cambio de pendiente

Realizando la adición de todas las pérdidas se obtiene:

$$h_{f_{zona2}} = h_{f_2} + 5 \cdot h_{f_{mariposa_{zona2}}} + 3 \cdot h_{f_{retención_{zona2}}} + 7 \cdot h_{f_{45^\circ_{zona2}}} = 31,45 \text{ metros}$$

Y las bombas compensarán cada una la mitad de estas pérdidas:

$$h_{f_{B_2}} = \frac{31,45}{2} = 15,72 \text{ metros}$$

2.3.4.2.- Modo turbinación

Para el modo turbinación es más sencillo ya que solo habrá cuatro turbinas en paralelo en la parte baja de la instalación. Aún así a la hora de contabilizar las singularidades habrá que tener en cuenta el caudal que pasa por cada una de ellas, obteniéndose lo siguiente:

- Dos válvulas reguladoras de caudal, una a la entrada y otra a la salida de la turbina (zona 1)
- Una válvula reguladora de caudal por cada by-pass (zona 2)
- Una válvula reguladora de caudal para la separación en la zona 1 entra las tuberías a las bombas y a las turbinas
- Dos codos a 45° en la separación del paralelo (zona 1)
- Dos codos a 45°, uno al inicio de la pendiente y otro al final (uno en zona 1 y el otro en la 2)

Realizando la adición de todas las pérdidas se obtiene las pérdidas de carga para cada turbina:

$$h_{f_T} = h_{f_1} + h_{f_2} + 3 \cdot h_{f_{mariposa_{zona1}}} + h_{f_{mariposa_{zona2}}} + 3 \cdot h_{f_{45^\circ_{zona1}}} + h_{f_{45^\circ_{zona2}}} = 34,08 \text{ metros}$$

Por tanto cada una de las turbinas en paralelo soportará 34,08 metros de pérdidas de carga.

2.4.- Potencia efectiva turbomáquinas

La potencia efectiva de las bombas y las turbinas se rige por la siguiente fórmula:

$$P = \rho Q g H$$

Anexo Cálculos

Aplicando la fórmula a las diferentes turbomáquinas presentes en la instalación obtenemos lo siguiente:

2.4.1.- Turbinas

Para las turbinas, que se encuentran en la zona 1, se tiene los siguientes datos:

$$Q = 1000 \text{ m}^3/\text{h} = 0,2778 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 265,92 \text{ metros}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$$

El resultado de la potencia efectiva de las turbinas es el siguiente:

$$P = 1000 \cdot 0,2778 \cdot 9,81 \cdot 265,92 = 744632 \text{ W} \approx 0,75 \text{ MW}$$

2.4.2.-Bombas zona 1:

Las bombas de la zona 1 de la instalación presentan las siguientes características:

$$Q = 1000 \text{ m}^3/\text{h} = 0,2778 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 114,32 \text{ metros}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$$

El resultado de la potencia efectiva de las turbinas es el siguiente:

$$P = 1000 \cdot 0,2778 \cdot 9,81 \cdot 114,32 = 311546 \approx 311 \text{ kW} = 0,31 \text{ MW}$$

2.4.3.-Bombas zona 2:

Las bombas de la zona 1 de la instalación presentan las siguientes características:

$$Q = 2000 \text{ m}^3/\text{h} = 0,556 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 115,72 \text{ metros}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Anexo Cálculos

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

El resultado de la potencia efectiva de las turbinas es el siguiente:

$$P = 1000 \cdot 0,556 \cdot 9,81 \cdot 115,72 = 631178 \text{ W} \approx 0,63 \text{ MW}$$

2.5.- Potencia eléctrica

Para el cálculo de la potencia eléctrica transmitida a la red en el modo de bombeo, o la que se toma de la misma para el bombeo, es necesario conocer los rendimientos volumétricos, mecánicos e hidráulicos. Tal y como se explica en el apartado 1.5.5.2 de la memoria descriptiva estos rendimientos toman diferentes valores dependiendo del tipo de turbina o bomba y de las condiciones en las que se trabaje. El que estos rendimientos tengan un valor alto o bajo depende en gran parte del mantenimiento al que estén sometidas las máquinas y de que estas estén en buen estado en todo momento. Se va a tomar la suposición de que el mantenimiento de la instalación va a ser suficientemente adecuado como para que estos rendimientos tomen siempre el valor más óptimo de todos los que Claudio Mataix propone. De esta manera los rendimientos totales toman los siguientes valores:

$$\eta_{T_{bombas}} = \eta_{v_B} \eta_{m_B} \eta_{h_B} = 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \approx 0,91$$

$$\eta_{T_{turbinas}} = \eta_{v_T} \eta_{m_T} \eta_{h_T} = 0,96 \cdot 0,995 \cdot 0,98 \approx 0,94$$

Una vez que se conoce el rendimiento se puede calcular la potencia eléctrica o potencia en el accionamiento de la siguiente manera:

$$\eta_T = \frac{P}{P_a}$$

2.5.1.- Modo bombeo

Para calcular la potencia eléctrica en modo bombeo de la instalación, se utilizará la ecuación anterior, así como el valor de la potencia efectiva de las bombas multiplicada por la cantidad de las mismas instaladas en cada zona. En cálculo es el siguiente.

$$P_{BOMBEO} = \frac{4 \cdot 0,31 \text{ MW} + 4 \cdot 0,63 \text{ MW}}{0,91} = 4,13 \text{ MW}$$

2.5.1.- Modo turbinación

$$P_{TURBINACIÓN} = 0,94 \cdot (4 \cdot 0,75MW) = 2,82 MW$$

2.6.- Comprobación de no cavitación

Para comprobar que en las bombas no se produce el fenómeno de cavitación se procede a calcular el NPSHdisponible y a comprobar que este es siempre mayor al NPSHrequerido con un cierto factor de seguridad.

$$NPSH_{disponible} = P_{atm} \pm H_g - H_r - P_v$$

Siendo:

- P_{atm} : Presión atmosférica en m.c.a
- H_g : Metros de agua por encima o por debajo de la bomba
- H_r : Pérdidas en el canal de admisión
- P_v : Presión de vapor del agua a temperatura ambiente

Al haber diferentes bombas se tienen que comprobar una por una

2.6.1.- Bomba 1

La bomba 1 es la que está situada en la zona 1 de la central y absorbe agua directamente del embalse de Almalahüigue. Se tienen los siguientes valores para la bomba 1:

- $P_{atm} = 10,33$ m.c.a
- H_g : Al absorber agua directamente del embalse el valor de H_g será tanto como la profundidad del embalse
- H_r al ser el canal de admisión de la primera bomba muy pequeño frente al resto de la instalación se desprecia su valor
- $P_v = 0,94$ m.c.a

Al ser el valor de H_g la profundidad del embalse y esta es supuestamente bastante grande, el valor de NPSHdisponible para la bomba 1 va a ser un valor bastante grande también, por lo que se va a suponer que el NPSHdisponible de la instalación es estrictamente mayor al NPSHrequerido, por lo que no se va a producir cavitación.

2.6.2.- Bomba 2

La bomba 2 está situada en la zona 2 y es la que absorbe agua del pozo de bombeo. Se tienen los siguientes valores para esta bomba:

- $P_{atm} = 10,33$ m.c.a
- H_g : 0,5 m Nivel mínimo de agua en el pozo

Anexo Cálculos

- H_r al ser el canal de admisión de la bomba muy pequeño frente al resto de la instalación se desprecia su valor
- $P_v = 0,94$ m.c.a

$$NPSH_{disponible} = 9,89 \text{ metros}$$

Para la bomba 2 el NPSH requerido debe ser menor que 9,89 metros para que no exista cavitación.

2.6.3.- Bomba 3

La bomba 3 es la segunda bomba de la zona 2, situada en serie con respecto a la otra bomba. Se tienen los siguientes valores para esta bomba:

- $P_{atm} = 10,33$ m.c.a
- $H_g = 100$ m Diferencia de cota entre las bombas 1 y 2
- $H_r = 15,72$ metros (Pérdidas de carga de la zona 2 para la bomba 1)
- $P_v = 0,94$ m.c.a

$$NPSH_{disponible} = 93,67 \text{ metros}$$

Para la bomba 3 el NPSH requerido debe ser menor que 93,67 metros

ANEXO CATÁLOGOS

Tabla de Contenido

3.1.- Catálogo bomba CBT	67
3.2.- Catálogo turbinas ANDRITZ	78
3.3.- Catálogo motores eléctricos ABB	85
3.4.- Catálogo generadores eléctricos ABB	94
3.5.- Catálogo transformadores ARTECHE	104
3.6.- Catálogo tuberías Polietileno Alta Densidad	112
3.7.- Catálogo válvulas	125

Volute casing pumps

additional sizes to those of ISO 2858 / EN 22858



CBT 100 - 160 ... 350 - 400

TECHNICAL DATA

Flow:	max. 2400 m ³ /h
Head:	max. 160 m
Speed:	max. 3000 rpm
Material:	cast iron (0B, 0E) ductile cast iron (1A, 1E) cast steel (2A, 2E) stainless steel (4B) and duplex steel (F1)
Temperature:	max. 200 °C depending on the shaft sealing and material execution.
Casing Pressure:	max. 25 bar
Shaft sealing:	mechanical seal or stuffing box
Flange connections:	material design 0B, 0E DIN 2501 PN 16 1A, 1E DIN 2501 PN 25 2A, 2E, 4B DIN 2501 PN 16 ANSI RF 150 and ANSI RF 300
Direction of rotation:	clockwise when looking at the pump from the drive end.

APPLICATION

Volute casing pumps of the CBT range are used when clear or slightly dirty or even corrosive liquids are to be pumped.

The CBT range pumps are therefore suitable for use in:

Chemical and petrochemical industries

Food and beverage industry

Pharmaceutical industry

Plastic and rubber industry

Iron and non-ferrous metal industry

Paper and pulp industry

Textile industry

Thermal power stations

Water supply

Irrigation

Particular in applications in:

All processing plants.

Pumping of acids, brine and alkalis and all types of hydrocarbons.

Surface treatment and surfacing hardening of metal, e. g. galvanizing, anodizing, phosphatising.

Desalination and extractions plants.

Heating engineering for circulation of water and other heat transfer fluids.

Water treatment and supply.

Treatment of industrial effluents.

A range of materials is available to meet the specific needs of customers.

DESIGN

Horizontal, single-stage volute casing pumps with design features and nominal rating to ISO 2858 / EN 22858.

The design of the pump allows the complete drive unit to be withdrawn from the casing without disturbing the attached pipe work. If a spacer type coupling is used, it is also unnecessary to disconnect the motor.

The range covers 20 sizes with only 4 different bearing brackets.



CONSTRUCTION

Sizes with single volute casing:

100160, 125200, 150200, 150315, 150400, 150500, 200250, 200315, 250300, 250315.

Sizes with double volute casing:

200400, 200500, 250400, 250500, 250630, 300400, 300500, 350400.

Sizes with single volute casing with diffuser:

150630, 200630

Casing pressure:

Temperature range	Material execution		
	EN-JL 1040	EN-JL 1025	Stainless steel
-20 °C to +120 °C	16 bar	25 bar	16 bar
+120 °C to +200 °C	13 bar	16 bar	10 bar

Max. casing pressure= inlet pressure + delivery head at zero flow

Max. test pressure= EN-JL 1025 33 bar; EN-JL 1040 and stainless steel 21 bar

Please note: The relevant technical regulations and safety rules must be observed.

Flanges location:

Axial suction flange, discharge flange radially upwards.

Flanges:

Material design Stainless steel: Complies with DIN 2543 PN 16

Material design EN-JL 1040: DIN 2533 PN 16

Material design EN-JL 1025: DIN 2534 PN 25

Flanges drilled according to ANSI can be supplied

Bearings:

One deep groove ball bearing on the pump side, two single-row angular contact ball bearings in an O arrangement on the drive end. Oil lubrication, desing code R.

- Oil level control by constant level oiler as standard.
- Bearing brackets are optional equipped with tapped holes for installation of temperature/vibration sensors.

Shaft sealing (Stuffing box and mechanical seal)

Code 041: Self-sealed, uncooled packing rings

Code BK3: Unbalanced bellows mechanical seal, seal face materials Graphite/ SiC, elastomer EPDM

Code BKS: Unbalanced bellows mechanical seal, seal face materials SiC/ SiC, elastomer FPM (Viton)

Code X0D: Balanced mechanical seal, cartridge seal face materials SiC/ SiC - Carbon/ SiC elastomer FPM (Viton)

Code X0M: Balanced mechanical seal, cartridge seal face materials Carbon/ SiC - Carbon/ SiC elastomer FPM (Viton)

According to EN 12756, it is possible the installation of double mechanical seal mounted back-to-back or tandem arrangement. On all versions the seal cover plates can be provided with a hole for draining the leakage and with a quench connection incorporating a throttling bush.

Other sealing execution can be supplied on request.

Material design:

Item	Component	Material					Construction									
		Mat. N°	DIN denomination	ISO EN denomination	US Material		0B	0E	1A	1E	2A	2E	4B	F1		
					ASTM Standard	AISI										
10.20	Volute casing	EN-JL 1040 1.4408 EN-JL1025 1.0619 1.4517	GG-25 GX6CrNiMo18 10 GGG-40.3 GS-C 25 GX3CrNiMoCuN26 6 3 3	EN-GJL 250 GX5CrNiMo19-11-2 EN-GJS-400-18-LT GP 240 GH GX3CrNiMoCuN26 6 3 3	A 278 Cl. 30 A 351 CF8M A 395 A 216 Gr WCB	316	x	x		x	x			x		
16.10	Casing cover	EN-JL 1040 1.4408 EN-JL1025 1.0619 1.4517	GG-25 GX6CrNiMo18 10 GGG-40.3 GS-C 25 GX3CrNiMoCuN26 6 3 3	EN-GJL 250 GX5CrNiMo19-11-2 EN-GJS-400-18-LT GP 240 GH GX3CrNiMoCuN26 6 3 3	A 278 Cl. 30 A 351 CF8M A 395 A 216 Gr WCB	316	x	x		x	x		x	x		
21.00	Shaft	1.0503 1.4462	C 45 X2CrNiMoN 22 5 3	C 45 X2CrNiMoN 22 5 3	A 576 Gr1045	1045	x	x	x	x	x	x	x	x		
23.00	Impeller	EN-JL 1040 1.4408 1.4517	GG-25 GX6CrNiMo18 10 GX3CrNiMoCuN26 6 3 3	EN-GJL 250 GX5CrNiMo19-11-2 GX3CrNiMoCuN26 6 3 3	A 278 Cl. 30 A 351 CF8M	316	x	x	x	x	x	x	x	x		
50.20	Wear ring	EN-JL 1040 1.4408 1.4517	GG-25 GX6CrNiMo18 10 GX3CrNiMoCuN26 6 3 3	EN-GJL 250 GX5CrNiMo19-11-2 GX3CrNiMoCuN26 6 3 3	A 278 Cl. 30 A 351 CF8M	316	x	x	x	x	x	x	x	x		
33.00	Bearing bracket	EN-JL 1040	GG-25	EN-GJL 250	A 278 Cl. 30		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
52.30	Shaft sleeve / Mechanical seal	1.4571 1.4462	X6CrNiMoTi 17 12 2	X6CrNiMoTi 17 12 2	A 276 Gr316Ti	316Ti	x	x	x	x	x	x	x	x		
52.40	Shaft sleeve / Stuffing box	1.4122 1.4571 1.4462	X35CrMo 17 X6CrNiMoTi 17 12 2 X2CrNiMoN 22 5 3	X39CrMo 17 1 X6CrNiMoTi 17 12 2 X2CrNiMoN 22 5 3	A 276 Gr316Ti	316Ti	x	x	x	x	x	x	x	x		
46.10	Shaft seal / Stuffing box	Soft packing						x	x	x	x	x	x	x	x	
43.30	Mechanical seal	Silicon Carbide / Carbon EPDM or Viton (See other options)						x	x	x	x	x	x	x	x	

Casing gasket:

The casing is sealed by flat gasket of PTFE GF 25 material. Code of this design: 2

Only for pump size 150630, 200630 and 250630 the casing is sealed by O-ring Viton. Code of this design: V

Only for pump size 150630, 200630 and 250630 the casing is sealed by O-ring EPDM. Code of this design: E

Motor Power:

Using commercial electric motors, type of construction IM B3.

To determine the drive power we recommend the following safety margin:

Up to 4 kW: 25%

4 to 7,5 kW: 20%

above 7,5 kW: 15%

The following speeds must not be exceeded:

size	max. speed rpm	size	max. speed rpm	size	max. speed rpm
100160	3000	125200	1800	150500	1500
		150200		250400	
		150315		250500	
		154000		250630	
		200250		300400	
		200630		300500	
		250300		350400	
		200315		350400	
		250315		350400	

The max. speeds are derived from the permissible shaft loads and the permissible peripheral speeds of the impellers

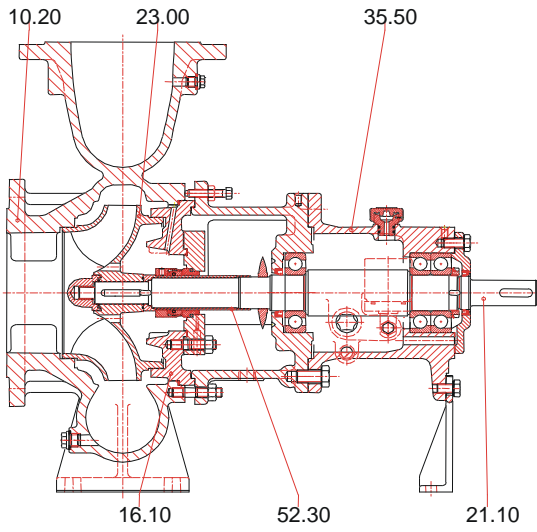
Bearing bracket / pump size:

Bracket 45B	100160 125200 150200
Bracket 55	150315 150400 150500 200250 200315 200400 200500 250300 250315
Bracket 65	150630 250400 250500 300400 300500 350400
Bracket 75	200630 250630

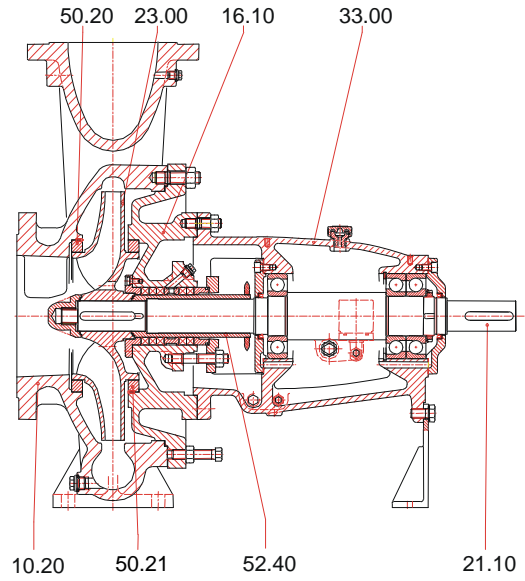
General comments:

Regarding horizontal single stage volute pumps as per dimensions ISO 2858 / EN 22858 and meeting the technical requirements of ISO 5199 / EN 25199, we refer to standard chemical pumps program of the **SIHI^{isochem}**.

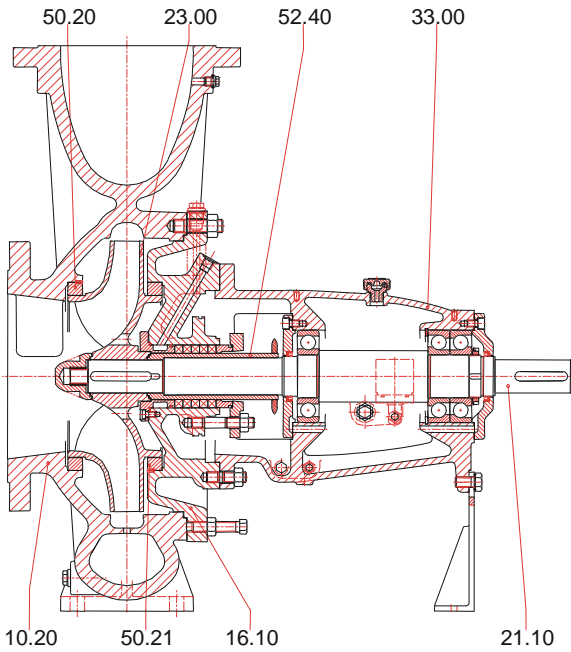
SECTIONAL DRAWING AND NOMENCLATURE



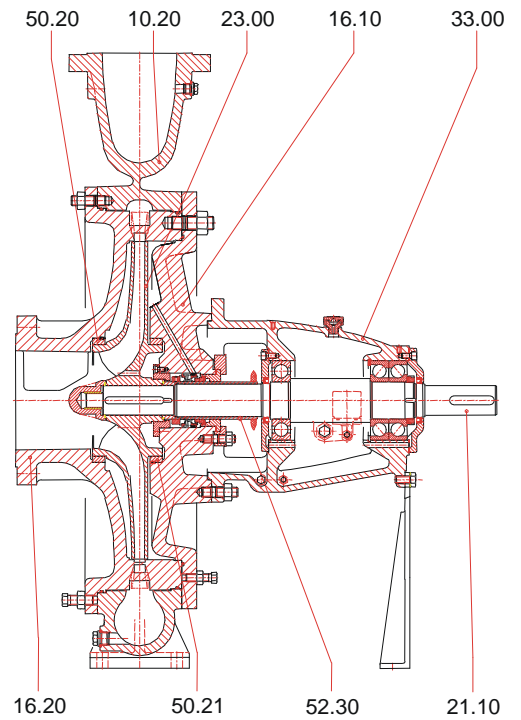
Single volute casing pumps; bearing bracket 45 B



Single volute casing pumps; bearing bracket 55



Double volute casing pumps



Pumps with diffuser

10.20 volute casing
 16.10, 16.20 casing cover
 21.00 shaft
 23.00 impeller

33.00, 35.50 bearing bracket
 50.20, 50.21 wear ring
 52.30 shaft sleeve (mechanical seal)
 52.40 shaft sleeve (stuffing box)

Performance Graph

$n = 1480$ r.p.m.
 $n = * 2900$ r.p.m.

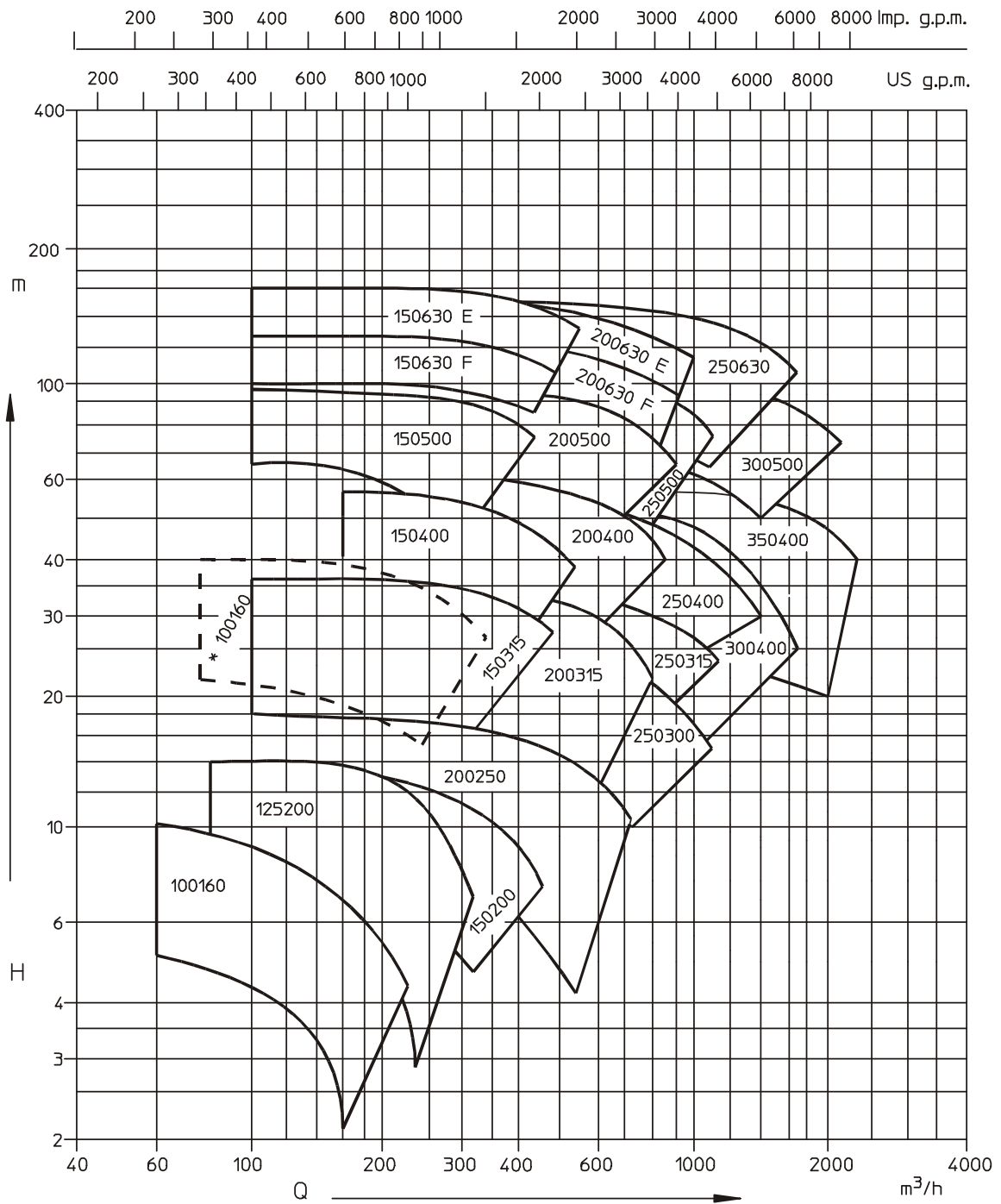
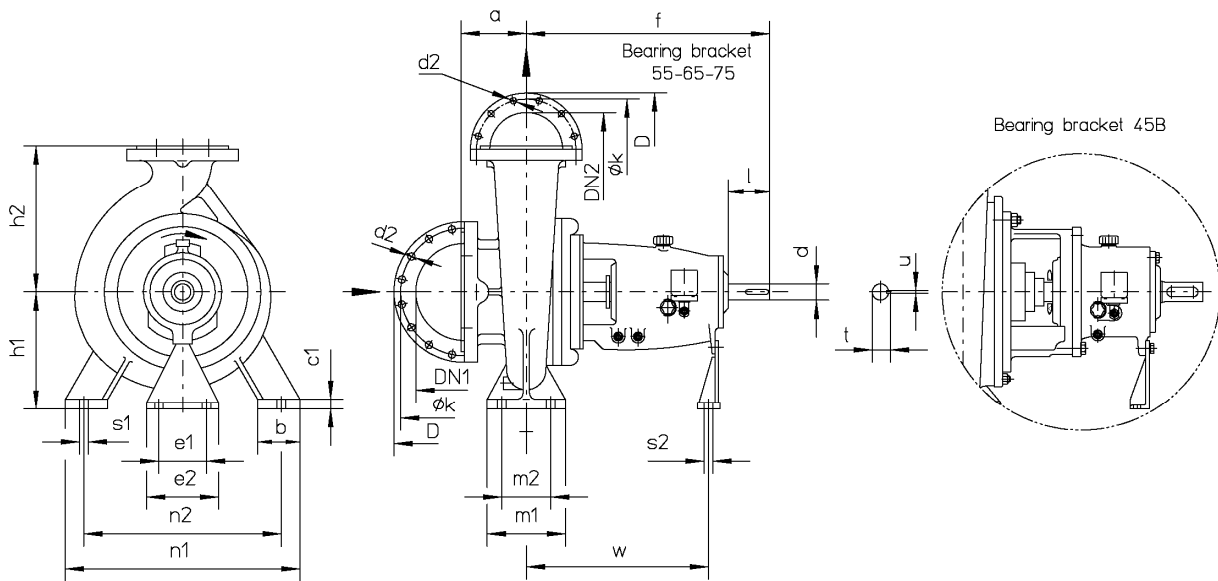


Table of Dimensions



All dimensions in mm

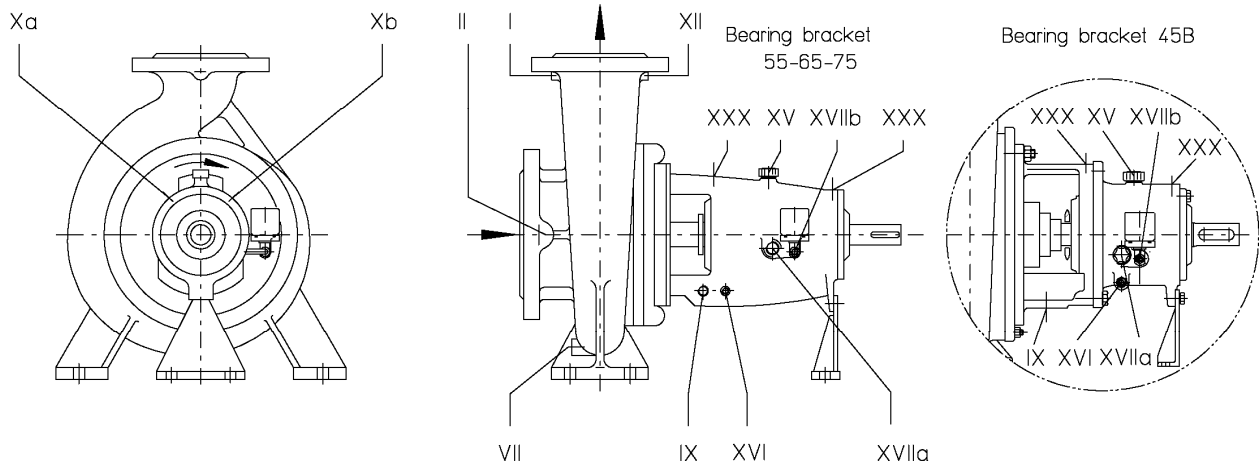
Size	BB	Pump dimensions						Foot dimensions								Shaft end						
		DN2	DN1	a	f	h1	h2	b	c1	m1	m2	n1	n2	s1*	s2*	e1	e2	w	d	l	t	u
100160	45B	100	125	125	527,5	200	280	80	18	160	120	360	280	M16	M12	110	140	400,5	32	80	35	10
125200	45B	125	150	140	500	250	315	80	18	160	120	400	315	M16	M12	110	140	370	32	80	35	10
150200	45B	150	200	160	500	280	400	100	20	200	150	550	450	M20	M12	110	140	370	32	80	35	10
150315	55	150	200	160	670	315	400	100	22	200	150	550	450	M20	M16	140	200	489	50	110	53,5	14
150400	55	150	200	160	670	315	450	100	22	200	150	550	450	M20	M16	140	200	489	50	110	53,5	14
150500	55	150	200	180	670	400	500	100	22	200	150	640	540	M20	M16	140	200	489	50	110	53,5	14
150630	65	150	200	250	720	540	700	160	30	200	150	1000	880	M20	M16	140	200	508	60	140	64	18
200250	55	200	200	180	720	355	425	100	22	200	150	550	450	M20	M16	140	200	539	50	110	53,5	14
200315	55	200	250	200	670	355	450	100	22	200	150	550	450	M20	M16	140	200	489	50	110	53,5	14
200400	55	200	250	180	670	355	500	100	22	200	150	550	450	M20	M16	140	200	489	50	110	53,5	14
200500 ¹⁾	55	200	250	200	670	425	560	100	22	200	150	660	560	M20	M16	140	200	489	50	110	53,5	14
200630	75	200	250	250	760	600	750	160	30	200	150	1100	980	M20	M16	140	200	518	75	170	80	22
250300	55	250	300	305	655	425	550	120	28	240	190	700	600	M20	M16	140	200	474	50	110	53,5	14
250315	55	250	300	250	670	375	560	120	28	240	190	620	520	M20	M16	140	200	489	50	110	53,5	14
250400	65	250	300	250	720	400	600	120	29	240	190	700	600	M20	M16	140	200	508	60	140	64	18
250500	65	250	300	250	720	450	670	120	32	240	190	750	650	M20	M16	140	200	508	60	140	64	18
250630	75	250	300	250	760	560	750	160	35	260	200	1050	950	M24	M16	140	200	518	75	170	80	22
300400	65	300	350	300	720	425	670	120	30	250	190	760	660	M24	M16	140	200	508	60	140	64	18
300500	65	300	350	300	720	480	670	140	32	250	190	840	720	M24	M16	140	200	508	60	140	64	18
350400	65	350	400	300	715	525	700	140	30	300	220	900	800	M24	M16	140	200	508	60	140	64	18

¹⁾ Discharge flange 12 x threaded drillings/M20 (only for PN 16 flanges).

* Slots suitable for bolts with dimensions indicated. Bolts are not included in the bare shaft pump standard scope of supply.

Flange connections to DIN 2501 PN 16									Flange connections to DIN 2501 PN 25							
DN ₂ /DN ₁	100	125	150	200	250	300	350	400	100	125	150	200	250	300	350	400
D	220	250	285	340	405	460	520	580	235	270	300	360	425	485	555	620
k	180	210	240	295	355	410	470	525	190	220	250	310	370	430	490	550
d ₂ x number	18x8	18x8	22x8	22x12	26x12	26x12	26x16	30x16	22x8	26x8	26x8	26x12	30x12	30x16	33x16	36x16

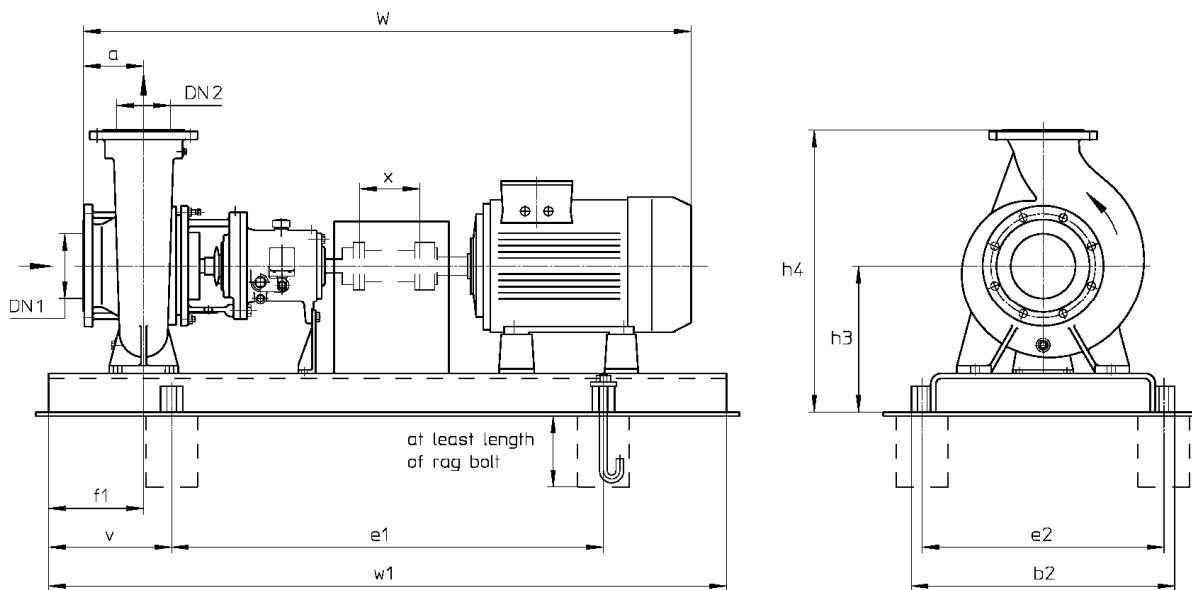
Table of connections



Pos.	Connections	Bearing bracket			
		45 B	55	65	75
I	Pressure gauge	G 1/4" ¹⁾	G 1/2" ¹⁾	G 1/2" ¹⁾	G 1/2" ¹⁾
II	Pressure/vacuum gauge	G 1/4" ¹⁾	G 1/2" ¹⁾	G 1/2" ¹⁾	G 1/2" ¹⁾
VII	Drain	G 3/8"	G 1/2"	G 1/2" ²⁾	G 3/4"
IX	Leakage liquid connection	G 1/2"	G 1/2"	G 1/2"	G 1/2"
Xa	Sealing liquid - inlet	G 1/4" ⁴⁾	G 1/4" ⁴⁾	G 1/4" ⁴⁾	G 1/4" ⁴⁾
Xb	Sealing liquid - outlet	G 1/4" ⁴⁾	G 1/4" ⁴⁾	G 1/4" ⁴⁾	G 1/4" ⁴⁾
XII	External circulation	G 1/4"	G 1/4"	G 1/4" ³⁾	G 1/2"
XV	Oil filling	Ø 20	Ø 20	Ø 20	Ø 20
XVI	Oil draining	G 1/4"	G 1/4"	G 1/4"	G 1/4"
XVIIa	Oil level sight glass	G 3/4"	G 3/4"	G 3/4"	G 3/4"
XVIIb	Constant level oiler	G 1/4"	G 1/4"	G 1/4"	G 1/4"
XXX	Sensor connection	M 8	M 8	M 8	M 8

- 1) On request
- 2) For sizes 150630 and 350400 – G3/4"
- 3) For sizes 150630 and 350400 – G1/2"
- 4) Depending of the shaft seal arrangement

Foundation plan for units with spacer type coupling, CBTA bearing bracket 45B



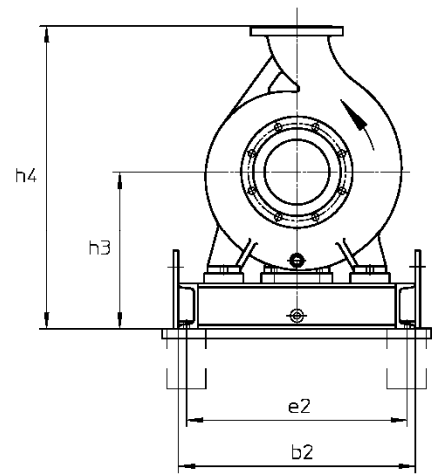
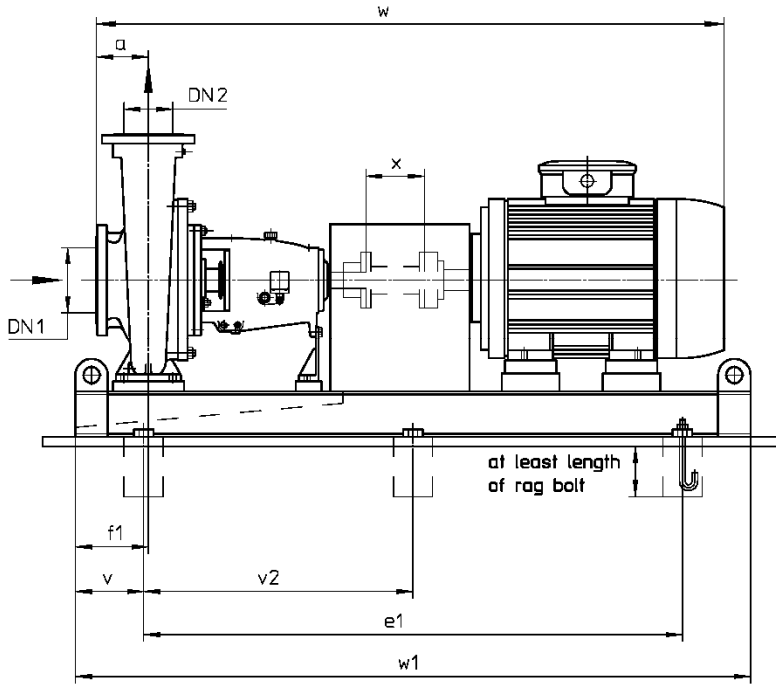
Dimensions in mm

Tolerances for welded parts acc. to DIN 8570 B

CBTA size	motor rpm		base plate size	No.	cplg.	weight (kg)		DN ₂	DN ₁	a	b ₂	v	e ₁	e ₂	f ₁	h ₃	h ₄	x	w*	w ₁	rag bolt size
	1450 KW	2900				pump	Unit*														
100160	2.20	-	100L	S385	H 95	96	196	100	125	125	490	200	740	440	90	280	560	140	1137	1140	M20x250
	3.00	-	100L	S385	H 95	96	200	100	125	125	490	200	740	440	90	280	560	140	1137	1140	M20x250
	4.00	-	112M	S385	H 95	96	208	100	125	125	490	200	740	440	90	280	560	140	1158	1140	M20x250
	5.50	-	132S	S385	H 95	96	218	100	125	125	490	200	740	440	90	280	560	140	1218	1140	M20x250
	-	15.00	160M	S487	H110	96	312	100	125	125	610	240	940	550	90	300	580	140	1353	1420	M24x400
	-	18.50	160L	S487	H110	96	322	100	125	125	610	240	940	550	90	300	580	140	1353	1420	M24x400
	-	22.00	180M	S487	H125	96	355	100	125	125	610	240	940	550	90	300	580	140	1435	1420	M24x400
	-	30.00	200L	S487	H125	96	415	100	125	125	610	240	940	550	90	300	580	140	1485	1420	M24x400
-	37.00	200L	S487	H125	96	435	100	125	125	610	240	940	550	90	300	580	140	1485	1420	M24x400	
125200	5.50	-	132S	S486	H 95	123	267	125	150	140	610	205	840	550	90	350	665	140	1234	1250	M24x400
	7.50	-	132M	S486	H 95	123	274	125	150	140	610	205	840	550	90	350	665	140	1234	1250	M24x400
	11.00	-	160M	S487	H 95	123	332	125	150	140	610	240	940	550	90	350	665	140	1368	1420	M24x400
	15.00	-	160L	S487	H110	123	348	125	150	140	610	240	940	550	90	350	665	140	1368	1420	M24x400
	18.50	-	180M	S487	H110	123	374	125	150	140	610	240	940	550	90	350	665	140	1450	1420	M24x400
150200	5.50	-	132S	S607	H 95	153	335	150	200	160	730	230	940	670	110	380	780	140	1254	1400	M24x400
	7.50	-	132M	S607	H 95	153	342	150	200	160	730	230	940	670	110	380	780	140	1254	1400	M24x400
	11.00	-	160M	S607	H 95	153	380	150	200	160	730	230	940	670	110	380	780	140	1388	1400	M24x400
	15.00	-	160L	S607	H110	153	396	150	200	160	730	230	940	670	110	380	780	140	1388	1400	M24x400
	18.50	-	180M	S607	H110	153	422	150	200	160	730	230	940	670	110	380	780	140	1470	1400	M24x400

* Dimension w and weight unit depend on the motor manufacturer.

Foundation plan for units with spacer type coupling, CBTA bearing brackets 55, 65 and 75



Dimensions in mm

Tolerances for welded parts acc. to DIN 8570 B

n = 1450 rpm

CBTA size	motor kW	motor size	base plate No.	cpkg.	weight pump	weight unit*	DN ₂	DN ₁	a	b ₂	v	e ₁	e ₂	v ₂	f ₁	h ₃	h ₄	x	w*	w ₁	rag bolt
150315	22.00	180L	180x73x14	H125	280	695	150	200	160	730	190	1420	680	710	200	485	885	180	1680	1800	M16x200
	30.00	200L	194x73x14	H125	280	750	150	200	160	730	190	1560	680	780	200	485	885	180	1730	1940	M16x200
	37.00	225S	196x73x14	H140	280	800	150	200	160	730	190	1580	680	790	200	485	885	180	1800	1960	M16x200
	45.00	225M	196x73x14	H140	280	840	150	200	160	730	190	1580	680	790	200	485	885	180	1800	1960	M16x200
150400	55.00	250M	208x73x14	H160	280	930	150	200	160	730	210	1660	680	830	200	485	885	180	1900	2080	M16x200
	45.00	225M	196x73x14	H140	310	870	150	200	160	730	190	1580	680	790	200	485	935	180	1800	1960	M16x200
	55.00	250M	208x73x14	H160	310	960	150	200	160	730	210	1660	680	830	200	485	935	180	1900	2080	M16x200
	75.00	280S	215x74x14	H180	310	1115	150	200	160	740	210	1730	690	865	200	485	935	180	1970	2150	M16x200
150500	90.00	280M	215x74x14	H180	310	1160	150	200	160	740	210	1730	690	865	200	485	935	180	1970	2150	M16x200
	55.00	250M	208x82x14	H160	350	1005	150	200	180	820	210	1660	770	830	240	570	1070	180	1920	2080	M16x200
	75.00	280S	215x82x14	H180	350	1165	150	200	180	820	210	1730	770	865	240	570	1070	180	1990	2150	M16x200
	90.00	280M	215x82x14	H180	350	1210	150	200	180	820	210	1730	770	865	240	570	1070	180	1990	2150	M16x200
150630	110	315S	230x83x16	H200	350	1395	150	200	180	830	230	1840	770	920	245	590	1090	180	2132	2300	M18x300
	132	315M	230x83x16	H200	350	1475	150	200	180	830	230	1840	770	920	245	590	1090	180	2132	2300	M18x300
	110	315S	255x120x18	H200	860	2085	150	200	250	1200	250	1900	1140	950	310	750	1450	180	2252	2400	M18x300
	132	315M	255x120x18	H200	860	2165	150	200	250	1200	250	1900	1140	950	310	750	1450	180	2252	2400	M18x300
200250	15.00	160L	180x73x12	H125	300	650	200	200	180	730	190	1420	680	710	240	495	920	180	1668	1800	M16x200
	18.50	180M	186x73x12	H125	300	690	200	200	180	730	190	1480	680	740	240	495	920	180	1750	1860	M16x200
	22.00	180L	186x73x12	H125	300	700	200	200	180	730	190	1480	680	740	240	495	920	180	1750	1860	M16x200
	30.00	200L	194x73x14	H125	300	770	200	200	180	730	190	1560	680	780	240	515	940	180	1800	1940	M16x200
200315	30.00	200L	194x73x14	H125	310	780	200	250	200	730	190	1560	680	780	260	525	975	180	1820	1940	M16x200
	37.00	225S	198x73x14	H140	310	835	200	250	200	730	190	1600	680	800	260	525	975	180	1857	1980	M16x200
	45.00	225M	198x73x14	H140	310	870	200	250	200	730	190	1600	680	800	260	525	975	180	1857	1980	M16x200
	55.00	250M	210x73x14	H160	310	965	200	250	200	730	210	1680	680	840	260	525	975	180	1980	2100	M16x200
200400	75.00	280S	217x74x14	H180	310	1100	200	250	200	740	210	1750	690	875	260	525	975	180	2055	2170	M16x200
	45.00	225M	196x73x14	H140	350	910	200	250	180	730	190	1580	680	790	260	525	1025	180	1820	1960	M16x200
	55.00	250M	208x73x14	H160	350	1005	200	250	180	730	210	1660	680	830	260	525	1025	180	1920	2080	M16x200
	75.00	280S	215x74x14	H180	350	1150	200	250	180	740	210	1730	690	865	260	525	1025	180	1990	2150	M16x200
200500	90.00	280M	215x74x14	H180	350	1195	200	250	180	740	210	1730	690	865	260	525	1025	180	1990	2150	M16x200
	110	315S	230x82x16	H200	350	1405	200	250	180	820	230	1840	760	920	260	545	1045	180	2150	2300	M18x300
	132	315M	230x82x16	H200	350	1485	200	250	180	820	230	1840	760	920	260	545	1045	180	2150	2300	M18x300
	75.00	280S	217x84x14	H180	400	1200	200	250	200	840	210	1750	790	875	260	595	1155	180	2010	2170	M16x200
200500	90.00	280M	217x84x14	H180	400	1245	200	250	200	840	210	1750	790	875	260	595	1155	180	2010	2170	M16x200
	110	315S	246x85x16	H200	400	1475	200	250	200	850	230	1860	790	930	265	615	1175	180	2152	2320	M18x300
	132	315M	246x85x16	H200	400	1555	200	250	200	850	230	1860	790	930	265	615	1175	180	2152	2320	M18x300
	160	315L	246x85x16	H200	400	1705	200	250	200	850	250	1960	790	980	265	615	1175	180	2312	2460	M18x300
200500	200	315L	246x85x16	H200	400	1810	200	250	200	850	250	1960	790	980	265	615	1175	180	2312	2460	M18x300
	250	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

CBTA size	motor kW	motor size	base plate No.	cplg.	weight pump	weight kg unit*	DN ₂	DN ₁	a	b ₂	v	e ₁	e ₂	v ₂	f ₁	h ₃	h ₄	x	w*	w ₁	rag bolt
200630	160	315L	260x131x20	H200	900	2470	200	250	250	1310	270	2060	1240	1030	315	830	1580	180	2452	2600	M20x400
	200	315L	260x131x20	H200	900	2570	200	250	250	1310	270	2060	1240	1030	315	830	1580	180	2452	2600	M20x400
	250	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	315	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
250300	37.00	225S	207x88x14	H140	416	898	250	300	305	880	210	1650	830	825	365	595	1145	180	1947	2070	M16x200
	45.00	225M	207x88x14	H140	416	928	250	300	305	880	210	1650	830	825	365	595	1145	180	1947	2070	M16x200
	55.00	250M	219x88x14	H160	416	1044	250	300	305	880	210	1770	830	885	365	595	1145	180	2070	2190	M16x200
	75.00	280S	226x88x14	H180	416	1225	250	300	305	880	230	1800	830	900	365	595	1145	180	2145	2260	M16x200
250315	45.00	225M	203x80x14	H140	425	980	250	300	250	800	210	1610	750	805	310	545	1105	180	1890	2030	M16x200
	55.00	250M	215x80x14	H160	425	1070	250	300	250	800	210	1730	750	865	310	545	1105	180	1990	2150	M16x200
	75.00	280S	222x80x14	H180	425	1240	250	300	250	800	230	1760	750	880	310	545	1105	180	2060	2220	M16x200
	90.00	280M	222x80x14	H180	425	1285	250	300	250	800	230	1760	750	880	310	545	1105	180	2060	2220	M16x200
	110	315S	237x82x16	H200	425	1485	250	300	250	820	230	1910	760	955	315	565	1125	180	2202	2370	M18x300
250400	45.00	225M	208x88x14	H140	465	1020	250	300	250	880	210	1660	830	830	310	570	1170	180	1940	2080	M16x200
	55.00	250M	220x88x14	H160	465	1130	250	300	250	880	230	1740	830	870	310	570	1170	180	2040	2200	M16x200
	75.00	280S	227x88x14	H180	465	1285	250	300	250	880	230	1810	830	905	310	570	1170	180	2110	2270	M16x200
	90.00	280M	227x88x14	H180	465	1330	250	300	250	880	230	1810	830	905	310	570	1170	180	2110	2270	M16x200
	110	315S	256x89x16	H200	465	1565	250	300	250	890	250	1920	830	960	315	590	1190	180	2252	2420	M18x300
	132	315M	256x89x16	H200	465	1645	250	300	250	890	250	1920	830	960	315	590	1190	180	2252	2420	M18x300
	160	315L	256x89x16	H200	465	1740	250	300	250	890	250	2060	830	1030	315	590	1190	180	2412	2560	M18x300
250500	75.00	280S	227x93x14	H180	590	1415	250	300	250	930	230	1810	880	905	310	620	1290	180	2110	2270	M16x200
	90.00	280M	227x93x14	H180	590	1460	250	300	250	930	230	1810	880	905	310	620	1290	180	2110	2270	M16x200
	110	315S	256x94x16	H200	590	1705	250	300	250	940	250	1920	880	960	315	640	1310	180	2252	2420	M18x300
	132	315M	256x94x16	H200	590	1785	250	300	250	940	250	1920	880	960	315	640	1310	180	2252	2420	M18x300
	160	315L	256x94x16	H200	590	1935	250	300	250	940	250	2060	880	1030	315	640	1310	180	2412	2560	M18x300
250630	200	315L	262x127x22	H200	965	2675	250	300	250	1270	270	2080	1200	1040	315	810	1560	180	2452	2620	M20x400
	250	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	315	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	355	355	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	400	355	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	500	355	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	560	400	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
630	400	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
300400	75.00	280S	232x94x14	H180	620	1440	300	350	300	940	230	1860	890	930	360	595	1265	180	2160	2320	M16x200
	90.00	280M	232x94x14	H180	620	1485	300	350	300	940	230	1860	890	930	360	595	1265	180	2160	2320	M16x200
	110	315S	261x95x16	H200	620	1720	300	350	300	950	250	1970	890	985	365	615	1285	180	2302	2470	M18x300
	132	315M	261x95x16	H200	620	1800	300	350	300	950	250	1970	890	985	365	615	1285	180	2302	2470	M18x300
	160	315L	261x95x16	H200	620	1950	300	350	300	950	270	2070	890	1035	365	615	1285	180	2462	2610	M18x300
	200	315L	261x95x16	H200	620	2055	300	350	300	950	270	2070	890	1035	365	615	1285	180	2462	2610	M18x300
	250	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
315	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
300500	110	315S	261x103x16	H200	805	1955	300	350	300	1030	250	1970	970	985	365	670	1340	180	2302	2470	M18x300
	132	315M	261x103x16	H200	805	2035	300	350	300	1030	250	1970	970	985	365	670	1340	180	2302	2470	M18x300
	160	315L	261x103x16	H200	805	2185	300	350	300	1030	270	2070	970	1035	365	670	1340	180	2462	2610	M18x300
	200	315L	261x103x16	H200	805	2290	300	350	300	1030	270	2070	970	1035	365	670	1340	180	2462	2610	M18x300
	250	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
315	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
350400	132	315M	260x110x18	H200	865	2235	350	400	300	1100	250	1950	1040	970	365	735	1435	180	2297	2450	M18x300
	160	315L	260x110x18	H200	865	2285	350	400	300	1100	270	2060	1040	1030	365	735	1435	180	2457	2600	M18x300
	200	315L	260x110x18	H200	865	2390	350	400	300	1100	270	2060	1040	1030	365	735	1435	180	2457	2600	M18x300
	250	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	315	315	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

* Dimension w and weight unit depend on the motor manufacturer.

** On request.

Data regarding size - order information

Type	Size	Hydraulic + Bearing	Shaft Seal	Material	Casing Gasket	Lubrication	Flange
		<p>A• First hydraulic</p> <p>D• Double volute</p> <p>E• Fourth hydraulic with diffuser type E</p> <p>F• Fifth hydraulic with diffuser type F</p> <p>•R One deep groove ball bearing on the pump side, two single-row angular contact ball bearings on the drive end. Oil lubrication</p>	<p>041: Self-sealed, uncooled packing rings</p> <p>BK3: Unbalanced bellows mechanical seal, seal face materials Graphite/ SiC, elastomer EPDM</p> <p>BKS: Unbalanced bellows, mechanical seal, seal face materials SiC/ SiC, elastomer FPM (Viton)</p> <p>X0D: Balanced mechanical seal, cartridge seal face materials SiC/ SiC - Carbon/ SiC elastomer FPM (Viton)</p> <p>X0M: Balanced mechanical seal, cartridge seal face materials Carbon/ SiC - Carbon/ SiC elastomer FPM (Viton)</p>	<p>0B: Cast iron GG25</p> <p>0E: Cast iron GG25 stainless steel 1.4408 impeller</p> <p>1A: Ductile cast iron GGG40.3 cast iron GG25 impeller</p> <p>1E: Ductile cast iron GGG40.3 stainless steel 1.4408 impeller</p> <p>2A: Cast steel GSC25 cast iron GG25 impeller</p> <p>2E: Cast steel GSC25 stainless steel 1.4408 impeller</p> <p>4B: Stainless steel 1.4408</p> <p>F1: Duplex steel 1.4517 with 1.4462 shaft</p>	<p>V: O-rings Viton</p> <p>E: O-rings EPDM</p> <p>2: Flat gasket of PTFE GF</p>	<p>A: Constant level oiler</p>	<p>0: Flange to DIN PN16</p> <p>1: Flange to DIN PN25</p> <p>3: Flange drilled to ANSI RF150</p> <p>5: Flange drilled to ANSI RF300</p>
CBTA	100160	AR	Alternatively 041, BK3, BKS, X0D, X0M	Alternatively 0B, 0E, 1A, 1E, 2A, 2E 4B, F1	2	A	Alternatively 0, 1, 3, 5
	125200						
	150200						
	150315						
	150400						
	150500						
150630	ER, FR						
CBTE	200250	AR					
CBTA	200315	AR					
	200400	DR					
	200500	DR					
	200630	ER, FR					
	250300	AR					
	250315	AR					
	250400	DR					
	250500						
	250630						
	300400						
300500							
	350400						

COPYRIGHT WARNING

Please read this notice

The material you are viewing in this document is protected by Copyright and may only be used in accordance with Copyright, Designs and Patent legislation.

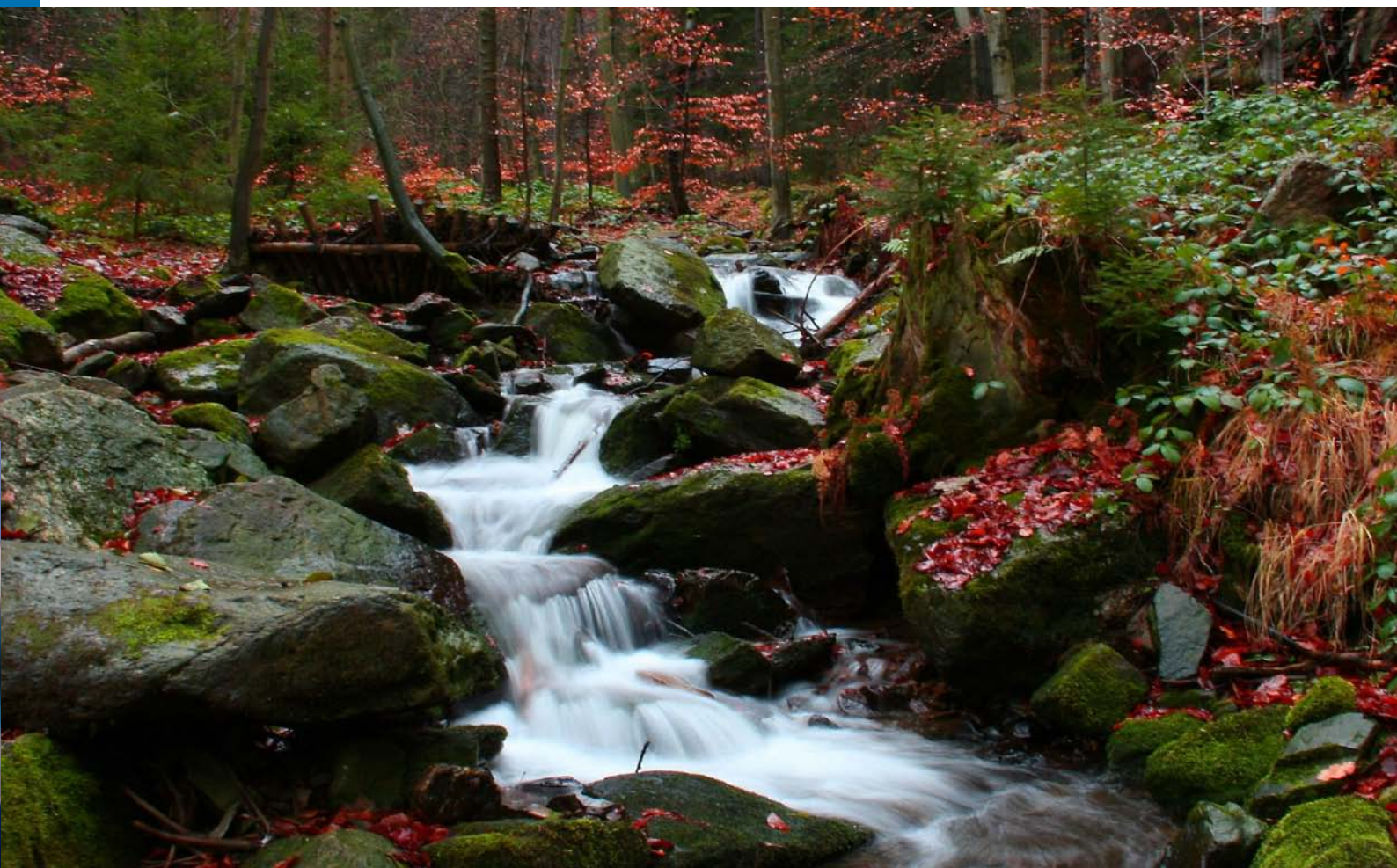
It is not permitted to copy - either in full or in part - nor substantially extract, reproduce or re-use any of the contents of this document in any material form or in any medium without permission from the Copyright holders or their assignees. Any unlawful use of the material in this document may result in claims for civil remedies, including an injunction to restrain further use and a claim for damages; or may result in criminal penalties.

Sterling Fluid Systems (Spain), S.A.

Vereda de los Zapateros s/n, Pozuelo de Alarcón 28223 Madrid, Spain.
Telephone +34 91 709 1310 Telefax +34 91 715 9700. E-mail sihi@sihi.es

Mini Compact Hydro

Dedicated solutions
for small hydropower plants



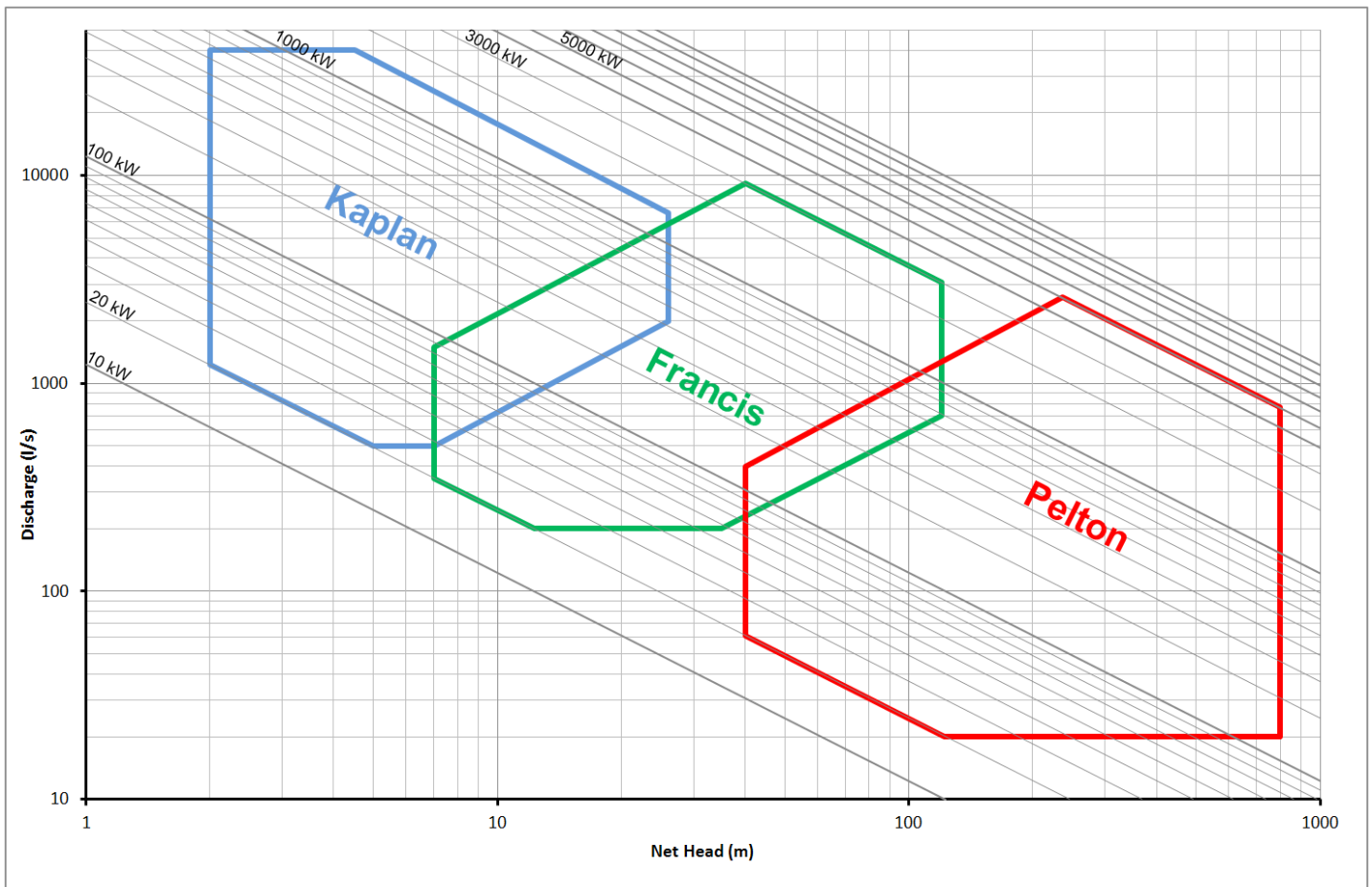
Mini Compact Hydro

Your benefits

Standardized range of electromechanical systems for small hydro power plants

High guaranteed performances based on existing model tested profiles resulting in secured and optimized energy production

“From water to wire” concept including turbine, generator, inlet valve, electrical power system & automation



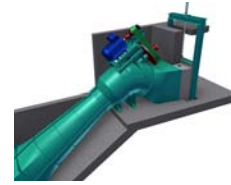
Wide application range with different arrangements

Kaplan
20 to 1,500 kW
Hn < 26 m

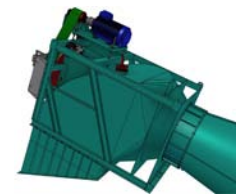
Francis
20 to 3,000 kW
Hn < 150 m

Pelton
20 to 5,000 kW
Hn < 800 m

Kaplan turbines



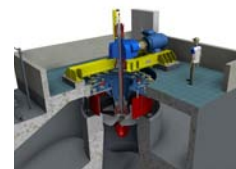
AET
Slant shaft
Belt driven
2 to 6 m
20 to 300 kW



AES
Siphon
Belt driven
2 to 4 m
20 to 300 kW



ADC
Open flume
Belt driven
Direct coupling
2 to 6 m
20 to 300 kW



ADCM
Open flume
Speed increaser
2 to 18 m
200 to 1,500 kW



ADV
Saxo
Belt driven
5 to 8 m
20 to 300 kW



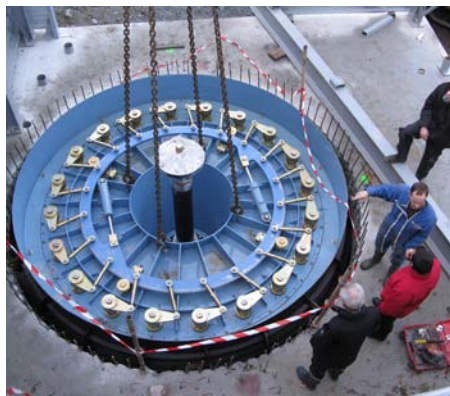
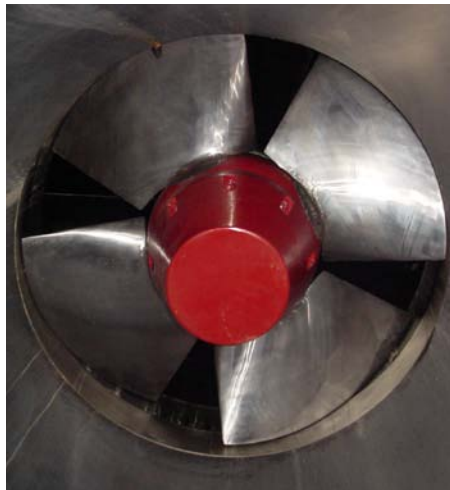
ADVG
Saxo
Direct coupling
6 to 26 m
50 to 1,500 kW



ADBG
Vertical Kaplan
Direct coupling
5 to 26 m
20 to 1,500 kW

Highlights

- suitable for any kind of site arrangement (spillway, weir, irrigation, channel, outlet from sewage treatment plants, drinkable water, etc.)
- single or double regulated
- from 3 up to 6 blades
- standard diameters from 600 to 3,100 mm

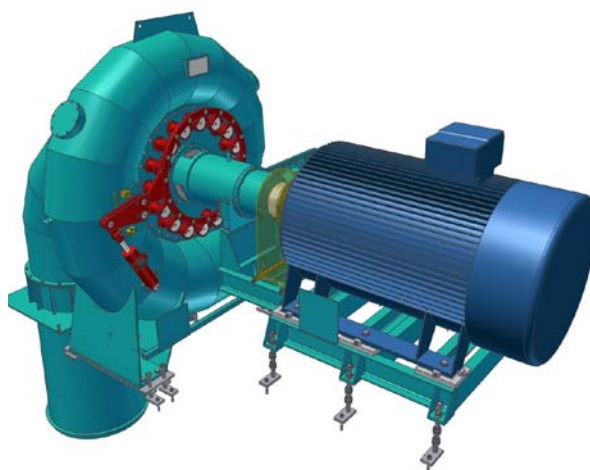


Francis turbines



Highlights

- horizontal or vertical shaft
- 6 types of spiral case and distributor, combined to 20 runner profiles
- Standard diameters from 300 to 1,200 mm

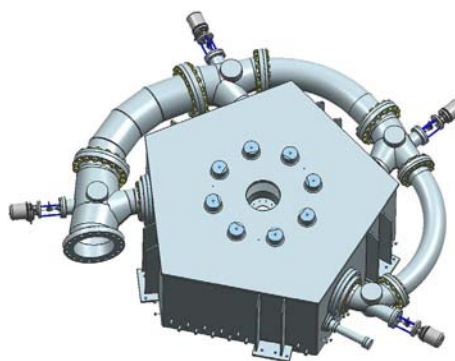


Pelton turbines



Highlights

- Horizontal shaft: 1 to 3 jets, 8 sizes of nozzles, 20 sizes of housings
- Vertical shaft: 1 to 6 jets, 6 sizes of nozzles, 11 sizes of housing
- Electrical or hydraulic nozzle servomotor

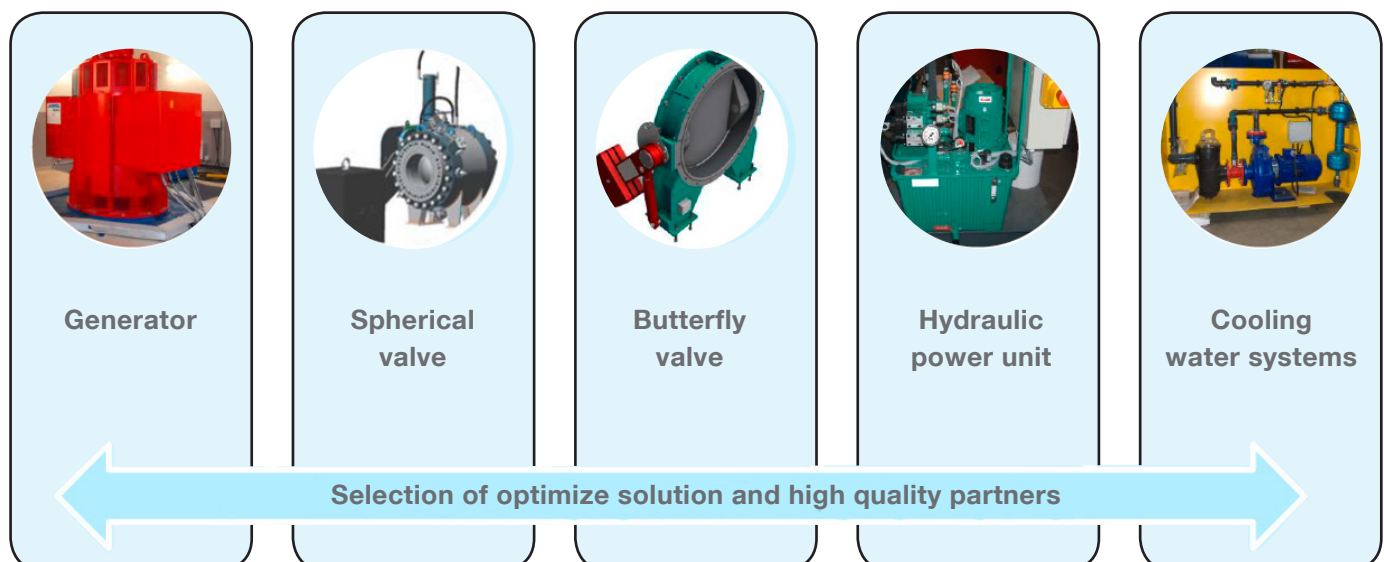


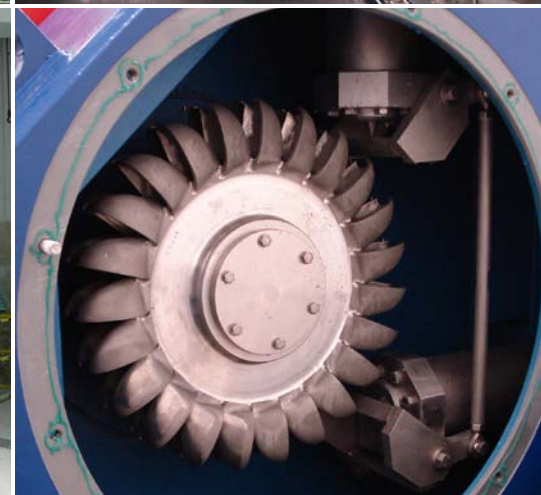
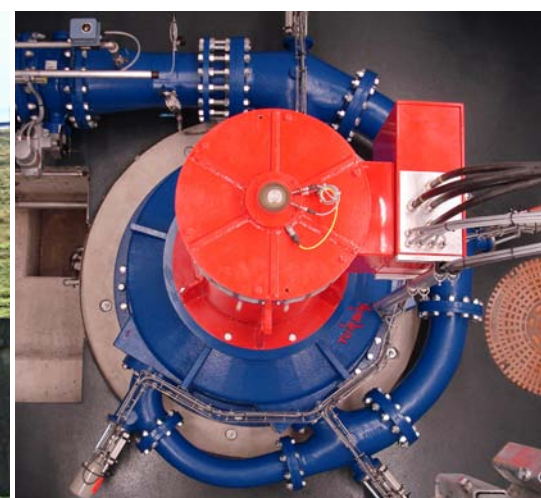
Electrical power system & automation



- Electrical power system & automation
- Selection of the highest quality products and components from the industry market for low failure rate solutions
- Lower investment costs, start-up simplification and short standstill times during system replacement are “solid” advantages for our customers. Integrated **modular automation concepts** make this possible
- Supply of a complete **turnkey electrical power system**: circuit breaker, protections, LV power cabinets, transformer, MV power cabinets.
From water to wire
- Easy operation and maintenance of small HPP's are key factor for their profitability. The extended utilization of smart phones, internet and GPS are state-of-the art

Generator, inlet valve, auxiliaries

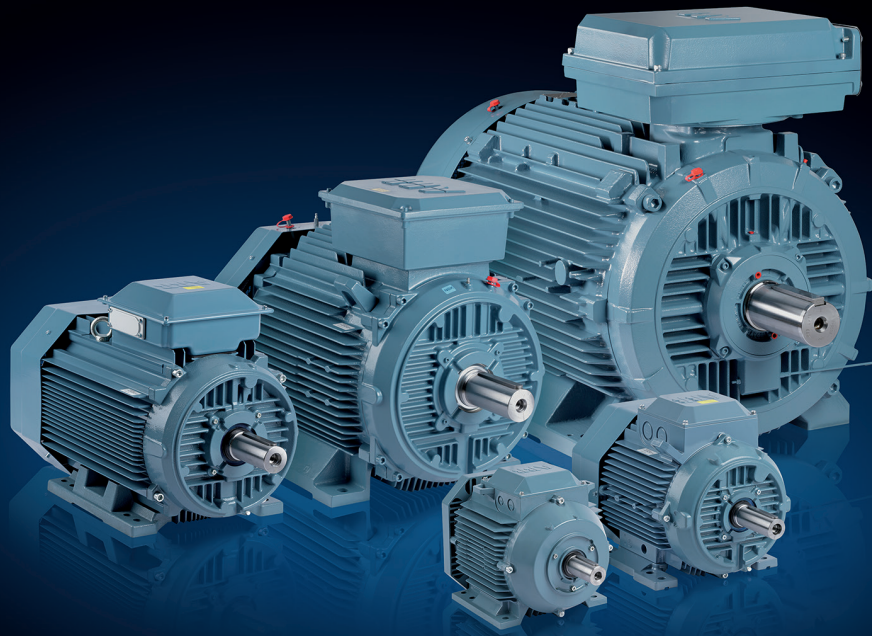




ANDRITZ HYDRO GmbH
Eibesbrunnnergasse 20
1120 Vienna, Austria
Phone: +43 50805 0
Fax: +43 50805 51015
E-Mail: contact-hydro@andritz.com
www.andritz.com

HP.Mini CH 02.en.02.15

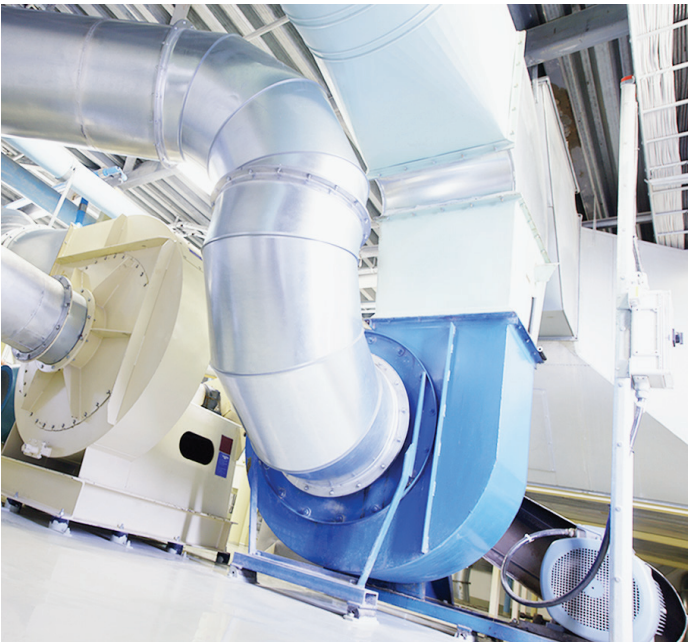
All data, information, statements, photographs, and graphic illustrations in this leaflet are without any obligation and raise no liabilities to or form part of any sales contracts of ANDRITZ HYDRO GmbH or any affiliates for equipment and/or systems referred to herein. © ANDRITZ HYDRO GmbH 2015. All rights reserved. No part of this copyrighted work may be reproduced, modified or distributed in any form or by any means, or stored in any database or retrieval system, without the prior written permission of ANDRITZ HYDRO GmbH or its affiliates. Any such unauthorized use for any purpose is a violation of the relevant copyright laws. ANDRITZ HYDRO GmbH, Eibesbrunnnergasse 20, 1120 Vienna, Austria.



Catalog | March 2016

Low voltage Process performance motors

With expertise, and a comprehensive portfolio of products and life-cycle services, we help value-minded industrial customers improve their energy efficiency and productivity.



Low voltage Process performance cast iron motors

Sizes 71 to 450, 0.09 to 1000 kW

Ordering information	20
Rating plates	21
Technical data IE2	22
3000 r/min motors	22
1500 r/min motors	24
1000 r/min motors	26
750 r/min motors	28
600 and 500 r/min motors	30
Technical data IE3	31
3000 r/min motors	31
1500 r/min motors	33
1000 r/min motors	35
Technical data IE4	37
3000, 1500, 1000 r/min motors	37
Variant codes	38
Mechanical design	43
Motor frame and drain holes	43
Bearings	45
Terminal box	55
Dimension drawings	64
Motor sizes 71 - 132	64
Motor sizes 160 - 250	66
Motor sizes 280 - 315	68
Motor sizes 355 - 450	70
Accessories	72
Built-in brake	72
Separate cooling	74
Silencer	75
Slide rails	76
Cast iron motors in brief	78
Motor sizes 71 - 132	78
Motor sizes 160 - 250	79
Motors sizes 280 - 450	80
Motor construction	81

Ordering information

Explanation of the product code

Motor type	Motor size	Product code	Mounting arrangement code, Voltage and frequency code, Generation code	Variant codes
M3BP	160MLC	3GBP 161 033	- ADG	003, etc.
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		

When placing an order, specify motor type, size and product code according to the following example.

Example	
Motor type	M3BP 160 MLC
Pole number	2
Mounting arrangement (IM-code)	IM B3 (IM 1001)
Rated output	18.5 kW
Product code	3GBP161033-ADG
Variant codes if needed	

Positions 1 to 4

3GBP: Totally enclosed fan cooled squirrel cage motor with cast iron frame

Positions 5 and 6

IEC size

07:	71
08:	80
09:	90
10:	100
12:	112
13:	132
16:	160
18:	180
20:	200
22:	225
25:	250
28:	280
31:	315
35:	355
40:	400
45:	450

Position 7

Speed (Pole pairs)

1:	2 poles
2:	4 poles
3:	6 poles
4:	8 poles
5:	10 poles
6:	12 poles
7:	> 12 poles
8:	Two-speed motors for fan drive motors for constant torque
9:	Multi-speed motors, two-speed

Positions 8 to 10

Serial number

Position 11

-(dash)

Position 12 (marked with black dot in data tables)

Mounting arrangement

A:	Foot-mounted, top-mounted terminal box
R:	Foot-mounted, terminal box RHS seen from D-end
L:	Foot-mounted, terminal box LHS seen from D-end
B:	Flange-mounted, large flange
C:	Flange-mounted, small flange (sizes 71 to 112)
H:	Foot- and flange-mounted, terminal box top-mounted
J:	Foot- and flange-mounted, small flange with tapped holes
S:	Foot- and flange-mounted, terminal box RHS seen from D-end
T:	Foot- and flange-mounted, terminal box LHS seen from D-end
V:	Flange-mounted, special flange
F:	Foot- and flange-mounted. Special flange

Position 13 (marked with black dot in data tables)

Voltage and frequency

Single-speed motors

B:	380 VΔ 50 Hz
D:	400 VΔ, 415 VΔ, 690 VY 50 Hz
E:	500 VΔ 50 Hz
F:	500 VY 50 Hz
S:	230 VΔ, 400 VY, 415 VY 50 Hz
T:	660 VΔ 50 Hz
U:	690 VΔ 50 Hz
X:	Other rated voltage, connection or frequency, 690 V maximum

Two-speed motors

A:	220 V 50 Hz
B:	380 V 50 Hz
D:	400 V 50 Hz
E:	500 V 50 Hz
S:	230 V 50 Hz
X:	Other rated voltage, connection or frequency, 690 V maximum

Remark: For voltage code X the variant code "209 Non-standard voltage or frequency (special winding)" must be ordered.

Position 14

Generation code

A, B, C...G...K: The product code must be, if needed, followed by variant codes.

Efficiency values are given according to IEC 60034-2-1; 2014

For detailed dimension drawings please see our web-pages 'www.abb.com/motors&generators' or contact ABB.

Rating plates

The motor's main rating plate shows the motor's performance values with various connections at nominal speed. The rating plate also shows the efficiency level (IE2, IE3, or IE4), year of manufacture, and the lowest nominal efficiency at 100, 75, and 50 % nominal load.

The plate samples shown on this page present typical data rows. The actual content of the plate may vary according to your order and according to the motor's IE class.

ABB							
CE IE2 IEC60034-1							
3- Motor		M3BP 100LC 4 IMB3/IM1001				2015	
1044241-1							
No. 3G1F1520266366							
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	Ins. cl. F IP 55
690	Y	50	2.2	1450	2.75	0.78	S1
400	D	50	2.2	1450	4.7	0.78	S1
460	D	60	2.2	1755	4	0.77	S1
IE2-50Hz-85.9%(100%)-85.1%(75%)-83.4%(50%) / IE2-60Hz-87.6%(100%)							
Product code 3GBP102323-ADB							
6206-2Z/C3 6205-2Z/C3 36 kg							

Rating plate example, motor size 100, IE2

ABB							
CE IE3 IEC60034-1							
3- Motor		M3BP 160MLA 6 IMB3/IM1001				2015	
1097747-1							
No. 3G1F1538288845							
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	Ins. cl. F IP 55
690	Y	50	7.5	980	8.81	0.78	S1
400	D	50	7.5	980	15.2	0.78	S1
660	Y	50	7.5	977	9.1	0.80	S1
380	D	50	7.5	977	15.7	0.80	S1
415	D	50	7.5	981	14.8	0.77	S1
460	D	60	7.5	1182	13.5	0.76	S1
IE3-50Hz-90.4%(100%)-91.4%(75%)-91.2%(50%) / IE3-60Hz-91.4%(100%)							
Product code 3GBP163410-ADK							
6309/C3 6209/C3 172 kg							

Rating plate example, motor size 160, K generation, IE3

ABB							
CE IE3 IEC60034-1							
3- Motor		M3BP 315MLB 4 IMB3/IM1001				2015	
1063997-1							
No. 3G1F1528274631							
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	Ins. cl. F IP 55
690	Y	50	200	1487	203	0.86	S1
400	D	50	200	1487	351	0.86	S1
415	D	50	200	1488	340	0.85	S1
440	D	60	200	1788	314	0.87	S1
460	D	60	200	1788	305	0.86	S1
IE3-50Hz-96.0%(100%)-96.4%(75%)-96.4%(50%) / IE3-60Hz-96.2%(100%)							
Product code 3GBP312420-ADL148473701704							
Nmax 2300 r/min							
6319/C3 6316/C3VL0241 1220 kg							

Rating plate example, motor size 315, L generation, IE3

ABB							
CE IE4 IEC60034-1							
3- Motor		M3BP 315MLB 4 IMB3/IM1001				2015	
1042741-3							
No. 3G1F1517265208							
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	Ins. cl. F IP 55
690	Y	50	160	1489	161	0.86	S1
400	D	50	160	1489	277	0.86	S1
415	D	50	160	1490	270	0.85	S1
IE4-96.9%(100%)-97.0%(75%)-96.8%(50%)							
Product code 3GBP312420-ADM							
Nmax 2300 r/min							
6319/C3 6316/C3 1220 kg							

Rating plate example, motor size 315, IE4

Technical data

IE2 cast iron motors, 3000 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cosφ	Current Torque					Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure Level L _{PA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _N A	I _s /I _N	T _N Nm	T _i /T _N	T _b /T _N			
3000 r/min = 2 poles				400 V 50 Hz				CENELEC-design							
0.37	M3BP 71MA 2	3GBP071321-••B	2768	74,8	75,4	72,4	0,78	0,9	4,5	1,3	2,2	2,3	0,000390	11	58
0.55	M3BP 71MB 2	3GBP071322-••B	2813	77,8	78,3	76,0	0,79	1,3	4,3	1,9	2,4	2,5	0,000510	11	56
0.75	M3BP 80MB 2	3GBP081322-••B	2895	80,6	79,6	75,6	0,74	1,8	7,7	2,4	4,2	4,2	0,00100	16	57
1.1	M3BP 80MC 2	3GBP081323-••B	2870	81,8	81,7	78,9	0,80	2,4	7,5	3,6	3,7	4,6	0,00120	18	60
1.5	M3BP 90SLB 2	3GBP091322-••B	2900	82,2	82,9	81,3	0,87	3,3	7,5	4,9	2,5	2,6	0,00254	24	69
2.2	M3BP 90SLC 2	3GBP091323-••B	2885	84,7	86,8	85,7	0,88	4,2	6,8	7,2	1,9	2,5	0,00280	25	64
3	M3BP 100LB 2	3GBP101322-••B	2925	85,2	84,9	82,7	0,87	5,8	9,1	9,7	3,1	3,5	0,00528	36	68
4	M3BP 112MB 2	3GBP111322-••B	2895	86,1	87,0	86,6	0,89	7,5	8,1	13,1	2,9	3,2	0,00575	37	70
5.5	M3BP 132SMB 2	3GBP131322-••B	2865	87,7	88,4	87,7	0,86	10,0	7,0	18,3	2,0	2,7	0,0128	68	70
7.5	M3BP 132SMC 2	3GBP131324-••B	2890	88,2	88,5	87,5	0,88	13,7	7,3	24,9	2,0	3,6	0,0136	70	70
11	M3BP 160MLA 2	3GBP161410-••G	2938	90,6	91,5	91,1	0,9	19,2	7,5	35,7	2,4	3,1	0,044	127	69
15	M3BP 160MLB 2	3GBP161420-••G	2934	91,5	92,4	92,2	0,90	26,0	7,5	48,8	2,5	3,3	0,053	141	69
22	M3BP 180MLA 2	3GBP181410-••G	2952	92,2	92,7	92,2	0,87	23,8	7,1	71,1	2,8	3,3	0,076	190	69
37	M3BP 200MLB 2	3GBP201420-••G	2959	93,4	93,7	92,9	0,90	63,5	8,2	119	3,0	3,3	0,20	298	72
45	M3BP 225SMA2	3GBP221210-••G	2961	93,6	93,9	93,1	0,88	78,8	6,7	145	2,5	2,5	0,24	347	74
55	M3BP 250SMA 2	3GBP251210-••G	2967	94,1	94,4	93,8	0,88	95,8	6,8	177	2,2	2,7	0,51	405	75
75	M3BP 280SMA 2	3GBP281210-••G	2978	94,3	94,1	92,8	0,88	130	7,6	240	2,1	3,0	0,80	625	77
90	³⁾ M3BP 280SMB 2	3GBP281220-••G	2976	94,6	94,7	93,8	0,89	154	7,4	288	2,1	2,9	0,90	665	77
110	³⁾ M3BP 315SMA 2	3GBP311210-••G	2982	94,9	94,4	92,9	0,86	197	7,4	352	2,2	3,2	1,20	940	78
132	M3BP 315SMB 2	3GBP311220-••G	2982	95,1	94,8	93,6	0,88	227	7,4	422	2,2	3,0	1,40	940	78
160	³⁾ M3BP 315SMC 2	3GBP311230-••G	2981	95,4	95,2	94,2	0,89	271	7,5	512	2,3	3,0	1,70	1025	78
200	³⁾ M2BP 315MLA 2	3GBP311410-••G	2980	95,7	95,7	94,9	0,90	335	7,7	640	2,6	3,0	2,10	1190	78
250	³⁾ M3BP 355SMA 2	3GBP351210-••G	2984	95,7	95,5	94,5	0,89	423	7,7	800	2,1	3,3	3,00	1600	83
315	³⁾ M3BP 355SMB 2	3GBP351220-••G	2980	95,7	95,6	95,0	0,89	531	7,0	1009	2,1	3,0	3,40	1680	83
355	³⁾ M3BP 355SMC 2	3GBP351230-••G	2984	95,7	95,7	94,9	0,88	603	7,2	1136	2,2	3,0	3,60	1750	83
400	³⁾ M3BP 355MLA 2	3GBP351410-••G	2982	96,9	96,6	95,9	0,88	677	7,1	1280	2,3	2,9	4,10	2000	83
450	³⁾ M3BP 355MLB 2	3GBP351420-••G	2983	97,1	97,0	96,4	0,90	743	7,9	1440	2,2	2,9	4,30	2080	83
500	³⁾ M3BP 355LKA 2	3GBP351810-••G	2982	96,9	96,9	96,5	0,90	827	7,5	1601	2,0	3,9	4,80	2320	83
560	³⁾ M3BP 400LA 2	3GBP401510-••G	2988	97,2	97,2	96,6	0,89	934	7,8	1789	2,5	3,7	7,90	2950	82
560	³⁾ M3BP 355LKB 2	3GBP351820-••G	2983	97,0	97,0	96,5	0,90	925	8,0	1792	2,2	4,1	5,20	2460	83
630	²⁾ M3BP 400LB 2	3GBP401520-••G	2987	97,4	97,2	96,7	0,89	1049	7,6	2014	2,6	3,7	8,20	3050	82
710	²⁾ M3BP 400LC 2	3GBP401530-••G	2987	97,5	97,4	96,9	0,89	1178	7,2	2270	2,6	3,4	9,30	3300	82
800	¹⁾²⁾ M3BP 450LA 2	3GBP451510-••G	2990	97,4	97,2	96,6	0,87	1362	7,8	2555	1,3	3,4	12,20	4000	85
900	¹⁾²⁾ M3BP 450LB 2	3GBP451520-••G	2990	97,0	96,8	96,2	0,87	1534	7,6	2874	1,5	3,1	13,50	4200	85

¹⁾ Temperature rise class F

²⁾ Unidirectional fan, variant code 044 or 045 is mandatory

³⁾ 3dB(A) sound pressure level reduction with unidirectional fan construction. Direction of rotation must be stated when ordering, see variant codes 044 and 045

Technical data

IE2 cast iron motors, 3000 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cos ϕ	Current Torque					Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure Level L _{PA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _N A	I _s /I _N	T _N Nm	T _f /T _N	T _b /T _N			
3000 r/min = 2 poles				400 V 50 Hz				High-output design							
22	M3BP 160MLD 2	3GBP161440-••G	2933	91,7	92,8	92,8	0,90	38,0	8,1	71,6	3,2	3,6	0,0630	170	69
27	M3BP 160MLE 2	3GBP161450-••G	2939	92,2	93,1	93,0	0,90	46,4	8,8	87,7	3,4	3,8	0,0720	184	69
30	M3BP 180MLB 2	3GBP181420-••G	2950	92,7	93,5	93,3	0,88	53,0	7,9	97,1	2,8	3,3	0,0920	208	69
45 ¹⁾	M3BP 200MLC 2	3GBP201430-••G	2957	93,3	93,8	93,2	0,88	79,1	8,1	145	3,1	3,3	0,196	298	72
55 ¹⁾	M3BP 200MLD 2	3GBP201440-••G	2953	93,8	94,4	94,3	0,89	95,0	7,8	177	2,9	3,3	0,217	314	72
55	M3BP 225SMB 2	3GBP221220-••G	2961	93,9	94,3	93,6	0,88	96,0	6,5	177	2,4	2,5	0,274	369	74
75 ¹⁾	M3BP 225SMC 2	3GBP221230-••G	2969	94,4	94,6	94,0	0,84	136	7,4	241	3,2	3,1	0,309	396	74
75	M3BP 250SMB 2	3GBP251220-••G	2970	94,5	94,8	94,4	0,89	128	7,6	241	2,8	3,1	0,583	451	75
80 ¹⁾	M3BP 225SMD 2	3GBP221240-••G	2964	94,4	94,8	94,3	0,87	140	7,3	257	3,0	2,8	0,329	410	74
90 ¹⁾	M3BP 250SMC 2	3GBP251230-••G	2971	94,9	95,2	94,8	0,89	153	7,6	289	2,5	3,1	0,644	487	75
110 ³⁾	M3BP 280SMC 2	3GBP281230-••G	2978	95,1	95,1	94,5	0,90	186	7,9	352	2,4	3,0	1,15	725	77
132 ³⁾	M3BP 280MLA 2	3GBP281410-••G	2977	95,3	95,3	94,8	0,90	221	7,5	423	2,5	3,0	1,40	840	81
160 ³⁾	M3BP 280MLB 2	3GBP281420-••G	2976	95,5	95,7	95,3	0,91	265	7,6	513	2,8	3,0	1,55	890	81
250 ³⁾	M3BP 315LKA 2	3GBP311810-••G	2980	95,7	95,7	95,2	0,89	423	8,1	801	2,8	2,9	2,65	1440	78
315 ³⁾	M3BP 315LKC 2	3GBP311830-••G	2981	95,7	95,7	95,4	0,89	533	8,8	1009	3,2	3,2	3,30	1630	78

¹⁾ Temperature rise class F

²⁾ -3 dB(A) sound pressure level reduction with unidirectional fan construction. The direction of rotation of the fan must be stated when ordering, see variant codes 045 and 045.

Technical data

IE2 cast iron motors, 1500 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cosφ	Current Torque					Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure Level L _{PA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _N A	I _s /I _N	T _N Nm	T _f /T _N	T _b /T _N			
1500 r/min = 4 poles				400 V 50 Hz			CENELEC-design								
0.25	M3BP 71MA 4	3GBP072321-••B	1365	68,3	70,7	69,6	0,81	0,6	3,5	1,7	1,9	2,0	0,000740	10	45
0.37	M3BP 71MB 4	3GBP072322-••B	1380	72,4	74,5	74,7	0,83	0,9	4,6	2,5	1,6	2,1	0,000880	11	45
0.55	M3BP 80MA 4	3GBP082321-••B	1415	74,5	73,8	70,0	0,73	1,4	5,0	3,7	2,0	2,8	0,00144	15	45
0.75	M3BP 80MD 4	3GBP082324-••B	1430	81,0	81,0	78,2	0,73	1,8	5,3	5,0	2,7	3,2	0,00205	17	50
1.1	M3BP 90SLB 4	3GBP092322-••B	1435	83,6	84,1	82,4	0,80	2,4	6,5	7,3	2,4	3,4	0,00440	25	50
1.5	M3BP 90SLD 4	3GBP092325-••B	1430	84,3	85,1	83,9	0,83	3,0	6,3	10,0	2,7	3,4	0,00530	27	56
2.2	M3BP 100LC 4	3GBP102323-••B	1450	85,9	85,1	83,4	0,78	4,6	7,7	14,5	2,7	4,1	0,00948	36	56
3	M3BP 100LD 4	3GBP102324-••B	1450	86,8	86,9	85,3	0,79	6,1	7,7	19,8	2,9	3,4	0,0110	38	58
4	M3BP 112MB 4	3GBP112322-••B	1440	86,8	87,7	87,3	0,82	7,9	7,0	26,5	2,5	2,9	0,0125	44	59
5.5	M3BP 132SMB 4	3GBP132322-••B	1460	89,0	89,8	88,9	0,80	10,8	6,7	36,0	2,2	3,2	0,0328	70	67
7.5	M3BP 132SMC 4	3GBP132323-••B	1450	89,3	90,1	90,0	0,81	14,5	7,2	49,4	2,5	3,5	0,0366	73	64
11	M3BP 160MLA 4	3GBP162410-••G	1466	90,4	91,6	91,3	0,84	20,9	6,8	71,6	2,2	2,8	0,0810	135	62
15	M3BP 160MLB 4	3GBP162420-••G	1470	91,4	92,3	92,2	0,83	28,5	7,1	97,4	2,6	3,0	0,0990	165	62
18.5	M3BP 180MLA 4	3GBP182410-••G	1477	91,9	92,8	92,6	0,84	34,5	7,2	119	2,6	2,9	0,166	205	62
22	M3BP 180MLB 4	3GBP182420-••G	1475	92,3	93,3	93,2	0,84	40,9	7,3	142	2,6	3,0	0,195	222	62
30	M3BP 200MLA 4	3GBP202410-••G	1480	93,2	94,0	93,7	0,84	55,3	7,4	193	2,8	3,0	0,309	291	63
37	M3BP 225SMA 4	3GBP222210-••G	1479	93,4	93,9	93,4	0,84	68,0	7,1	238	2,6	2,9	0,356	324	66
45	M3BP 225SMB 4	3GBP222220-••G	1480	93,9	94,3	93,9	0,85	81,3	7,5	290	2,8	3,2	0,440	356	66
55	M3BP 250SMA 4	3GBP252210-••G	1480	94,4	94,9	94,6	0,85	98,9	7,0	354	2,6	2,9	0,765	414	67
75	M3BP 280SMA 4	3GBP282210-••G	1484	94,5	94,7	94,4	0,85	134	6,9	482	2,5	2,8	1,25	625	68
90	M3BP 280SMB 4	3GBP282220-••G	1483	94,7	95,0	94,5	0,85	160	7,2	579	2,5	2,7	1,50	665	68
110	M3BP 315SMA 4	3GBP312210-••G	1487	95,1	95,1	94,3	0,86	194	7,2	706	2,3	2,8	2,30	900	70
132	M3BP 315SMB 4	3GBP312220-••G	1487	95,4	95,4	94,7	0,86	232	7,1	847	2,3	2,7	2,60	960	70
160	M3BP 315SMC 4	3GBP312230-••G	1487	95,3	95,3	94,8	0,85	284	7,2	1027	2,4	2,9	2,90	1000	70
200	M3BP 315MLA 4	3GBP312410-••G	1486	95,6	95,6	95,3	0,86	351	7,2	1285	2,5	2,9	3,50	1160	70
250	M3BP 355SMA 4	3GBP352210-••G	1488	95,9	96,0	95,5	0,85	442	7,1	1604	2,3	2,7	5,90	1610	74
315	M3BP 355SMB 4	3GBP352220-••G	1488	95,9	96,2	95,8	0,86	550	7,3	2021	2,3	2,8	6,90	1780	74
355	M3BP 355SMC 4	3GBP352230-••G	1487	95,9	96,2	95,9	0,87	614	6,8	2279	2,4	2,7	7,20	1820	78
400	M3BP 355MLA 4	3GBP352410-••G	1489	96,3	96,3	95,9	0,85	705	6,8	2565	2,3	2,6	8,40	2140	78
450	M3BP 355MLB 4	3GBP352420-••G	1490	96,7	96,7	96,1	0,86	780	6,9	2884	2,3	2,9	8,40	2140	78
500	M3BP 355LKA 4	3GBP352810-••G	1490	97,0	97,0	96,5	0,86	865	6,8	3204	2,0	3,0	10,0	2500	78
560	¹⁾ M3BP 355LKB 4	3GBP352820-••G	1490	96,9	96,9	96,5	0,85	981	7,2	3588	2,6	2,7	10,6	2600	78
560	¹⁾ M3BP 400LA 4	3GBP402510-••G	1491	96,8	96,8	96,3	0,85	982	7,4	3586	2,4	2,8	15,0	3200	78
630	M3BP 400LB 4	3GBP402520-••G	1491	97,0	97,0	96,5	0,87	1077	7,6	4034	2,2	2,9	16,0	3300	78
710	¹⁾ M3BP 400LC 4	3GBP402530-••G	1491	97,1	97,1	96,7	0,86	1227	7,6	4547	2,4	3,0	17,0	3400	78
800	M3BP 450LA 4	3GBP452510-••G	1491	96,9	96,9	96,4	0,86	1396	7,0	5121	1,3	2,8	23,0	4050	85
900	M3BP 450LB 4	3GBP452520-••G	1492	97,1	97,0	96,5	0,86	1573	7,0	5761	1,3	2,8	25,0	4350	85
1000	¹⁾ M3BP 450LC 4	3GBP452530-••G	1491	97,2	97,2	96,7	0,86	1724	6,8	6404	1,3	2,7	30,0	4700	85

¹⁾ Temperature rise class F

Technical data

IE2 cast iron motors, 1500 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor $\cos\phi$	Current Torque					Moment of inertia $J = 1/4$ GD^2kgm^2	Weight kg	Sound pressure Level L_{PA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I_N A	I_s/I_N	T_N Nm	T_f/T_N	T_b/T_N			
1500 r/min = 4 poles				400 V 50 Hz				High-output design							
18.5	M3BP 160MLC 4	3GBP162430-••G	1469	91,4	92,4	92,2	0,84	34,7	7,6	120	3,0	3,2	0,110	173	62
22	¹⁾ M3BP 160MLD 4	3GBP162440-••G	1463	91,6	93,0	93,2	0,85	40,7	6,9	143	2,5	2,9	0,125	187	62
30	¹⁾ M3BP 180MLC 4	3GBP182430-••G	1474	92,3	93,5	93,5	0,83	56,5	7,3	194	2,7	2,9	0,217	235	62
37	M3BP 200MLB 4	3GBP202420-••G	1479	93,4	94,4	94,4	0,85	67,2	7,1	238	2,6	2,9	0,343	307	63
45	¹⁾ M3BP 200MLC 4	3GBP202430-••G	1479	93,6	94,4	94,2	0,83	83,6	7,5	290	2,9	3,2	0,366	319	63
55	M3BP 225SMC 4	3GBP222230-••G	1478	94,0	94,6	94,4	0,85	99,3	7,4	355	2,9	3,1	0,474	370	66
64	M3BP 225SMD 4	3GBP222240-••G	1480	94,2	94,6	94,1	0,85	115	8,2	412	3,3	3,3	0,542	399	66
75	¹⁾ M3BP 250SMB 4	3GBP252220-••G	1478	94,4	95,1	94,8	0,85	134	7,3	484	2,8	3,1	0,866	450	67
90	¹⁾ M3BP 250SMC 4	3GBP252230-••G	1478	94,6	95,3	95,0	0,84	163	7,4	581	3,1	3,3	0,941	478	67
110	M3BP 280SMC 4	3GBP282230-••G	1485	95,1	95,4	95,1	0,86	193	7,6	707	3,0	3,0	1,85	725	68
132	M3BP 280MLA 4	3GBP282410-••G	1483	95,3	95,5	95,1	0,86	232	7,0	849	2,7	2,8	2,30	840	75
160	M3BP 280MLB 4	3GBP282420-••G	1484	95,6	95,9	95,7	0,85	284	7,4	1029	2,9	2,9	2,50	890	75
250	M3BP 315LKA 4	3GBP312810-••G	1487	95,7	95,8	95,2	0,85	443	7,4	1605	2,5	2,9	4,40	1410	78
280	M3BP 315LKB 4	3GBP312820-••G	1487	95,8	95,9	95,4	0,87	491	7,6	1798	2,6	3,0	5,00	1520	78
315	M3BP 315LKC 4	3GBP312830-••G	1488	95,8	95,9	95,3	0,86	559	7,8	2021	2,6	3,2	5,50	1600	78

¹⁾ Temperature rise class F



Catalog

Low voltage generators for diesel and gas engines Marine applications - Standard series

We provide motors and generators, services and expertise to save energy and improve customers' processes over the total life cycle of our products, and beyond.



Low voltage marine series generators

3 phases, 4 poles, 1500/1800 rpm
IEC frame size 180-450, 13-2430 kVA

04	General information
06	Electrical features
08	Mechanical features
12	Performance data and dimension drawings
28	ABB Motors and Generators total product offer
29	Visit our web site

Performance data

AMG 0400

Power range

Insulation class H / temperature rise H
 795 – 1400 kVA @ 400 V / 50 Hz / 1500 rpm
 950 – 1650 kVA @ 480 V / 60 Hz / 1800 rpm

Insulation class H / temperature rise F
 685 – 1205 kVA @ 400 V / 50 Hz / 1500 rpm
 815 – 1415 kVA @ 480 V / 60 Hz / 1800 rpm

Rated supply voltages

50 Hz: 380 – 440 V (Y), 220 – 254 V (Δ)
 60 Hz: 380 – 480 V (Y), 220 – 277 V (Δ)

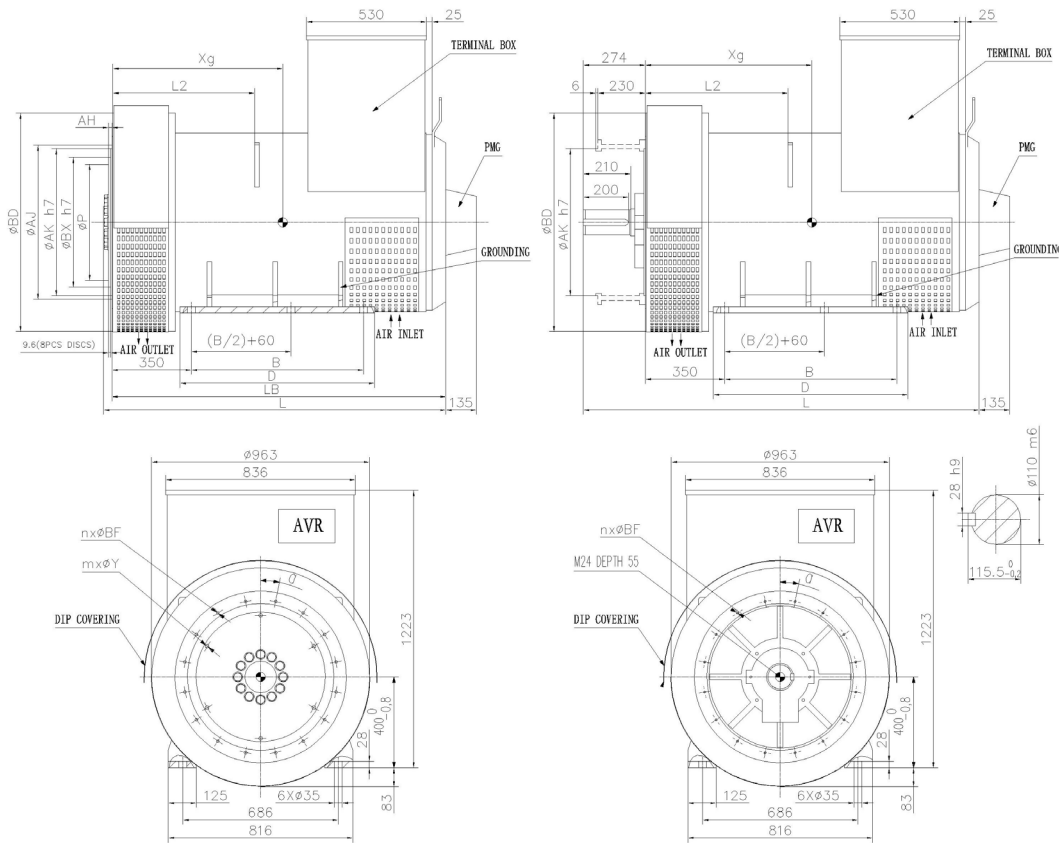


Performance data

Type	H-class (120 K), ambient 45°C, continuous, p.f. 0.8																	
	50Hz								Efficiency (400 V) %	60 Hz								Efficiency (480 V) %
	380 V kVA	380 V kW	400 V kVA	400 V kW	415 V kVA	415 V kW	440 V kVA	440 V kW		415 V kVA	415 V kW	440 V kVA	440 V kW	460 V kVA	460 V kW	480 V kVA	480 V kW	
AMG 0400AA04 DBPM	755	604	795	636	795	636	710	568	94.34	820	656	875	700	915	732	950	760	94.60
AMG 0400BS04 DBPM	840	672	885	708	885	708	795	636	94.73	935	748	980	784	1025	820	1075	860	94.95
AMG 0400BB04 DBPM	885	708	935	748	935	748	840	672	94.87	970	776	1025	820	1075	860	1120	896	95.10
AMG 0400CS04 DBPM	1025	820	1075	860	1075	860	935	748	95.04	1120	896	1180	944	1235	988	1305	1044	95.27
AMG 0400CC04 DBPM	1110	888	1165	932	1165	932	1025	820	95.20	1215	972	1285	1028	1345	1076	1400	1120	95.45
AMG 0400DD04 DBPM	1335	1068	1400	1120	1400	1120	1240	992	95.57	1455	1164	1540	1232	1605	1284	1650	1320	95.81

Type	F-class (95 K), ambient 50°C, continuous, p.f. 0.8																	
	50Hz								Efficiency (400 V) %	60 Hz								Efficiency (480 V) %
	380 V kVA	380 V kW	400 V kVA	400 V kW	415 V kVA	415 V kW	440 V kVA	440 V kW		415 V kVA	415 V kW	440 V kVA	440 V kW	460 V kVA	460 V kW	480 V kVA	480 V kW	
AMG 0400AA04 DBPM	650	520	685	548	685	548	610	488	94.56	705	564	750	600	785	628	815	652	94.69
AMG 0400BS04 DBPM	720	576	760	608	760	608	685	548	94.92	805	644	840	672	880	704	925	740	95.02
AMG 0400BB04 DBPM	760	608	805	644	805	644	720	576	95.07	835	668	880	704	925	740	960	768	95.18
AMG 0400CS04 DBPM	880	704	925	740	925	740	805	644	95.22	960	768	1015	812	1060	848	1120	896	95.35
AMG 0400CC04 DBPM	955	764	1000	800	1000	800	880	704	95.40	1045	836	1105	884	1155	924	1205	964	95.53
AMG 0400DD04 DBPM	1145	916	1205	964	1205	964	1065	852	95.73	1250	1000	1325	1060	1380	1104	1415	1132	95.85

Drawings



Single bearing

Frame dimensions (mm)

Type	B	D	LB	L	L2	Xg
AMG 0400AA04 DBPM	460	560	1184	1221	471	590
AMG 0400BS04 DBPM	520	620	1274	1311	541	650
AMG 0400BB04 DBPM	520	620	1274	1311	541	660
AMG 0400CS04 DBPM	600	700	1354	1391	581	690
AMG 0400CC04 DBPM	600	700	1354	1391	581	700
AMG 0400DD04 DBPM	760	860	1474	1511	621	770

Flange dimensions (mm)

S.A.E	AK	AJ	BD	BF	n	a
0	647.7	679.5	963	14	16	11.25°
00	787.4	850.9	963	14	16	11.25°

Flex disc dimensions (mm)

S.A.E	BX	P	AH	Y	m
18	571.5	542.9	15.7	18	6
21	673.1	641.3	0	18	12

Transportation parameters

Type	Net weight (kg)	Gross weight (kg)	Packing dimensions (mm)
AMG 0400AA04 DBPM	2070	2294	1705x1180x1565
AMG 0400BS04 DBPM	2260	2484	1705x1180x1565
AMG 0400BB04 DBPM	2330	2554	1705x1180x1565
AMG 0400CS04 DBPM	2510	2751	1905x1180x1565
AMG 0400CC04 DBPM	2580	2821	1905x1180x1565
AMG 0400DD04 DBPM	2910	3151	1905x1180x1565

Double bearing

Frame dimensions (mm)

Type	B	D	L	L2	Xg
AMG 0400AA04 DAPM	460	560	1458	471	575
AMG 0400BS04 DAPM	520	620	1548	541	635
AMG 0400BB04 DAPM	520	620	1548	541	645
AMG 0400CS04 DAPM	600	700	1628	581	675
AMG 0400CC04 DAPM	600	700	1628	581	685
AMG 0400DD04 DAPM	760	860	1748	621	750

Flange dimensions (mm)

S.A.E	AK	AJ	BD	BF	n	a
0	647.7	679.5	963	14	16	11.25°
00	787.4	850.9	963	14	16	11.25°

Transportation parameters

Type	Net weight (kg)	Gross weight (kg)	Packing dimensions (mm)
AMG 0400AA04 DAPM	2130	2368	1860x1180x1565
AMG 0400BS04 DAPM	2320	2558	1860x1180x1565
AMG 0400BB04 DAPM	2390	2628	1860x1180x1565
AMG 0400CS04 DAPM	2640	2891	2060x1180x1565
AMG 0400CC04 DAPM	2670	2921	2060x1180x1565
AMG 0400DD04 DAPM	2960	3211	2060x1180x1565

Performance data

AMG 0450

Power range

Insulation class H / temperature rise H
 1540 – 2025 kVA @ 400 V / 50 Hz / 1500 rpm
 1850 – 2430 kVA @ 480 V / 60 Hz / 1800 rpm

Insulation class H / temperature rise F
 1330 – 1750 kVA @ 400 V / 50 Hz / 1500 rpm
 1600 – 2100 kVA @ 480 V / 60 Hz / 1800 rpm

Rated supply voltages

50 Hz: 380 – 440 V (Y), 220 – 254 V (Δ)
 60 Hz: 380 – 480 V (Y), 220 – 277 V (Δ)

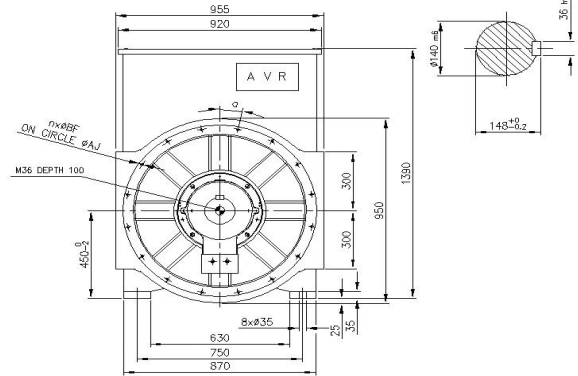
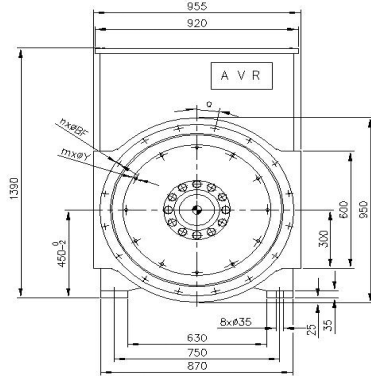
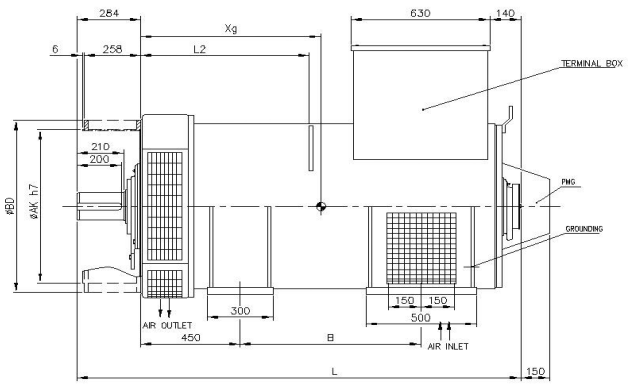
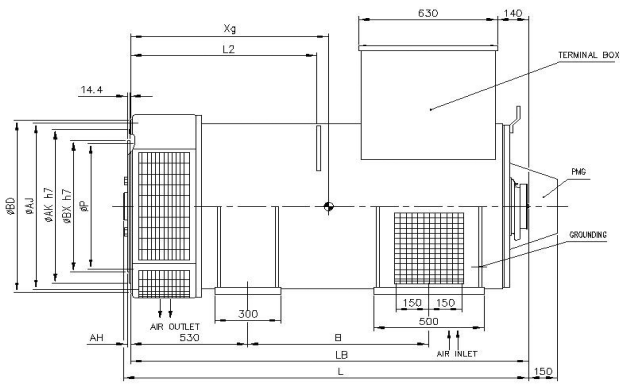


Performance data

Type	H-class (120 K), ambient 45°C, continuous, p.f. 0.8																		
	50Hz								Efficiency	60 Hz								Efficiency	
	380 V	380 V	400 V	400 V	415 V	415 V	440 V	440 V	(400 V)	415 V	415 V	440 V	440 V	460 V	460 V	480 V	480 V	(480 V)	
kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	%	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	%		
AMG 0450AA04 DBPM	1460	1168	1540	1232	1540	1232	1355	1084	95.35	1595	1276	1695	1356	1775	1420	1850	1480	95.61	
AMG 0450BB04 DBPM	1675	1340	1765	1412	1765	1412	1550	1240	95.55	1830	1464	1935	1548	2030	1624	2115	1692	95.81	
AMG 0450CC04 DBPM	1860	1488	1960	1568	1960	1568	1775	1420	95.90	2035	1628	2155	1724	2255	1804	2350	1880	96.11	
AMG 0450DD04 DBPM	1920	1536	2025	1620	2025	1620	1845	1476	96.00	2100	1680	2230	1784	2330	1864	2430	1944	96.20	

Type	F-class (95 K), ambient 50°C, continuous, p.f. 0.8																		
	50Hz								Efficiency	60 Hz								Efficiency	
	380 V	380 V	400 V	400 V	415 V	415 V	440 V	440 V	(400 V)	415 V	415 V	440 V	440 V	460 V	460 V	480 V	480 V	(480 V)	
kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	%	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	%		
AMG 0450AA04 DBPM	1260	1008	1330	1064	1330	1064	1170	936	95.54	1375	1100	1465	1172	1530	1224	1600	1280	95.71	
AMG 0450BB04 DBPM	1445	1156	1525	1220	1525	1220	1340	1072	95.73	1580	1264	1670	1336	1750	1400	1825	1460	95.90	
AMG 0450CC04 DBPM	1605	1284	1690	1352	1690	1352	1530	1224	96.04	1755	1404	1860	1488	1945	1556	2030	1624	96.16	
AMG 0450DD04 DBPM	1660	1328	1750	1400	1750	1400	1590	1272	96.14	1810	1448	1925	1540	2010	1608	2100	1680	96.26	

Drawings



Single bearing

Frame dimensions (mm)

Type	B	LB	L	L2	Xg
AMG 0450AA04 DBPM	720	1705	1740	793	805
AMG 0450BB04 DBPM	820	1805	1840	843	855
AMG 0450CC04 DBPM	975	1960	1995	918	935
AMG 0450DD04 DBPM	975	1960	1995	918	945

Flange dimensions (mm)

S.A.E	AK	AJ	BD	BF	n	a
0	647.7	679.5	711	14	16	11.25°
00	787.4	850.9	883	14	16	11.25°

Flex disc dimensions (mm)

S.A.E	BX	P	AH	Y	m
18	571.5	542.9	15.7	18	6
21	673.1	641.3	0	18	12

Transportation parameters

Type	Net weight (kg)	Gross weight (kg)	Packing dimensions (mm)
AMG 0450AA04 DBPM	3520	3740	2130x1050x1700
AMG 0450BB04 DBPM	3810	4040	2230x1050x1700
AMG 0450CC04 DBPM	4365	4610	2385x1050x1700
AMG 0450DD04 DBPM	4380	4625	2385x1050x1700

Double bearing

Frame dimensions (mm)

Type	B	L	L2	Xg
AMG 0450AA04 DAPM	720	1910	713	725
AMG 0450BB04 DAPM	820	2010	763	776
AMG 0450CC04 DAPM	975	2165	838	865
AMG 0450DD04 DAPM	975	2165	838	878

Flange dimensions (mm)

S.A.E	AK	AJ	BD	BF	n	a
0	647.7	679.5	711	14	16	11.25°
00	787.4	850.9	883	14	16	11.25°

Transportation parameters

Type	Net weight (kg)	Gross weight (kg)	Packing dimensions (mm)
AMG 0450AA04 DAPM	3550	3790	2300x1050x1700
AMG 0450BB04 DAPM	3840	4090	2400x1050x1700
AMG 0450CC04 DAPM	4395	4660	2555x1050x1700
AMG 0450DD04 DAPM	4410	4675	2555x1050x1700

Total offer of motors, generators and mechanical power transmission products with a complete portfolio of services

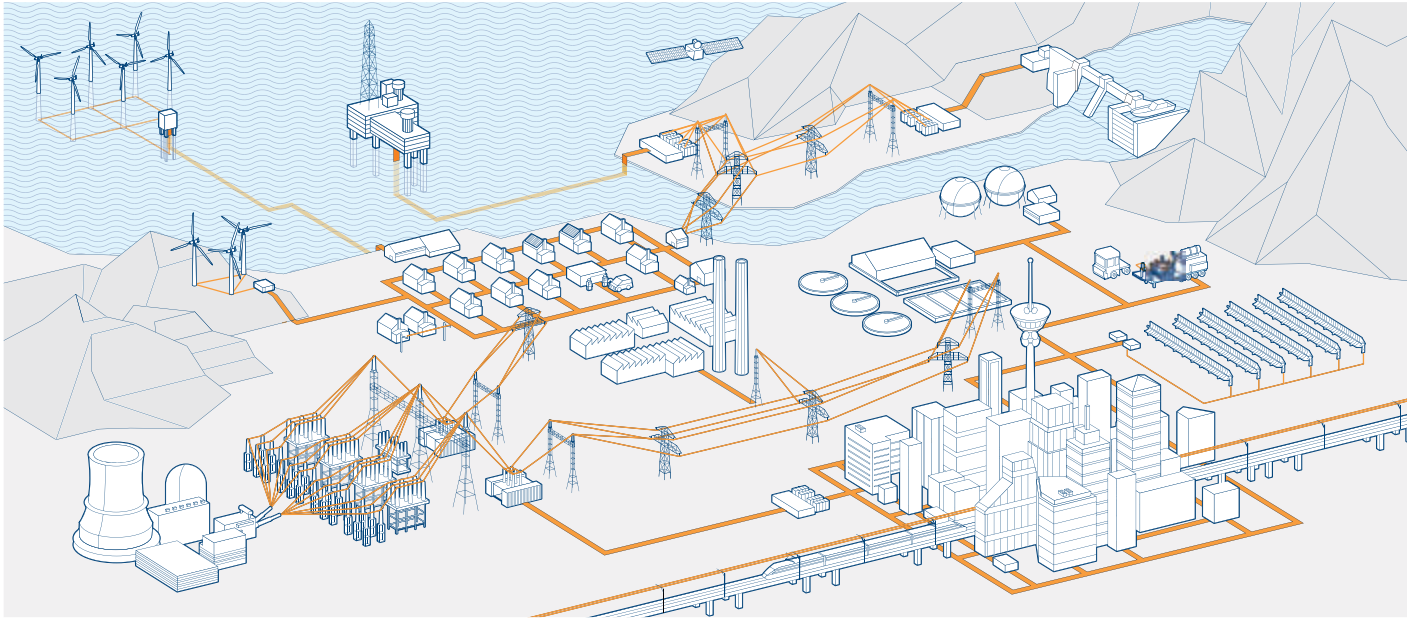


ABB is the leading manufacturer of low, medium and high voltage motors and generators, mechanical power transmission products with an offering of a complete portfolio of services. Our in-depth knowledge of virtually every type of industrial processing ensures we always specify the best solution for your needs.

Low and high voltage IEC induction motors

- Process performance motors
- General performance motors
- High voltage cast iron motors
- Induction modular motors
- Slip-ring modular motors
- Synchronous reluctance motors

Low and medium voltage NEMA motors

- Steel frame open drip proof (ODP) motors
- Weather protected, water cooled, fan ventilated motors
- Cast iron frame (TEFC) motors
- Air to air cooled (TEAAC) motors

Motors and generators for explosive atmospheres

- IEC and NEMA motors and generators, for all protection types

Synchronous motors

Synchronous generators

- Synchronous generators for diesel and gas engines
- Synchronous generators for steam and gas turbines

Wind power generators

Generators for small hydro

Other motors and generators

- Brake motors
- DC motors and generators
- Gear motors
- Marine motors and generators
- Single phase motors
- Motors for high ambient temperatures
- Permanent magnet motors and generators
- High speed motors

- Smoke extraction motors
- Wash down motors
- Water cooled motors
- Generator sets
- Roller table motors
- Servo motors
- Traction motors

Life cycle services

- Installation and commissioning
- Service contracts
- Preventive maintenance
- Spare parts
- Diagnosis
- Repair and refurbishment
- Site survey and overhaul
- Replacement motors and generators
- Technical support and consulting
- Training

Mechanical power transmission components, bearings, gears

Visit our web site

www.abb.com/motors&generators

Motors and generators

>Generators for diesel and gas engines

>>Low voltage generators for marine applications

ABB offers a comprehensive range of reliable and high efficiency motors and generators for all applications.

ABB has what it takes to help many industry and application reach new levels of efficiency and energy savings even under the most demanding conditions. Combining the best available materials with superior technology, the electric motors and generators are designed to operate reliably no matter how challenging the process or application, and to have low life cycle costs.

Highlights

- ABB wins marine orders for Star Cruises luxury vessels
- ABB expands new rib-cooled motor range with higher powers and IP66 protection
- Fully compliant with EU's 2015 efficiency requirements
- ABB launches professional HV generators for mid-range gensets

Product offering

Energy efficiency	Generators	High voltage induction motors	AC Low voltage motors	Motors and generators for explosive atmospheres	MEVA Low voltage AC motors
Service	Synchronous condensers	Synchronous motors	Traction motors and generators		

Industries and applications

Marine, Mining, Oil, gas and petrochemical, Power, Water, Food and beverage.

Generators for diesel and gas engines

Thousands of synchronous generator installations worldwide have given us a broad understanding of application requirements in nearly any kind of industry, application and ambient condition.

We always focus on the requirements you have as our customer, whether it is commercial or technical, and it imbues all we do from the very first contact, through manufacturing, to delivery and extends to the highly important after sales service.

Our offering

- High voltage generators for diesel and gas engines
- Low voltage generators for industrial applications
- Low voltage generators for marine applications

Highlights

- Professional HV generators for mid-range gensets up to 4.8 MVA
- ABB marine generators can be proven in simulated marine conditions.
- Marine generators Proven generators for reliable power on board
- Synchronous generators for diesel and gas engines Proven generators - reliable power

Low voltage generators for marine applications

ABB supplies an extensive range of electrical products for demanding marine applications. Proven and reliable product solutions combined with true global support ensure world-class service for ship owners, operators, shipyards, OEMs, panel builders and integrators.

Standard series:

ABB low voltage (LV) standard marine generators are specifically designed for marine diesel gensets in main, auxiliary or emergency power generation. ABB standard 4-pole generators have proven themselves in demanding marine applications. They ensure short delivery times and high reliability.

Benefits:

- Short delivery times
- Robust design for harsh marine environment
- Compatible to all marine classifications

Frame sizes	150-450
Poles	4
Power range	14 - 2430 kVA
Voltage level	330 - 440 V at 50 Hz 415 - 480 V at 60 Hz
Speed range	1500 or 1800 rpm, (50 or 60 Hz)

Modular series:

ABB low voltage (LV) modular marine generators are tailor-made for diesel gensets or operation as shaft generators on board ship or offshore platforms. ABB has the experience to deliver tailor-made generators for demanding marine applications on time and in budget.

Benefits:

- Flexible design to meet project specific requirements
- Reliable excitation system to ensure power supply in all conditions
- Ample experience with different engines and vessel types

Frame sizes	400-630
Poles	4-10

Contact us

www.abb.com/motors&generators

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document. We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained herein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in part – is forbidden without prior written consent of ABB. Copyright© 2014ABB All rights reserved

9AKK105545 EN 03-2014

2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS

Aislamiento seco y papel-aceite



2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS > Aislamiento seco y papel-aceite

INTRODUCCIÓN

Los transformadores de tensión inductivos están diseñados para reducir las tensiones a valores manejables y proporcionales a las primarias originales. Separa del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contadores, relés, etc.

- > Transformadores de tensión monofásicos, tipo UR, con aislamiento interno en resina epoxy, aislamiento externo en resina cicloalifática. Hasta 72,5 kV.
- > Transformadores de tensión bifásicos, tipo VR, con aislamiento interno en resina epoxy, aislamiento externo en resina cicloalifática. Hasta 52 kV.
- > Transformadores de tensión monofásicos, tipo UJ, con aislamiento interno en resina epoxy, parte inferior metalizada y aislador en silicona. Hasta 36 kV.
- > Transformadores de tensión bifásicos, tipo VJ, con aislamiento interno en resina epoxy, parte inferior metalizada y aislador en silicona. Hasta 36 kV.
- > Transformadores de tensión monofásicos, tipo UZ y UT, con aislamiento interno en papel aceite y aislador en porcelana o silicona. Hasta 72,5 kV.
- > Transformadores de tensión bifásicos, tipo VZ, con aislamiento interno en papel aceite y aislador en porcelana o silicona. Hasta 36 kV.



> Modelo UR



> Modelo VJ



> Modelo VZK



> Modelo UTB

Modelos UR/UT hasta 72,5 kV.

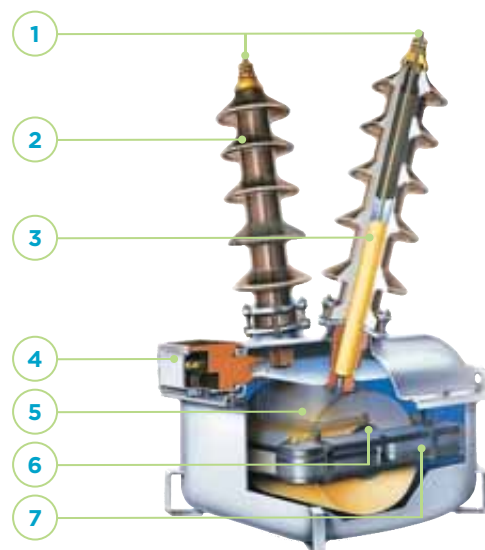
Modelo VR hasta 52 kV.

Modelos UJ/VJ hasta 36 kV.

Modelos UZK/VZK hasta 36 kV.

SECCIONES

1. Terminales primarios
2. Aislador de porcelana
3. Aislamiento papel-aceite
4. Caja de terminales secundarios
5. Bobinas primarias
6. Bobinados secundarios
7. Núcleo magnético



> Modelo VZK

APLICACIONES

Los Transformadores de tensión para servicio exterior tienen múltiples aplicaciones.

Ejemplos de aplicación:

1. Medida para facturación.
2. Protección de subestaciones y líneas de distribución.
3. Protección de banco de condensadores.
4. Descarga de líneas y bancos de condensadores.
5. Alimentación de servicios auxiliares.
6. Alimentación de equipos de corte en automatización de la distribución (Reconectador, seccionalizador).



- > Transformadores de intensidad (CX) y tensión (UT) de 72,5 kV en protección de transformadores de potencia. Iberdrola (España).



- > Transformadores de tensión (VJ) de 24 kV. Alimentación auxiliar de equipos de corte en automatización de la distribución.



- > Transformadores de intensidad (CR) y tensión (UR) de 36 kV. Medida para facturación. Electronet Services (Nueva Zelanda).

DISEÑO Y FABRICACIÓN

Los transformadores de tensión con **aislamiento seco** de ARTECHE están fundidos bajo vacío con resina epoxy que fija, separa y aísla las partes activas del transformador, formando un cuerpo rígido con excelentes propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas.

Los transformadores con aislamiento externo de **resina cicloalifática** (UR/VR) son moldeados con una envolvente de resina cicloalifática. Este aislamiento tiene una gran línea de fuga y muy buena resistencia a la contaminación atmosférica, radiación ultra violeta, etc. Se forma así un cuerpo sólido de muy alta resistencia mecánica y excelente comportamiento térmico.

Los transformadores con aislamiento externo de **silicona** (UJ/VJ) tienen cuerpo de resina con un acabado exterior metálico puesto a tierra para controlar el campo eléctrico. El polo (o polos) tiene aislamiento externo de silicona con una excelente resistencia a la intemperie.

Los transformadores de tensión con **aislamiento papel-aceite** (UZ/VZ, UT) tienen el núcleo y los arrollamientos (partes activas) dentro de una cuba metálica. El aislamiento interno está formado por papel impregnado en aceite, mientras que el aislador externo puede ser porcelana o silicona. El conjunto está herméticamente cerrado.

Los modelos U son para conexión fase-tierra llevando un solo polo aislado. Los modelos V son para conexión entre fases, llevando dos polos aislados.

› Transformadores de tensión de 72,5 kV (UTD). Panamá.

› Transformadores de tensión de 36 kV (UZK). Transpower (Nueva Zelanda).



VENTAJAS

- > Variedad de diseños para una mejor adaptación a las necesidades del cliente.
- > Moldeados en resina de alta rigidez dieléctrica.
- > Muy alta precisión (hasta 0,1%), exacta e invariable a lo largo de la vida del aparato.
- > Posibilidad de cambio de doble relación primaria.
- > Posibilidad de cumplir con amplia gama de líneas de fuga, según especificación del cliente.
- > Responde perfectamente a condiciones climáticas extremas como temperaturas de -55°C, +50°C, radiación UV, altitudes superiores a 1.000 m.s.n.m., ambientes salinos o contaminados, seísmos, etc.
- > Diseño compacto que facilita el transporte.
- > Libre de mantenimiento. No necesita recambios durante su extensa vida útil.
- > Instalación tanto vertical como horizontal en determinados modelos.
- > Los materiales empleados en su construcción son reciclables y resistentes a la intemperie respetando la normativa medioambiental.
- > Los aparatos se ensayan como rutina, a descargas parciales, tangente delta, aislamiento y precisión y están diseñados para soportar todos los ensayos tipo que indican las normas.
- > Cumple todo tipo de requerimientos a nivel mundial: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF y otras.
- > Disponibilidad de laboratorios propios homologados oficialmente.

OPCIONES:

- > Amplia variedad de terminales primarios y secundarios.
- > Posibilidad de aislador en color marrón o gris.
- > Posibilidad de aisladores de silicona (modelos UZ/VZ, UT).
- > Caja de bornes secundarios precintable.
- > Partes metálicas y tornillería inoxidable de alta resistencia a la corrosión.
- > Diferentes prensaestopas disponibles en caja de terminales secundarios para salida de cables.
- > Válvula para toma de muestras de aceite (modelos UZ/VZ, UT).



- > Detalle de los prensaestopas, diseñados según la especificación del cliente.
- > Transformadores de tensión (URS) de 36 kV colocados horizontalmente.
- > Enchufe rápido para una segura toma de muestras de aceite.



ARTECHE cuenta con transformadores instalados en más de 150 países.

GAMA

Los transformadores de tensión con aislamiento seco o papel aceite ARTECHE se denominan mediante tres letras y dos cifras que coinciden con el nivel de tensión máxima de servicio.

Las dos primeras letras son de acuerdo con el tipo de transformador y la tercera con las variantes dentro de la línea.

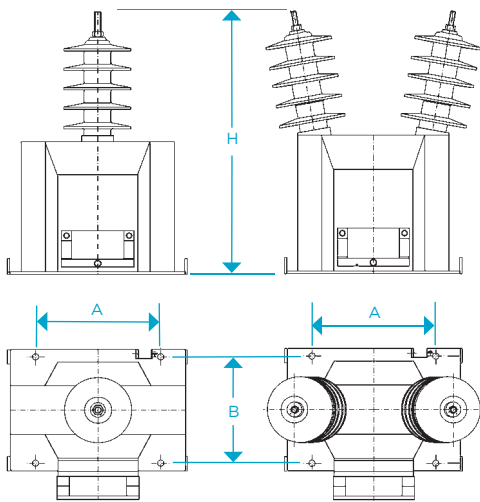
Los transformadores de tensión que se denominan VR, VJ y VZ son para conexión fase-fase; y los UR, UJ, UZ y UT son para conexión fase-tierra.

Clases y potencias de precisión estándar:

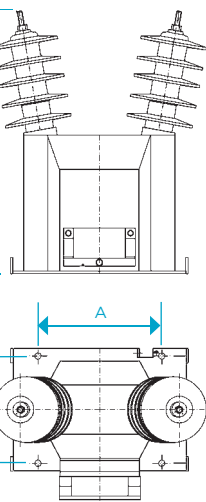
- > Según Normas IEC:
 - 100 VA Clase 0,2 / 3P
 - 250 VA Clase 0,5 / 3P
- > Según Normas IEEE:
 - 0.3 WXYZ
 - 1.2 WXYZ, ZZ

Possibilidad de clase y potencias superiores.

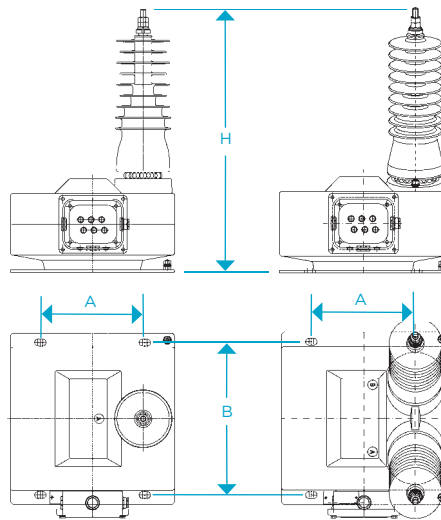
Las siguientes tablas muestran la gama actual. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricar estos transformadores de acuerdo con cualquier norma nacional o internacional.



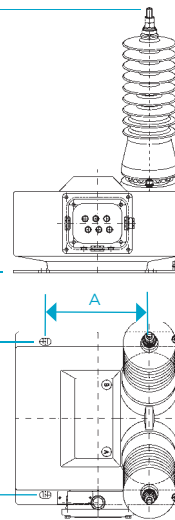
> Fig. 5 - Modelo UR



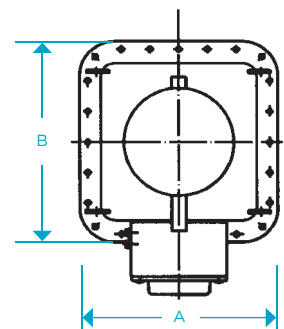
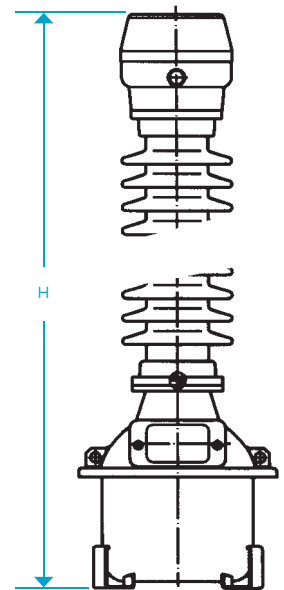
> Fig. 6 - Modelo VR



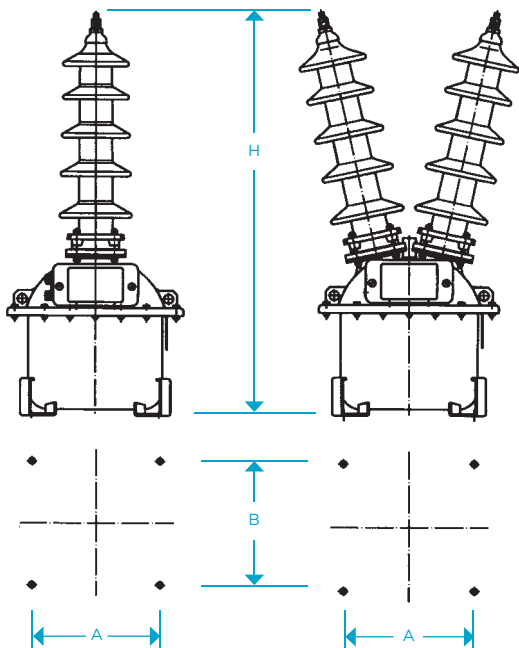
> Fig. 7 - Modelo UJ



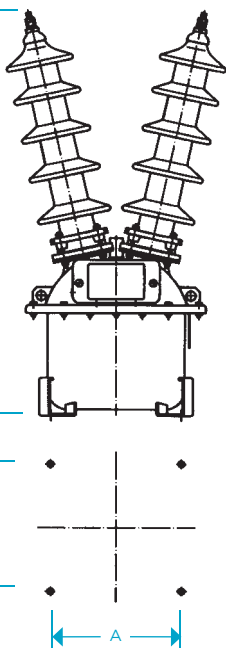
> Fig. 8 - Modelo VJ



> Fig. 11 - Modelo UT



> Fig. 9 - Modelo UZK



> Fig. 10 - Modelo VZK

2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS > Aislamiento seco y papel-aceite

Transformadores de tensión										
Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo		Línea de fuga estándar (mm)	Potencia térmica (VA)	Dimensiones				Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)			Fig.	A (mm)	B (mm)	H (mm)	
Aislamiento de resina cicloalifática										
URJ-17	17,5	38	95	550	400	5	254	219	453	41
URL-17	17,5	38	95	545	450	5	254	219	453	33
URN-17	17,5	38	95	570	1500	5	254	219	500	55
URJ-24	24	50	125	910	400	5	254	219	575	43
URL-24	24	50	125	765	450	5	254	219	533	35
URN-24	24	50	125	800	600	5	254	219	570	57
URN-36	36	70	170	1340	600	5	254	219	708	60
URS-36	36	70	170	1260	1500	5	350	200	715	68
URU-52	52	95	250	1640	2500	5	500	400	1030	152
URU-72	72,5	140	325	2360	2500	6	500	400	1130	173
VRJ-17	17,5	38	95	615	400	6	254	219	450	43
VRL-17	17,5	38	95	610	600	6	254	219	435	38
VRN-17	17,5	38	95	620	1500	6	254	219	570	59
VRJ-24	24	50	125	955	750	6	254	219	560	45
VRL-24	24	50	125	955	750	6	254	219	515	40
VRN-24	24	50	125	790	750	5	254	219	570	59
VRN-36	36	70	170	1055	750	6	254	219	630	60
VRS-36	36	70	170	1140	1500	5	350	200	696	83
VRU-52	52	95	250	1552	4000	6	500	400	986	179
Aislamiento de silicona										
UJL-24	24	50	125	760	450	7	220	320	565	49
UJN-36	36	70	170	1360	600	7	220	320	787	85
VJL-24	24	50	125	760	500	8	220	320	550	60
VJN-36	36	70	170	1360	600	8	220	320	765	100
Aislamiento de papel aceite										
UZK-17	17,5	38	95	790	1500	9	300	300	970	85
UZK-24	24	50	125	790	1500	9	300	300	970	85
UZK-36	36	70	170	790	1500	9	300	300	970	85
UTB-52	52	95	250	2355	1500	11	300	300	1340	100
UTD-52	52	95	250	2355	2500	11	300	300	1410	150
UTB-72	72,5	140	325	2355	1500	11	300	300	1340	100
UTD-72	72,5	140	325	2355	2500	11	300	300	1410	150
UTE-72	72,5	140	325	2355	3000	11	450	450	1425	250
VZK-17	17,5	38	95	790	1500	10	300	300	940	100
VZK-24	24	50	125	790	1500	10	300	300	940	100
VZK-36	36	70	170	790	1500	10	300	300	940	100
UTD-72	72,5	140	325	1825	2000	7	300	300	1395	150

Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades específicas, consultar.

Abastecimiento y
Distribución de Aguas

Riego

Evacuación de Aguas en
Edificación

Saneamiento de Aguas

Drenaje

Conducción de Fluidos
Especiales

Protección de Cables y
Elementos

Viales, Taludes

Balsas, Obras Hidráulicas,
Impermeabilizaciones

Industrias



Capítulo 5

Tuberías Lisas de Polietileno URALITA®

- PRESIÓN
- GAS
- ACCESORIOS
- REHABILITACIÓN
- RIEGO
- COMPLEMENTOS



Índice

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN.....	99
1. TUBOS PARA AGUA A PRESIÓN.....	101
■ BAJA DENSIDAD PE 32	101
■ ALTA DENSIDAD PE 50A	102
■ ALTA DENSIDAD BANDA AZUL PE 100	103
2. TUBOS PARA GAS A PRESIÓN.....	104
■ ALTA DENSIDAD PE 100 PARA GAS	104
3. ACCESORIOS EN POLIPROPILENO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PPFV).....	105
■ ENLACES	105
■ CODOS Y REDUCCIONES.....	106
■ TAPONES, TÉS Y DERIVACIONES EN TÉ	107
■ COLLARINES.....	108
■ PLACA GRIFO Y MACHONES	110
4. ACCESORIOS ELECTROSOLDABLES.....	111
■ MANGUITOS Y CODOS	111
■ TÉS	112
5. ACCESORIOS EN FUNDICIÓN NODULAR	113
■ PORTABRIDAS Y BRIDAS.....	113
■ COLLARÍN DE TOMA.....	114
6. TUBOS PARA REHABILITACIÓN.....	115
■ TUBERÍA COMPACT PIPE	115
7. TUBOS PARA RIEGO.....	118
■ BAJA DENSIDAD URAGRO	118
■ TUBERÍA PLANA URAFLAT ROLLOS Y BOBINAS METÁLICAS	118
8. COMPLEMENTOS	119
■ LIMPIADOR	119
■ ELEMENTOS SEÑALIZADORES DE TUBERÍAS	120

Introducción

Las tuberías para presión de Polietileno URALITA® son fabricadas con polietileno de Baja, Media y Alta densidad, exento de cargas y plastificantes, llevando únicamente incorporado el negro de carbono para protegerlas de la luz solar salvo en las tuberías para gas que se distinguen con color amarillo. Los diámetros, presiones de trabajo y demás características de las tuberías se ajustan a las especificaciones de la Norma UNE 53.131, en conducciones para agua, y a la Norma UNE 53.333 en las de gas.

APLICACIONES

- Conducciones e impulsiones
- Distribuciones de agua
- Conducciones de agua fría en la edificación
- Tomas domiciliarias
- Instalaciones de riego por aspersión y goteo
- Jardinería
- Instalaciones ganaderas
- Industria alimentaria
- Industria química, naval, etc.
- Minería

PIEZAS

Para las tuberías URALITA POLIETILENO se dispone de diferentes gamas de piezas.

Baja y Alta Densidad:

- a) De plástico
- b) De latón

Alta Densidad:

- c) Piezas para soldar

VENTAJAS

- **FLEXIBILIDAD**
Suministro en grandes longitudes
Menor número de uniones
Menores radios de curvatura
Adaptables a terrenos sinuosos
- **EXCELENTE RESISTENCIA QUÍMICA Y A LA CORROSIÓN.**
Inatacables por aguas y suelos corrosivos.
- **EXCELENTE ESTANQUEIDAD.**
La unión por soldadura garantiza dicha estanqueidad.
- **IMPERMEABILIDAD A LOS GASES.**
La porosidad de la tubería es mínima.
- **EXCELENTE RESISTENCIA AL IMPACTO, INCLUSO A BAJAS TEMPERATURAS.**
Ello favorece su fiabilidad durante la instalación.
- **RESISTENCIA A LA INTEMPERIE Y RAYOS U.V.**
Es posible la instalación a la intemperie (sólo con tuberías de color negro).
- **RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS.**
Deberían considerarse no obstante las contracciones no apurando su estiramiento.
- **BAJO COEFICIENTE DE RUGOSIDAD.**
Mínimas pérdidas de carga y ausencia de incrustaciones.
- **LIGERAS Y FÁCILES DE MANIPULAR.**
Óptimos costes de instalación cuando se suministran en rollos.
- **MINÍMO INCREMENTO DE PRESIÓN A GOLPE DE ARIETE.**
Debido al bajo módulo de elasticidad del material.
- **DURADERAS.**
Vida útil de 50 años como mínimo.

Introducción

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA URALITA® PE

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	PEBD PE32	PEAD PE50A	PEAD PE100
Densidad	g / cm ³	0,934	0,953	0,955
Índice de fluidez-MRF (190°C. 2,16 Kgs)	g / 10 min.	0,3	0,3	0,2
Resistencia a la tracción en límite elástico	kg / cm ²	160	210	250
Alargamiento a la rotura	%	350	350	350
Estabilidad Térmica-T.I.O. a 200°C	min.	10	10	20
Contenido en materias volátiles	mg / kg	-	-	-
Contenido en negro de carbono	%	2,5	2,5	2,5
Coefficiente de dilatación lineal	mm / m °C	0,17	0,22	0,22
Conductividad térmica	kcal / m.h. °C	0,35	0,37	0,37
Tensión mínima requerida (MRS)	MPa	4	8	10
Coefficiente de diseño C	-	1,37	1,6	1,25
Tensión tangencial de diseño σ	MPa	3,2	5,0	8,0
Constante dieléctrica	-	2,4	2,5	2,5
Módulo de elasticidad	kg / cm ²	2.200	9.000	9.000
Dureza Shore	Escala D	45	65	65

NOTAS

- Dada la migración significativa de demanda en las tuberías de Polietileno de Alta Densidad PE50A hacia las de Alta Densidad PE100, en la presente tarifa se ha llevado a cabo una reducción muy significativa en la gama de las primeras.
- Así mismo la fuerte aparición de tuberías de Alta Densidad PE100 para Conducción de Gas, como sustitución de las tuberías de Media Densidad, ha supuesto que sean las primeras, y no estas últimas las incluidas en la presente Tarifa.
- Para los artículos no incluidos, rogamos nos consulten disponibilidad y precio.

CAPACIDAD DE TUBOS POR PALLET Y CAMIÓN

ALTA DENSIDAD PE 100

DN	Barras / Pallet	Pallets / Camión
50	150	10
63	102	10
75	113	6
90	74	8
110	60	8
125	38	8
140	33	6
160	28	6
180	20	6
200	18	6
250	11	6
315	8	6
400	5	5

OBSERVACION: Los tubos han sido considerados de 12 mts

Productos Certificados por AENOR

1. Tubos para Agua a Presión

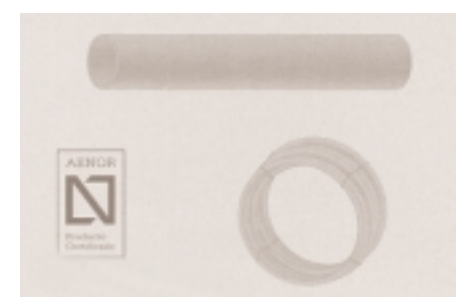
TUBOS POLIETILENO BAJA DENSIDAD PE 32



Cumple con las especificaciones de la norma UNE 53.131
Posee la marca de calidad AENOR

Presiones de Trabajo					
Ø Ext mm	4 ATMÓSFERAS (0,4 MPa)				
	m/rollo	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ m
20	100	2,0	BP	1001869	0,28
25	100	2,0	BP	1102123	0,50
32	100	2,0	BP	1002164	0,66
40	100	2,4	BP	1002165	1,00
50	100	3,0	BP	1002166	1,47
63	100	3,8	BP	1002167	2,33
75	100	4,5	BP	1002146	3,28
90	50	5,4	BP	1002528	4,71

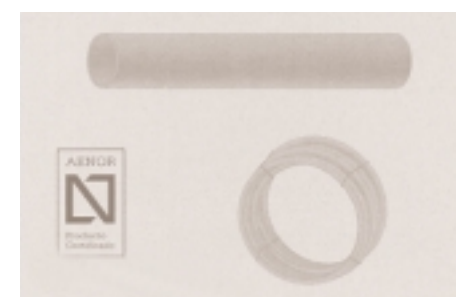
* Estos productos se suministran en rollos de la longitud especificada.



Cumple con las especificaciones de la norma UNE 53.131
Posee la marca de calidad AENOR

Presiones de Trabajo					
Ø Ext mm	6 ATMÓSFERAS (0,6 MPa)				
	m/rollo	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ m
20	100	2,0	SR	1002168	0,36
25	100	2,3	SR	1002169	0,53
32	100	2,9	SR	1002170	0,84
40	100	3,7	SR	1002171	1,32
50	100	4,6	SR	1002172	2,05
63	100	5,8	SR	1002173	3,23
75	100	6,8	BP	1001876	4,51
90	50	8,2	BP	1001878	6,53

* Estos productos se suministran en rollos de la longitud especificada.



Cumple con las especificaciones de la norma UNE 53.131
Posee la marca de calidad AENOR

Presiones de Trabajo					
Ø Ext mm	10 ATMÓSFERAS (1 MPa)				
	m/rollo	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ m
20	100	2,8	SR	1002174	0,47
25	100	3,5	SR	1002175	0,75
32	100	4,4	SR	1002176	1,19
40	100	5,5	SR	1002177	1,86
50	100	6,9	SR	1002178	2,88
63	100	8,6	SR	1002179	4,53
75	100	10,3	BP	1001938	6,44
90	50	12,3	BP	1001879	9,23

* Estos productos se suministran en rollos de la longitud especificada.

Productos Certificados por AENOR

TUBOS POLIETILENO ALTA DENSIDAD PE 50A



Ø Ext mm	6 ATMÓSFERAS (0,6 MPa)				
	m/rollo	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ m
32	100	2,0	BP	1002238	0,70
40	100	2,4	BP	1002274	1,06
50	100	3,0	BP	1002276	1,63
63	100	3,8	BP	1002262	2,35
75	100	4,5	BP	1002259	3,31
90	50	5,4	BP	1002250	4,75

- Estos productos se suministran en rollos de la longitud especificada.
- Para otros diámetros y presiones, consultar.
- Para rollos, los códigos corresponden al m.l. de tubería.

Cumple con las especificaciones de la norma UNE 53.131
Posee la marca de calidad AENOR



Ø Ext mm	10 ATMÓSFERAS (1 MPa)				
	m/rollo	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ m
63	100	5,8	BP	1002258	3,43
75	100	6,8	BP	1002260	4,78
90	50	8,2	BP	1002263	6,92

- Estos productos se suministran en rollos de la longitud especificada.
- Para otros diámetros y presiones, consultar.
- Para rollos, los códigos corresponden al m.l. de tubería.

Cumple con las especificaciones de la norma UNE 53.131
Posee la marca de calidad AENOR

TUBOS POLIETILENO ALTA DENSIDAD BANDA AZUL PE 100



Ø Ext mm	6 ATMÓSFERAS (0,6 MPa)				
	m/rollo	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ m
40	100	2,0	BP	1002057	1,05
50		2,0	BP	1004537	1,33
63		2,5	BP	1002074	1,76
75		2,9	BP	1002075	2,51
90		3,5	BP	1002076	3,64
110	BARRAS	4,2	BP	1002077	5,07
125		4,8	BP	1002078	6,54
140	de	5,4	BP	1002079	8,25
160		6,2	BP	1002080	10,82
180	12 metros	6,9	BP	1002081	13,48
200		7,7	BP	1002082	16,71
250		9,6	BP	1002103	26,02
315		12,1	BP	1002106	41,35
400		15,3	BP	1002111	66,26

- Estos productos no se suministran en longitudes inferiores a las especificadas.
- Para otros diámetros y presiones, consultar.
- Para rollos, los códigos corresponden al m.l. de tubería.
- Para barras, los códigos corresponden a los de 12 m.

Productos Certificados por AENOR

TUBOS POLIETILENO ALTA DENSIDAD BANDA AZUL PE 100



Cumple con las especificaciones de la norma UNE 53.966, basada en la norma europea En 12.201
Posee la marca de calidad AENOR

Ø Ext mm	10 ATMÓSFERAS (1 MPa)				
	m/rollo	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ m
25	100	2,0	SR	1002052	0,63
32	100	2,0	SR	1002055	0,83
40	100	2,4	SR	1002058	1,09
50	100	3,0	SR	1002061	1,71
63	100	3,8	SR	1002040	2,68
75	100	4,5	SR	1002043	3,79
90	50	5,4	SR	1002045	5,45
110	50	6,6	BP	1002047	7,70
63		3,8	BP	1002143	2,68
75		4,5	BP	1002144	3,79
90		5,4	BP	1002116	5,45
110	BARRAS	6,6	BP	1002083	7,70
125		7,4	SR	1002084	9,83
140	de	8,3	SR	1002085	12,34
160		9,5	SR	1002086	16,11
180	12 metros	10,7	BP	1002087	20,38
200		11,9	SR	1002088	25,15
250		14,8	SR	1002095	39,10
315		18,7	SR	1002107	62,19
400		23,7	BP	1002112	100,03

- Estos productos no se suministran en longitudes inferiores a las especificadas.
- Para otros diámetros y presiones, consultar.
- Para rollos, los códigos corresponden al m.l. de tubería.
- Para barras, los códigos corresponden a los de 12 m.



Cumple con las especificaciones de la norma UNE 53.966, basada en la norma europea En 12.201
Posee la marca de calidad AENOR

Ø Ext mm	16 ATMÓSFERAS (1,6 MPa)				
	m/rollo	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ m
20	100	2,0	SR	1002050	0,49
25	100	2,3	SR	1002053	0,63
32	100	3,0	SR	1002056	1,01
40	100	3,7	SR	1002059	1,62
50	100	4,6	SR	1002039	2,48
63	100	5,8	SR	1002041	3,93
75	100	6,8	SR	1002044	5,49
90	50	8,2	SR	1002046	7,95
110	50	10	BP	1002048	11,26
63		5,8	BP	1106879	3,93
75		6,8	BP	1002145	5,49
90		8,2	BP	1002102	7,95
110	BARRAS	10,0	BP	1002089	11,26
125		11,4	BP	1002090	14,56
140	de	12,7	BP	1002091	18,14
160		14,6	BP	1002092	23,81
180	12 metros	16,4	BP	1002093	30,10
200		18,2	BP	1002094	37,11
250		22,7	BP	1002104	57,78
315		28,6	BP	1002108	91,70
400		36,3	BP	1002113	148,11

- Estos productos no se suministran en longitudes inferiores a las especificadas.
- Para otros diámetros y presiones, consultar.
- Para rollos, los códigos corresponden al m.l. de tubería.
- Para barras, los códigos corresponden a los de 12 m.

Productos Certificados por AENOR

2. Tubos para Gas a Presión

TUBOS POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA GAS PE 100 SDR 17,6



Ø Ext mm	SDR 17,6				
	Longitud m	Esp mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/m
63	50	3,6	BP	N050201	2,89
90	8	5,2	BP	1110487	5,94
110	8	6,3	BP	1110489	8,77
160	8	9,1	BP	1110491	18,37
200	8	11,4	BP	1110492	28,67
250	8	14,2	BP	1110503	44,64
315	8	17,9	BP	N050202	70,69

- Para tuberías en media densidad (PE50B) y en otros diámetros o clases: CONSULTAR
- Para rollos, los códigos corresponden al m.l. de tubería.
- Para barras, los códigos corresponden a los de 8 m.

Cumple con las especificaciones de la norma EN 1555
Posee certificado de conformidad AENOR

Productos Certificados por AENOR

3. Accesorios en Polipropileno Reforzado con Fibra de Vidrio (PPFV)

Nota: Todos los productos son de serie, salvo indicación en contra. El lote mínimo es la caja.

ENLACE RECTO



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911
• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN mm	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20-20	MEP-20	D-50	1000291	1,42
25-25	MEP-25	D-50	1000292	1,72
32-32	MEP-32	D-25	1000293	2,46
40-40	MEP-40	C-25	1000294	3,84
50-50	MEP-50	C-15	1000295	5,38
63-63	MEP-63	C-10	1000296	8,75
75-75	MEP-75	C-5	1000297	17,17
90-90	MEP-90	B-5	1000298	23,95
110-110	MEP-110	B-6	7000950	51,42

ENLACE ROSCA MACHO



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911
• Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un montaje rápido y posee una mayor resistencia a esfuerzos e impactos.
• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN-dn mm-"	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20-1/2"	RMP-2012	E-50	1000275	0,87
20-3/4"	RMP-2034	E-50	1113345	0,87
25-3/4"	RMP-2534	E-50	1000276	1,11
25-1"	RMP-251	E-50	1113312	1,11
32-1"	RMP-321	E-25	1000277	1,72
32-1 1/4"	RMP-32114	E-50	1113337	1,72
40-1 1/4"	RMP-40114	D-25	1000278	2,37
50-1 1/2"	RMP-50112	D-15	1000279	3,36
63-2"	RMP-632	C-15	1000280	5,46
75-2 1/2"	RMP-75212	D-5	1000281	12,19
90-3"	RMP-903	C-5	1000282	16,44
110-4"	RMP-1104	B-5	7000094	32,57

ENLACE ROSCA HEMBRA



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911
• Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un montaje rápido y posee una mayor resistencia a esfuerzos e impactos.
• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN-dn mm-"	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20-1/2"	RFP-2012	E-50	1000283	1,20
25-3/4"	RFP-2534	E-50	1000284	1,46
32-1"	RFP-321	E-25	1000285	1,90
40-1 1/4"	RFP-40114	D-25	1000286	2,55
50-1 1/2"R	RFP-50112	D-15	1000287	4,13
63-2"R	RFP-632	C-15	1000288	7,07
75-2 1/2"R	RFP-7512	D-5	1000289	11,46
90-3"R	RFP-903	C-5	1000290	16,64
110-4"R	RFP-1104	B-5	7000078	44,44

* Los fittings con rosca hembra 50 mm o mayor tienen refuerzo metálico, indicado con la terminación R.

CODO 90°



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911

• Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un **montaje rápido** y posee una **mayor resistencia** a esfuerzos e impactos.

• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN mm	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20	CEP-20	D-50	1000314	1,42
25	CEP-25	D-50	1000315	1,72
32	CEP-32	D-25	1000316	2,46
40	CEP-40	C-25	1000317	3,84
50	CEP-50	C-15	1000318	5,80
63	CEP-63	B-10	1000319	9,70
75	CEP-75	B-5	1000320	20,63
90	CEP-90	B-5	1000321	29,27
110	CEP-110	B-4	7000015	68,59

CODO 90° ROSCA MACHO



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911

• Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un **montaje rápido** y posee una **mayor resistencia** a esfuerzos e impactos.

• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN-dn mm-"	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20-1/2"	CMP-2012	E-50	1000306	1,39
20-3/4"	CMP-2034	E-50	1113339	1,39
25-3/4"	CMP-2534	D-50	1000307	1,69
32-1"	CMP-321	D-25	1000308	2,22
40-1 1/4"	CMP-40114	D-25	1000309	2,89
50-1 1/2"	CMP-50112	C-15	1000310	4,91
63-2"	CMP-632	B-15	1000311	8,25
75-2 1/2"	CMP-75212	C-5	1000312	15,02
90-3"	CMP-903	B-5	1000313	21,08

CODO 90° ROSCA HEMBRA



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911

• Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un **montaje rápido** y posee una **mayor resistencia** a esfuerzos e impactos.

• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN-dn mm-"	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20-1/2"	CFP-2012	E-50	1000344	1,90
25-3/4"	CFP-2534	D-50	1000345	2,22
32-3/4"	CFP-3234	D-25	1000352	2,72
32-1"	CFP-321	D-25	1000346	2,72
40-1 1/4"	CFP-40114	D-25	1000347	3,36
50-1 1/2"	CFP-50112	D-15	1000348	5,72
63-2"	CFP-632	B-15	1000349	9,66
75-2 1/2"	CFP-75212	C-5	1000350	15,27
90-3"	CFP-903	C-5	1000351	23,54
110-4"	CFP-1104	C-4	7000112	53,23

• Los fittings con rosca hembra 50 mm o mayor tienen refuerzo metálico, indicado con la terminación R.

ENLACE REDUCIDO



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911

• Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un **montaje rápido** y posee una **mayor resistencia** a esfuerzos e impactos.

• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN-dn mm	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
25-20	MRP-2520	D-50	1000299	1,72
32-25	MRP-3225	C-50	1000300	2,46
40-32	MRP-4032	C-25	1000301	3,84
50-40	MRP-5040	C-15	1000302	5,38
63-50	MRP-6350	C-10	1000303	9,27
75-63	MRP-7563	C-5	1000304	17,60
90-75	MRP-9075	C-5	1000305	22,86

TAPÓN FINAL



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911

• Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un **montaje rápido** y posee una **mayor resistencia** a esfuerzos e impactos.

• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN mm	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20	BP-20	E-50	1000267	1,18
25	BP-25	E-50	1000268	1,35
32	BP-32	D-25	1000269	2,02
40	BP-40	D-25	1000270	2,49
50	BP-50	D-15	1000271	3,65
63	BP-63	C-15	1000272	6,31
75	BP-75	D-5	1000273	11,61
90	BP-90	C-5	1000274	15,17
110	BP-110	C-4	7000108	49,66

TÉ BOCAS IGUALES



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911

• Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un **montaje rápido** y posee una **mayor resistencia** a esfuerzos e impactos.

• Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN mm	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20	TEP-20	D-50	1000330	2,12
25	TEP-25	C-50	1000331	2,60
32	TEP-32	C-25	1000332	3,69
40	TEP-40	C-20	1000333	5,76
50	TEP-50	C-10	1000334	9,04
63	TEP-63	C-5	1000335	15,16
75	TEP-75	B-5	1000336	33,72
90	TEP-90	A-5	1000337	45,68
110	TEP-110	A-4	7000145	81,40

TÉ BOCA REDUCIDA



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911
 • Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un montaje rápido y posee una mayor resistencia a esfuerzos e impactos.
 • Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN-dn mm	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
25-20	TRP-2520	C-50	1000338	2,60
32-25	TRP-3225	C-25	1000339	3,69
40-32	TRP-4032	B-25	1000340	5,76
50-40	TRP-5040	B-15	1000341	8,06
63-50	TRP-6350	C-5	1100915	14,82
75-63	TRP-7563	B-5	1000342	28,30
90-75	TRP-9075	A-5	1000343	35,66

DERIVACIÓN EN TÉ SALIDA ROSCADA HEMBRA



Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911
 • Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un montaje rápido y posee una mayor resistencia a esfuerzos e impactos.
 • Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN-dn mm-"	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
20-1/2"	TTP-2012	D-50	1000322	1,89
25-3/4"	TTP-2534	C-50	1000323	2,60
32-3/4"	TTP-3234	C-25	1101079	3,52
32-1"	TTP-321	C-25	1000324	3,52
40-1 1/4"	TTP-40114	C-25	1000325	4,57
50-1 1/2"R	TTP-50112	C-15	1000326	7,09
63-2"R	TTP-632	C-5	1000327	12,39
75-2 1/2"R	TTP-75212	B-5	1000328	25,06
90-3"R	TTP-903	B-5	1000329	36,89

• Los fittings con rosca hembra 50 mm o mayor tienen refuerzo metálico, indicado con la terminación R.

DERIVACIÓN EN TÉ SALIDA ROSCADA MACHO



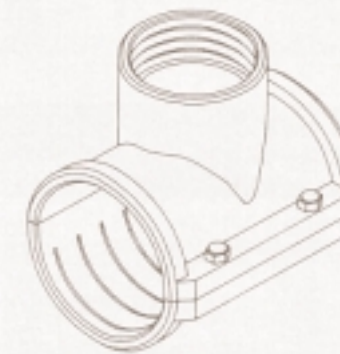
Fabricados conforme a las Normas UNE EN 712, UNE EN 713, UNE EN 715 y UNE EN 911
 • Cuerpo fabricado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio. Casquillo cónico dentado y prensa juntas fabricados en poliéster de fenileno, modificados con poliestileno. Esta pieza ha sido modificada para permitir un montaje rápido y posee una mayor resistencia a esfuerzos e impactos.
 • Presión máxima de servicio PN=10 Atm.

DN-dn mm-"	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
25-3/4"	TMP-2534	C-50	1113341	2,60
32-1"	TMP-321	C-25	1113353	3,52

COLLARÍN PPFV SIMPLE

Collarín con derivación roscada, que permite empalmar a tubos de PVC y PE

PPFV: Polipropileno reforzado con Fibra de Vidrio.



PN 1,0 MPa (10 bar)

D - G mm	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
32 - 1/2"	L-3220	C-50	1107847	1,98
32 - 3/4"	L-322	C-50	1108192	1,98
40 - 1/2"	L-4020	D-25	1000064	2,07
40 - 3/4"	L-402	D-25	1000065	2,07
40 - 1"	L-403	D-25	1000066	2,07
50 - 1/2"	L-5020	D-25	1000067	2,37
50 - 3/4"	L-502	D-25	1000068	2,37
50 - 1"	L-503	D-25	1000069	2,37
63 - 1/2"	L-6320	D-15	1100927	3,48
63 - 3/4"	L-632	D-15	1000070	3,48
63 - 1"	L-633	D-15	1000071	3,48
75 - 1/2"	L-7520	D-15	1101080	4,12
75 - 3/4"	L-752	D-15	1000072	4,12
75 - 1"	L-753	D-15	1000073	4,12
90 - 1"	L-903	(5) C-10	7000109	7,94
90 - 1 1/2"	L-905	(5) C-10	7000126	7,94
90 - 2"	L-906	(5) C-10	7000142	7,94
110 - 1"	L-1103	(5) C-10	7000095	9,72
110 - 1 1/2"	L-1105	(5) C-10	7000110	9,72
110 - 2"	L-1106	(5) C-10	7000127	9,72

• Los precios incluyen los dos cuerpos en PPFV, tornillos en acero galvanizado y junta tórica de estanqueidad.

PLACA GRIFO



DN "	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
1/2"	PMP-2012	E-25	1000263	2,56
3/4"	PMP-2534	E-25	1000264	2,86

MACHÓN



DN "	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
3/4"	M-22-P	E-100	1000049	0,44
1"	M-32-P	E-100	1000050	0,64
1 1/4"	M-44-P	E-50	1000051	0,90

PN 1,0 MPa (10 bar)

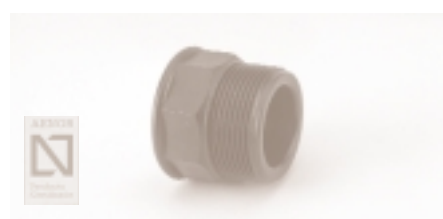
MACHÓN REDUCIDO



DN-dn "	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
3/4"-1/2"	MR-220-P	F-100	1000052	0,44
1"-3/4"	MR-32-P	F-100	1000053	0,67
1 1/4"-1"	MR-43-P	E-50	1100816	0,90

PN 1,0 MPa (10 bar)

REDUCCIÓN HEMBRA MACHO



DN-dn "	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
3/4"-1/2"	R-220-P	F-100	1000054	0,58
1"-3/4"	R-32-P	E-100	1000055	0,67
1 1/4"-1"	R-43-P	E-50	1000056	1,04
1 1/2"-1 1/4"	R-54-P	E-50	1000057	1,40
2"-1/2"	R-65-P	D-50	1000058	2,27
2 1/2"-2"	R-76-P	C-50	1000059	3,12
3"-2 1/2"	R-97-P	C-25	1000060	4,26

PN 1,0 MPa (10 bar)

TAPÓN MACHO

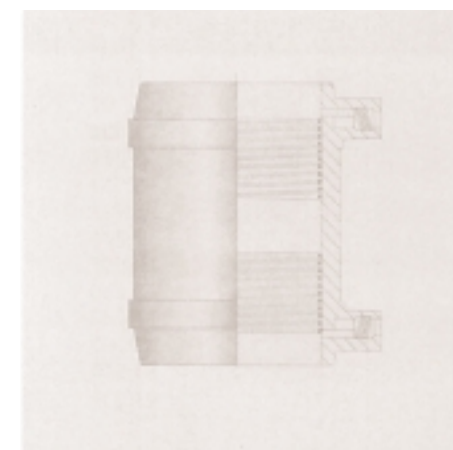


DN "	Referencia	ud / caja	CÓDIGO	€/ud
1/2"	TM-20-P	F-100	1000061	0,17
3/4"	TM-25-P	F-100	1000062	0,20
1"	TM-32-P	F-100	1000063	0,27

PN 1,0 MPa (10 bar)

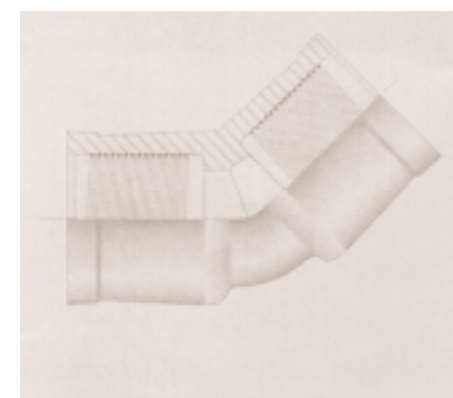
4. Accesorios Electrosoldables

MANGUITO DE UNIÓN

Cuerpo fabricado en PEAD en presión nominal
PN-16

Ø mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
63	SR	7000696	7,60
75	SR	7000697	10,71
90	SR	7000692	14,33
110	SR	7000698	17,43
125	SR	7000699	23,87
140	SR	7000700	27,53
160	SR	7000701	31,84
200	BP	7000703	59,26
250	BP	7000704	102,35
315	BP	7000705	165,60

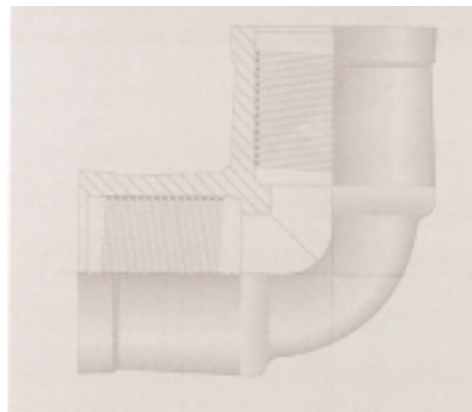
CODO 45°

Cuerpo fabricado en PEAD en presión nominal
PN-16

Ø mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
63	BP	7003510	21,47
75	BP	7003511	30,36
90	BP	7000693	37,86
110	BP	7003512	54,73
125	BP	7000712	75,62
160	BP	7003329	149,42
200	BP	7003330	274,76
250	BP	7000836	519,94
315	BP	7003331	932,64

• Se suministran en bolsas de plástico con dos manguitos

CODO 90°

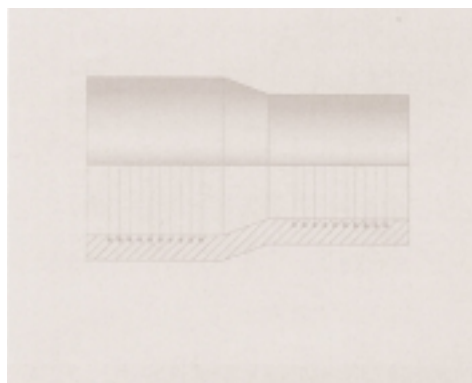


Ø mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
63	BP	7000714	21,47
75	BP	7000715	30,36
90	BP	7000694	37,86
110	BP	7000716	54,73
125	BP	7003515	75,62
160	BP	7000739	149,42
200	BP	7003332	274,76
250	BP	7003333	519,94
315	BP	7024056	932,64

• Se suministran en bolsas de plástico con dos manguitos

Cuerpo fabricado en PEAD en presión nominal PN-16

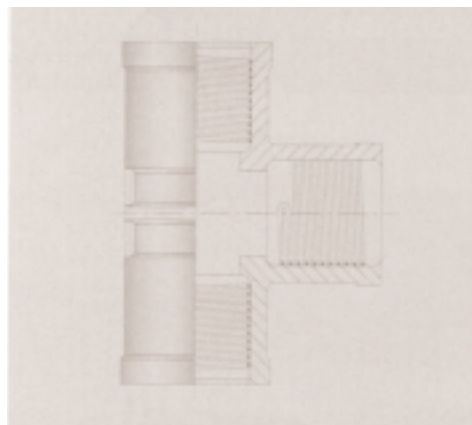
MANGUITO REDUCIDO



Ø mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
90-63	BP	7000869	26,55
110-63	BP	7000842	42,46
110-90	BP	7000868	43,11
125-90	BP	7003013	52,99
125-110	BP	7003014	74,36
160-110	BP	7003312	83,26
160-125	BP	7003313	124,72
200-160	BP	7003080	183,40

Cuerpo fabricado en PEAD en presión nominal PN-16

TÉ BOCAS IGUALES



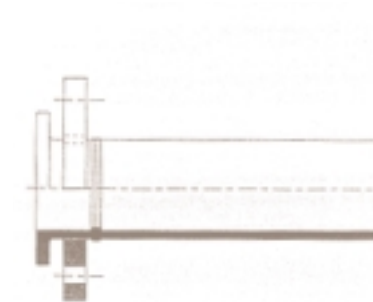
Ø mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
63	BP	7000718	31,11
75	BP	7000719	44,29
90	BP	7000720	56,93
110	BP	7000721	84,19
125	BP	7000722	105,02
160	BP	7003202	174,58
200	BP	7003334	407,71

• Se suministran en bolsas de plástico con dos manguitos

Cuerpo fabricado en PEAD en presión nominal PN-16

5. Accesorios de Fundición

PORTABRIDAS DE PEAD CON BRIDA LOCA DE FUNDIÇÃO



Ø mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
90	SR	7003244	37,68
110	SR	7003245	43,73
125	BP	7003246	54,07
160	BP	7003248	71,01
200	BP	7000745	111,11
250	BP	7003306	172,06
315	BP	1004584	224,19
400	BP	7000832	370,33

- Esta pieza se suministra con un tubo soldado de longitud 25 cm, y brida loca de fundición.
- Fabricados en PEAD-PE 100 (Banda azul) y presión nominal PN-16

BRIDAS DE FUNDIÇÃO (SIN EQUIPAR)



PN 1,6 MPa (16 bar)

DN mm	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
90	BP	7000923	23,84
110	BP	7000924	24,92
125	BP	7000925	31,22
160	BP	7000927	43,76
200	BP	7000928	69,41
250	BP	7000623	98,52
315	BP	7000583	105,96
400	BP	7003300	254,06

- El precio no incluye los tornillos de conexión (consultar)
- Para conexión a accesorios con bridas PN-10 o PN-16 Atm. hasta DN 160 mm, y sólo bridas PN-16 en DN superiores

COLLARÍN DE TOMA



Ø Nom y clase	Referencia	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
63	1"	BP	7000845	20,13
75	1"	BP	7000847	23,72
90	1"	BP	7000849	27,30
110	1"	BP	7000851	32,22
125	1"	BP	7000853	47,51
140	1"	BP	7000855	55,21
160	1"	BP	7000857	48,22
180	1"	BP	7000860	90,11
63	2"	BP	7000846	23,33
75	2"	BP	7000848	28,37
90	2"	BP	7002987	30,50
110	2"	BP	7000852	35,43
125	2"	BP	7000854	52,65
140	2"	BP	7000856	57,35
160	2"	BP	7000859	61,91
180	2"	BP	7002993	94,20
200	2"	BP	7000861	102,53
250	2"	BP	7000862	104,65
315	2"	BP	7000863	115,98
400	2"	BP	7002846	133,38

- Los precios se refieren al conjunto de cuerpos superior e inferior en fundición nodular con protección epoxi y tornillos, tuercas y arandelas en acero inoxidable. Incluye también junta elástica en EPDM.
- Para otras salidas, consultar

6. Tubería para Rehabilitación de Conducciones Compact Pipe®



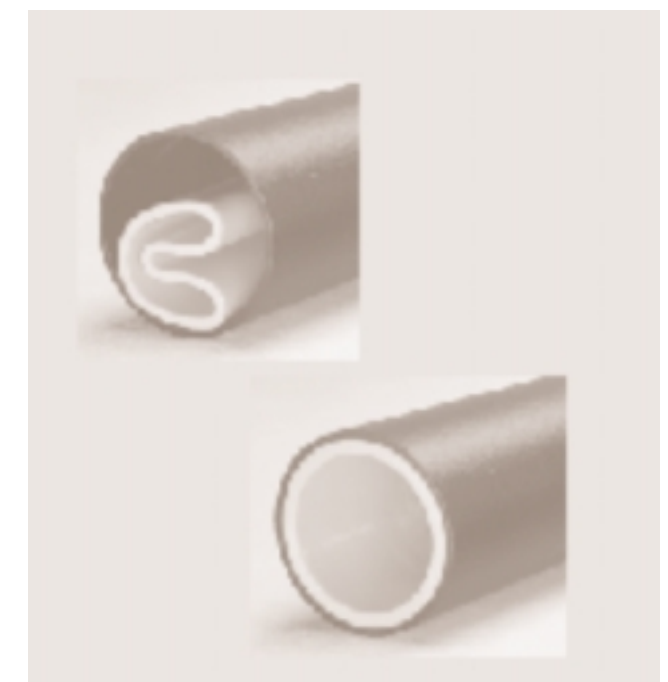
Compact Pipe ha demostrado ser el sistema ideal para la rehabilitación sin zanja de tuberías de agua, gas y fluidos industriales fabricadas con materiales convencionales tales como fundición, acero, hormigón o fibrocemento. El sistema Compact Pipe resulta especialmente ventajoso en zonas donde la inaccesibilidad de las conducciones, o una alta densidad de tráfico hacen imposible una rehabilitación a zanja abierta. Los trabajos de excavación se limitan a pequeñas calas al comienzo y al final de la traza. Estas excavaciones no son necesarias en la rehabilitación de alcantarillado, ya que en ese caso se pueden utilizar los pozos de registro y mantenimiento existentes.

En el proceso de fabricación un tubo de PE circular se pliega a lo largo de toda su longitud, convirtiéndose en un tubo en forma de C. De esta forma, la sección transversal del tubo es reducida, de forma que puede ser fácilmente insertada en la tubería que tiene que ser rehabilitada.

Una vez que se ha insertado, el Compact Pipe vuelve a su forma original mediante el uso de vapor, debido a la elasticidad del polietileno (efecto memoria). Utilizando presión de aire en el proceso de enfriamiento, el Compact Pipe se acopla totalmente al tubo existente. El resultado es una tubería de estructura autoportante con la calidad y garantía de una nueva.

PRINCIPALES VENTAJAS

- Calidad y garantía de una nueva instalación.
- Ahorro económico y de tiempo.
- Trabajos de excavación limitados a pequeñas calas al principio y al final.
- Rehabilitación de grandes tramos de una sola vez.
- Aplicación universal.
- Óptimas propiedades hidráulicas debido a la escasa rugosidad del PE y a una mínima reducción de la sección del tubo.
- Mínimo impacto medio ambiental, sobre la población, el tráfico e instalaciones de otros servicios.
- No contaminante, reciclable, respeta el medio ambiente.



GAMA DE TUBERÍAS PARA REHABILITACIÓN COMPACT PIPE®

DN mm	D Ext. mm	Material	SDR	Espesor mm	Aplicación	Color	Long. Max. ml
100	97	PE100	17	6,4	Abastecimiento	Azul	600
		PE100	17,6	6,2	Gas	Naranja	600
125	121	PE100	17	8,0	Abastecimiento	Azul	600
		PE100	17,6	7,7	Gas	Naranja	600
150	145	PE100	26	6,3	Abastecimiento	Azul	600
		PE100	17	9,6	Abastecimiento	Azul	600
		PE80	26	6,3	Saneamiento	Blanco	600
		PE80	17,6	9,3	Saneamiento	Blanco	600
		PE100	17,6	9,3	Gas	Naranja	600
		PE80	26	6,3	Gas	Amarillo	600
		PE80	17,6	9,3	Gas	Amarillo	600
		PE80	17,6	9,3	Gas	Amarillo	600
175	170	PE100	17	11,2	Abastecimiento	Azul	600
		PE100	17,6	10,7	Gas	Naranja	600
200	194	PE100	26	8,4	Abastecimiento	Azul	440
		PE100	17	12,8	Abastecimiento	Azul	400
		PE80	32	6,8	Saneamiento	Blanco	400
		PE80	26	8,3	Saneamiento	Blanco	400
		PE80	17,6	12,3	Saneamiento	Blanco	400
		PE100	17,6	12,3	Gas	Naranja	400
		PE80	32	6,8	Gas	Amarillo	400
		PE80	26	8,3	Gas	Amarillo	400
		PE80	17,6	12,3	Gas	Amarillo	400
225	217	PE100	17	14,4	Abastecimiento	Azul	330
		PE100	17,6	13,9	Gas	Naranja	330
250	241	PE100	26	10,5	Abastecimiento	Azul	400
		PE100	17	16,0	Abastecimiento	Azul	330
		PE80	32	8,5	Saneamiento	Blanco	400
		PE80	26	10,5	Saneamiento	Blanco	400
		PE80	17,6	15,5	Saneamiento	Blanco	330
		PE100	17,6	15,5	Gas	Naranja	330
		PE80	32	8,5	Gas	Amarillo	400
		PE80	26	10,5	Gas	Amarillo	400
		PE80	17,6	15,5	Gas	Amarillo	330
275	280	PE100	17	17,3	Abastecimiento	Azul	250
300	289	PE100	26	12,6	Abastecimiento	Azul	210
		PE100	17	19,3	Abastecimiento	Azul	190
		PE80	32	10,2	Saneamiento	Blanco	210
		PE80	26	12,6	Saneamiento	Blanco	210
		PE80	17,6	18,6	Saneamiento	Blanco	190
		PE100	17,6	18,6	Gas	Naranja	190
		PE80	32	10,2	Gas	Amarillo	210
		PE80	26	12,6	Gas	Amarillo	210
		PE80	17,6	18,6	Gas	Amarillo	190
350	340	PE100	26	14,6	Abastecimiento	Azul	160
		PE100	17	22,3	Abastecimiento	Azul	150
		PE80	32	11,8	Saneamiento	Blanco	160
		PE80	26	14,6	Saneamiento	Blanco	160
		PE80	17,6	21,5	Saneamiento	Blanco	150
		PE100	17,6	21,5	Gas	Naranja	150
		PE80	32	11,8	Gas	Amarillo	160
		PE80	26	14,6	Gas	Amarillo	160
		PE80	17,6	21,5	Gas	Amarillo	150

(Continúa en la página siguiente)

GAMA DE TUBERÍAS PARA REHABILITACIÓN COMPACT PIPE®

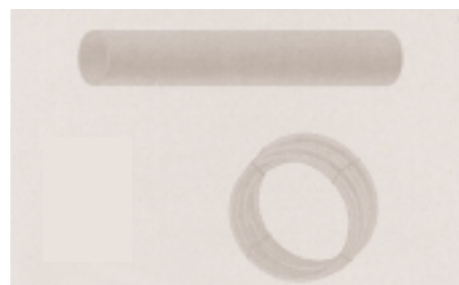
(Continuación)

DN mm	D Ext. mm	Material	SDR	Espesor mm	Aplicación	Color	Long. Max. ml
400	385	PE100	26	16,8	Abastecimiento	Azul	135
		PE100	17	25,7	Abastecimiento	Azul	93
		PE80	32	13,7	Saneamiento	Blanco	135
		PE80	26	16,8	Saneamiento	Blanco	135
		PE80	17,6	24,8	Saneamiento	Blanco	93
		PE100	17,6	24,8	Gas	Naranja	93
		PE80	32	13,7	Gas	Amarillo	135
		PE80	26	16,8	Gas	Amarillo	135
		PE80	17,6	24,8	Gas	Amarillo	93
		PE80	17,6	24,8	Gas	Amarillo	93
450	436	PE100	26	18,8	Abastecimiento	Azul	100
		PE80	32	15,3	Saneamiento	Blanco	100
		PE80	26	18,8	Saneamiento	Blanco	100
		PE100	26	18,8	Gas	Naranja	100
		PE80	26	18,8	Gas	Amarillo	100
		PE80	26	18,8	Gas	Amarillo	100
500	485	PE100	26	20,8	Abastecimiento	Azul	100
		PE80	32	16,9	Saneamiento	Blanco	100
		PE80	26	20,8	Saneamiento	Blanco	100
		PE100	26	20,8	Gas	Naranja	100
		PE80	26	20,8	Gas	Naranja	100
		PE80	26	20,8	Gas	Amarillo	100

- Las longitudes máximas están limitadas por la capacidad de las bobinas en las que se enrolla la tubería para su transporte.
- Estos productos se comercializan instalados, por lo que rogamos consulten precios de acuerdo con las condicionantes de la instalación.

7. Tubos para Riego

TUBOS DE POLIETILENO BAJA DENSIDAD URAGRO



DN	PN Atm	Espesor mm	Rollo m	Lote Mínimo	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ud
20	6	1,6	200	1 Rollo	SR	1002543	0,21
25	6	1,9	200	1 Rollo	SR	1002545	0,31
32	6	2,5	100	1 Rollo	SR	1002228	0,50
40	6	3,1	100	1 Rollo	SR	1002539	0,81
50	6	3,9	100	1 Rollo	SR	1002547	1,26
63	6	4,8	100	1 Rollo	SR	1002549	2,02
75	6	5,8	100	1 Rollo	SR	1002551	2,74



TUBERÍA PLANA DE POLIETILENO URAFLAT - ROLLOS



D. Ext. mm	D. Int. mm	P. Max. Atm	Rollo m	Lote Mínimo	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/rollo
32	29,2	4	200	1 Rollo	BP	1113815	109,77
40	36,4	4	150	1 Rollo	BP	1113857	125,97
50	45,6	4	100	1 Rollo	SR	1113858	125,28
63	57,4	4	75	1 Rollo	SR	1113832	146,67
75	68,4	4	50	1 Rollo	SR	1113883	134,58



TUBERÍA PLANA DE POLIETILENO URAFLAT - BOBINAS METÁLICAS



D. Ext. mm	D. Int. mm	P. Max. Atm	Rollo m	Lote Mínimo	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/bobina
50	45,6	4	1.300	1 Bobina	SR	1113886	1.949,14
63	57,4	4	700	1 Bobina	SR	1113903	1.689,42
75	68,4	4	600	1 Bobina	SR	1113904	1.935,53
90	82,0	4	400	1 Bobina	SR	1113905	1.878,31

8. Complementos

LIMPIADOR

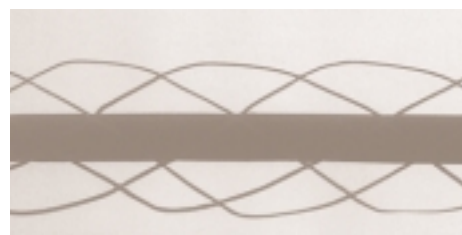
Nº de uniones por litro de limpiador:

DN	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	250	315	400
Uniones/l	700	650	600	380	275	185	120	77	61	53	35	30	26	22	16	9	6

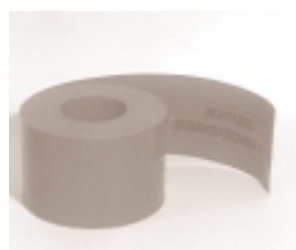


Denominación	CÓDIGO	€/ud
Bote 0,250 litro Limpiador	7003415	5,29

ELEMENTOS SEÑALIZADORES DE TUBERÍAS (para Tuberías de Conducción de Agua)



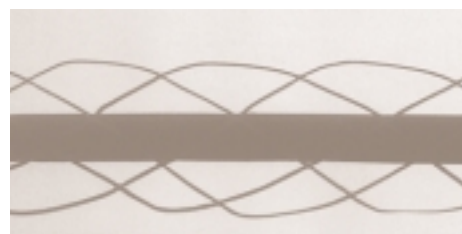
MALLAS					
MODELO	DETECTOR	LONGITUD	COLOR	CÓDIGO	€/ud
HZ 100	NO	100 m	AZUL	N0105001	0,24
HZ 200	NO	100 m	AZUL	N0105002	0,24
HZ 300	NO	100 m	AZUL	N0105003	0,31
HZ 500	NO	100 m	AZUL	N0105004	0,64
HZ D200	SI	100 m	AZUL	N0105005	0,62
HZ D300	SI	100 m	AZUL	N0105006	0,73
HZ D500	SI	100 m	AZUL	N0105007	0,89



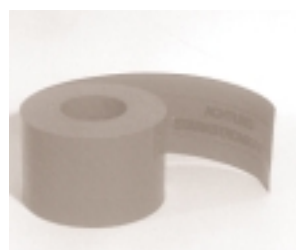
CINTAS					
MODELO	DETECTOR	LONGITUD	COLOR	CÓDIGO	€/ud
HX 50	NO	600 m	AZUL	N0105008	1,33
HX 100	NO	600 m	AZUL	N0105009	1,37
HX D50	SI	300 m	AZUL	N0105010	3,03
HX D100	SI	300 m	AZUL	N0105011	3,37

• Estos productos se suministran en rollos de la longitud especificada.

ELEMENTOS SEÑALIZADORES DE TUBERÍAS (para Tuberías de Conducción de Gas)



MALLAS					
MODELO	DETECTOR	LONGITUD	COLOR	CÓDIGO	€/ud
HZ 100	NO	100 m	AMARILLO	N0105012	0,24
HZ 200	NO	100 m	AMARILLO	N0105013	0,24
HZ 300	NO	100 m	AMARILLO	N0105014	0,31
HZ 500	NO	100 m	AMARILLO	N0105015	0,64
HZ D200	SI	100 m	AMARILLO	N0105016	0,62
HZ D300	SI	100 m	AMARILLO	N0105017	0,73
HZ D500	SI	100 m	AMARILLO	N0105018	0,89



CINTAS					
MODELO	DETECTOR	LONGITUD	COLOR	CÓDIGO	€/ud
HX 50	NO	600 m	AMARILLO	N0105019	1,33
HX 100	NO	600 m	AMARILLO	N0105020	1,37
HX D50	SI	300 m	AMARILLO	N0105021	3,03
HX D100	SI	300 m	AMARILLO	N0105022	3,37

• Estos productos se suministran en rollos de la longitud especificada.

01 VÁLVULAS DE COMPUERTA



Código	Artículo	€
VÁLVULAS DE COMPUERTA		
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de latón • Compuerta de latón 	
AA 01 041	Rosca 1/2"	5,48
AA 01 042	Rosca 3/4"	6,51
AA 01 043	Rosca 1"	9,64
AA 01 044	Rosca 1-1/4"	16,28
AA 01 045	Rosca 1-1/2"	19,28
AA 01 046	Rosca 2"	30,32
AA 01 047	Rosca 2-1/2"	63,60
AA 01 048	Rosca 3"	88,35
AA 01 049	Rosca 4"	155,32
VÁLVULAS DE COMPUERTA CIERRE ELÁSTICO		
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de latón • Compuerta de latón + NBR • Temp. máx. 90°C 	
AA 01 031	Rosca 1/2"	9,38
AA 01 032	Rosca 3/4"	12,50
AA 01 033	Rosca 1"	19,96
AA 01 034	Rosca 1-1/4"	33,79
AA 01 035	Rosca 1-1/2"	46,45
AA 01 036	Rosca 2"	65,23
AA 01 037	Rosca 2-1/2"	134,69
AA 01 038	Rosca 3"	186,25
VÁLVULAS DE COMPUERTA BRONCE/LATÓN		
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de bronce • Compuerta de latón 	
AA 01 403	Rosca 1/2"	16,75
AA 01 404	Rosca 3/4"	22,76
AA 01 405	Rosca 1"	28,45
AA 01 406	Rosca 1-1/4"	44,22
AA 01 407	Rosca 1-1/2"	56,90
AA 01 408	Rosca 2"	77,11
AA 01 409	Rosca 2-1/2"	142,72
AA 01 410	Rosca 3"	177,58
AA 01 411	Rosca 4"	298,68
VÁLVULAS DE COMPUERTA CIERRE ELÁSTICO		
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo fundición nodular GGG40 • Compuerta fundición nodular con recubrimiento EPDM • Presión máx. 16 bar • Temp. máx. 90°C • Conexión: Bridas taladradas s/DIN 2502 (PN16) de DN50 hasta DN150 s/DIN 2576 (PN10) de DN200 a DN300 	
AA 01 120	DN 40	94,47
AA 01 121	DN 50	117,39
AA 01 122	DN 65	136,15
AA 01 123	DN 80	174,35
AA 01 124	DN 100	229,92
AA 01 125	DN 125	298,69
AA 01 126	DN 150	394,55
AA 01 127	DN 200 TAL PN10	651,56
AA 01 128	DN 250 TAL PN10	870,39
AA 01 129	DN 300 TAL PN10	1.310,07
AA 01 135	DN 200 TAL PN16	651,56
AA 01 136	DN 250 TAL PN16	970,39
AA 01 137	DN 300 TAL PN16	1.310,07

04 VÁLVULAS DE MARIPOSA DE HIERRO



• Tipo FE/FE/N

Código	Artículo	€
	<ul style="list-style-type: none"> • Presión Máx.: 16 bar • Mariposa: fundición dúctil niquelada • Elastómero: EPDM 	
AA 04 101	DN - 32/40 (1-1/4" - 1-1/2")	36,39
AA 04 102	DN - 50 (2")	38,98
AA 04 103	DN - 65 (2-1/2")	45,54
AA 04 104	DN - 80 (3")	49,68
AA 04 105	DN - 100 (4")	64,99
AA 04 106	DN - 125 (5")	89,51
AA 04 107	DN - 150 (6")	99,44
AA 04 108	DN - 200 (8")	160,74
AA 04 109	DN - 250 (10")	263,74
AA 04 110	DN - 300 (12")	332,22



• Tipo FE/INOX/N

Código	Artículo	€
	<ul style="list-style-type: none"> • Presión Máx.: 16 bar • Mariposa: INOX AISI-316 • Elastómero: EPDM 	
AA 04 111	DN - 32/40 (1-1/4" - 1-1/2")	48,41
AA 04 112	DN - 50 (2")	51,49
AA 04 113	DN - 65 (2-1/2")	59,52
AA 04 114	DN - 80 (3")	68,20
AA 04 115	DN - 100 (4")	94,12
AA 04 116	DN - 125 (5")	132,37
AA 04 117	DN - 150 (6")	163,93
AA 04 118	DN - 200 (8")	277,94
AA 04 119	DN - 250 (10")	501,17
AA 04 120	DN - 300 (12")	704,70



• Tipo FE/FE/N CON REDUCTOR MANUAL

Código	Artículo	€
	<ul style="list-style-type: none"> • Presión Máx.: 16 bar • Mariposa: fundición dúctil niquelada • Elastómero: EPDM 	
AA 04 131	DN - 32/40 (1-1/4" - 1-1/2")	87,28
AA 04 132	DN - 50 (2")	90,09
AA 04 133	DN - 65 (2-1/2")	94,29
AA 04 134	DN - 80 (3")	101,52
AA 04 135	DN - 100 (4")	117,05
AA 04 136	DN - 125 (5")	158,08
AA 04 137	DN - 150 (6")	168,71
AA 04 138	DN - 200 (8")	274,02
AA 04 139	DN - 250 (10")	496,79
AA 04 140	DN - 300 (12")	564,15



• Tipo FE/INOX/N CON REDUCTOR MANUAL

Código	Artículo	€
	<ul style="list-style-type: none"> • Presión Máx.: 16 bar • Mariposa: INOX AISI-316 • Elastómero: EPDM 	
AA 04 141	DN - 32/40 (1-1/4" - 1-1/2")	96,70
AA 04 142	DN - 50 (2")	99,78
AA 04 143	DN - 65 (2-1/2")	107,81
AA 04 144	DN - 80 (3")	116,52
AA 04 145	DN - 100 (4")	141,52
AA 04 146	DN - 125 (5")	194,55
AA 04 147	DN - 150 (6")	226,12
AA 04 148	DN - 200 (8")	379,73
AA 04 149	DN - 250 (10")	715,36
AA 04 150	DN - 300 (12")	912,90

04 VÁLVULAS DE MARIPOSA DE ALUMINIO



Código	Artículo	€
TIPO AL		
	<ul style="list-style-type: none"> • Presión Máxima: 10 bar • Cuerpo: aluminio con recubrimiento epoxi • Mariposa: fundición nodular • Elastómero: EPDM 	
AA 04 053	DN - 40/50 (1 1/2"-2")	74,60
AA 04 054	DN - 65 (2-1/2")	81,13
AA 04 055	DN - 80 (3")	89,92
AA 04 056	DN - 100 (4")	103,69
AA 04 057	DN - 125 (5")	126,43
AA 04 058	DN - 150 (6")	147,05
AA 04 059	DN - 200 (8")	218,47

VÁLVULAS DE MARIPOSA PVC



Código	Artículo	€
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo: PVC • Palanca: PVC • Elastómero: EPDM • Mariposa: PVC • Temp. máxima: 60°C • Presión Máxima: 10bar 	
CON PALANCA		
AA 04 301	DN50 (para tubo diam. ext. 63 mm)	44,96
AA 04 302	DN65 (para tubo diam. ext. 75 mm)	59,95
AA 04 303	DN80 (para tubo diam. ext. 90 mm)	74,93
AA 04 304	DN100 (para tubo diam. ext. 110 mm)	89,92
AA 04 305	DN125 (para tubo diam. ext. 125 ó 140 mm)	127,39
AA 04 306	DN150 (para tubo diam. ext. 160 mm)	142,37
AA 04 307	DN200 (para tubo diam. ext. 200 ó 225 mm)	232,30
CON REDUCTOR MANUAL		
AA 04 312	DN200 (para tubo diam. ext. 200 ó 225 mm)	352,74
AA 04 313	DN250 (para tubo diam. ext. 250 mm)	489,92
AA 04 314	DN300 (para tubo diam. ext. 315 mm)	666,28
AA 04 315	DN350 (para tubo diam. ext. 350 mm)	2.987,70

VÁLVULAS DE MARIPOSA MOTORIZADAS

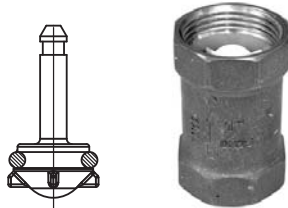


Código	Artículo	Presión dif. máx.	€
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo: Aluminio • Eje: inox AISI-420 • Mariposa: Fundición nodular • Elastómero: EPDM • Temp.: -15° a 90°C • Montaje: entre bridas PN10/16 • Alimentación motor: 230V • 2 contactos auxiliares 		
AA 04 171	DN - 40 (80 seg.)	12 bar	500,95
AA 04 172	DN - 50 (80 seg.)	10 bar	502,39
AA 04 173	DN - 65 (80 seg.)	8 bar	512,05
AA 04 174	DN - 80 (80 seg.)	8 bar	528,60
AA 04 175	DN - 100 (80 seg.)	6 bar	555,45
AA 04 176	DN - 125 (125 seg.)	6 bar	740,94
AA 04 177	DN - 150 (125 seg.)	4 bar	818,21

05 VÁLVULAS DE RETENCIÓN



DN-15 a DN-65



HASTA AGOTAR STOCK



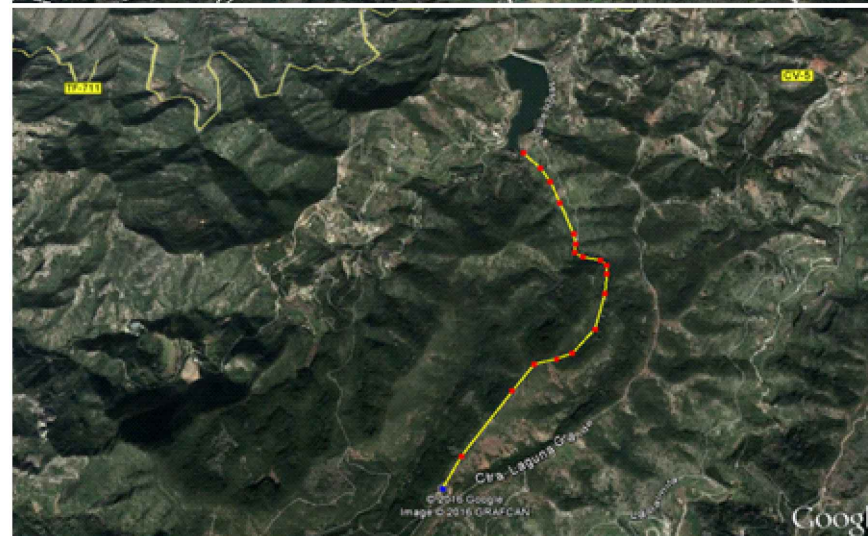
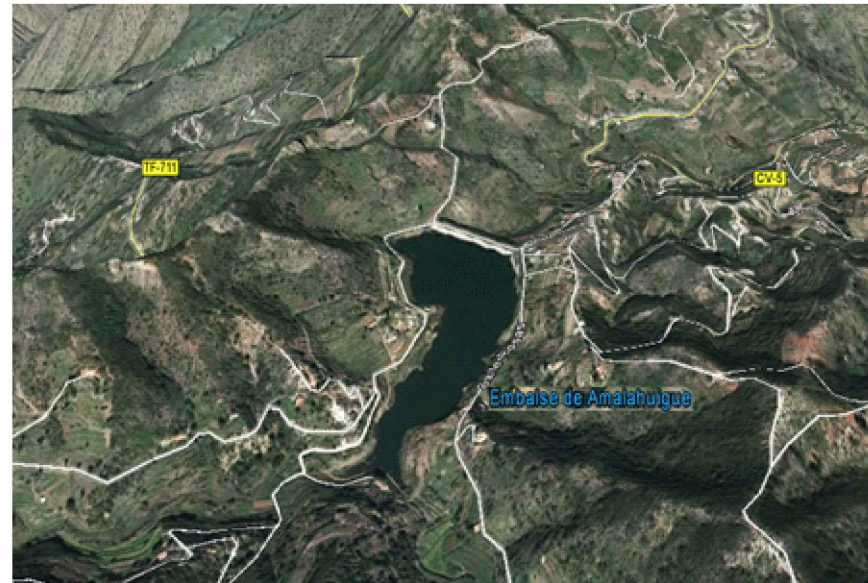
Código	Artículo	Temp. máx (°C)	€
VÁLVULAS DE RETENCIÓN UNIVERSAL			
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo: Latón • Junta cierre: NBR • Muelle: Acero Inoxidable AISI 304 		
AA 05 180	Rosca 3/8"	90°C	3,20
AA 05 181	Rosca 1/2"		4,26
AA 05 182	Rosca 3/4"		6,48
AA 05 183	Rosca 1"		8,01
AA 05 184	Rosca 1-1/4"		13,30
AA 05 185	Rosca 1-1/2"		17,74
AA 05 186	Rosca 2"		27,29
AA 05 187	Rosca 2 - 1/2"		53,83
AA 05 188	Rosca 3"		76,41
AA 05 189	Rosca 4"		114,61
VÁLVULAS DE RETENCIÓN "YORK"			
AA 05 001	Rosca 3/8"	90°C	6,60
AA 05 002	Rosca 1/2"		6,62
AA 05 003	Rosca 3/4"		9,10
AA 05 004	Rosca 1"		11,67
AA 05 005	Rosca 1-1/4"		17,36
AA 05 006	Rosca 1-1/2"		25,72
AA 05 007	Rosca 2"		36,34
AA 05 008	Rosca 2-1/2"		67,14
AA 05 009	Rosca 3"		93,44
AA 05 010	Rosca 4"		162,81
VÁLVULAS DE RETENCIÓN BLOCK			
AA 05 041	Rosca 1/2"	90°C	4,15
AA 05 042	Rosca 3/4"		5,70
AA 05 043	Rosca 1"		7,41
AA 05 044	Rosca 1-1/4"		11,02
AA 05 045	Rosca 1-1/2"		14,61
AA 05 046	Rosca 2"		20,16
VÁLVULAS DE RETENCIÓN CON OBTURADOR METÁLICO			
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo: Latón • Eje: Latón • Muelle: Acero inoxidable AISI 304 		
AA 05 171	Rosca 1/2"	90°C	5,13
AA 05 172	Rosca 3/4"		7,83
AA 05 173	Rosca 1"		9,90
AA 05 174	Rosca 1-1/4"		14,90
AA 05 175	Rosca 1-1/2"		22,51
AA 05 176	Rosca 2"		32,82
AA 05 177	Rosca 2-1/2"		70,59
AA 05 178	Rosca 3"		95,40
VÁLVULA DE RETENCIÓN EURO			
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo: Latón • Junta Cierre: NBR • Campana de disco: Acero inoxidable • Muelle: Acero inoxidable AISI 304 		
AA 05 151	Rosca 3/8"	90°C	5,50
AA 05 153	Rosca 3/4"		8,42
AA 05 157	Rosca 2"		40,78
AA 05 159	Rosca 3"		131,52
VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE LATÓN "EUROPA"			
AA 05 090	Rosca 3/8"	90°C	8,79
AA 05 091	Rosca 1/2"		9,04
AA 05 092	Rosca 3/4"		12,17
AA 05 093	Rosca 1"		16,64
AA 05 094	Rosca 1-1/4"		26,06
AA 05 095	Rosca 1-1/2"		34,71
AA 05 096	Rosca 2"		53,87
AA 05 097	Rosca 2-1/2"		123,98
AA 05 098	Rosca 3"		185,29
AA 05 099	Rosca 4"		304,09

PARTE 2

Planos

Índice de Planos

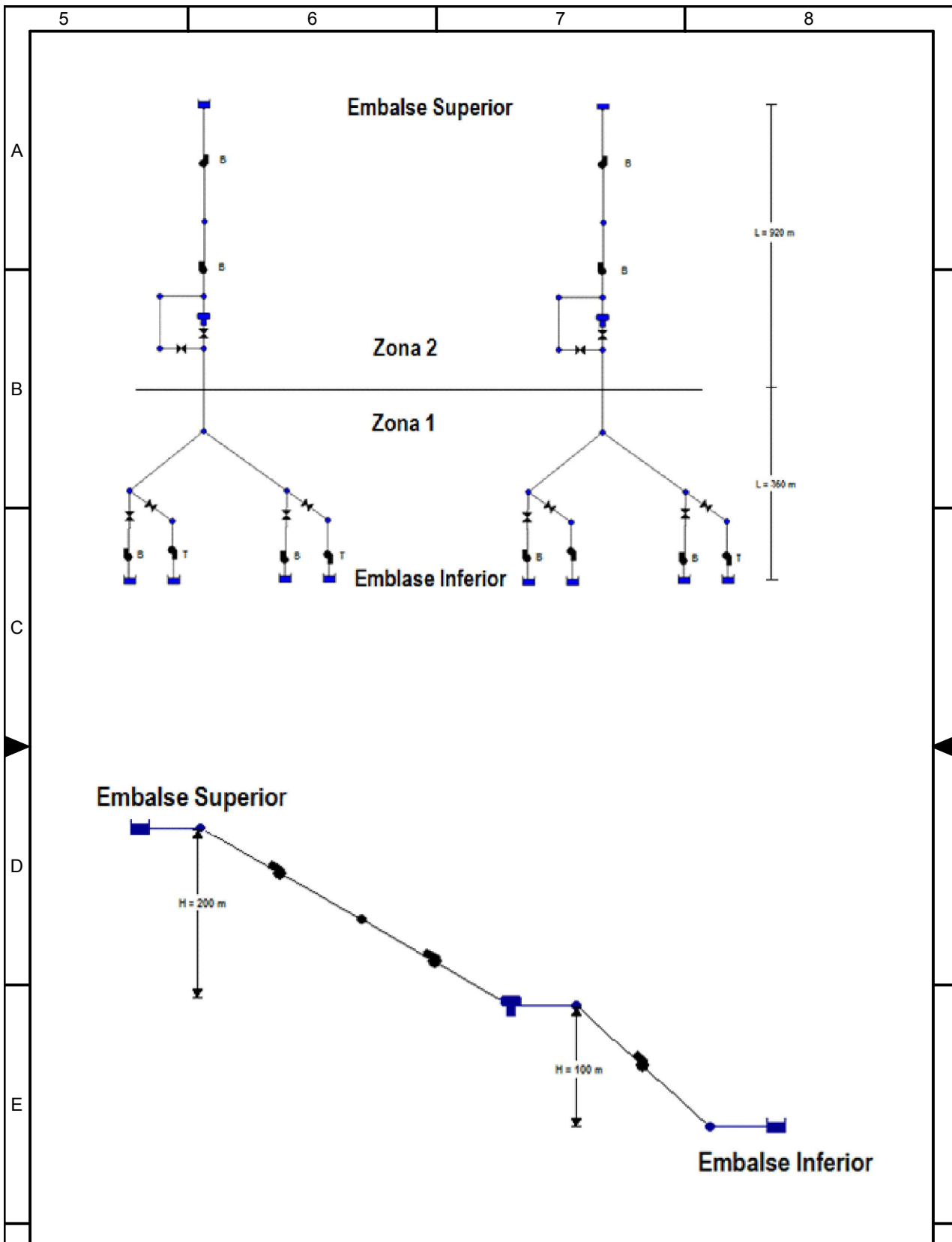
- A401: Ubicación de la central
- A402: Plano general de la instalación
- A403: Pozo de bombeo
- A404: Detalle del By-Pass
- A305: Válvula de mariposa
- A306: Válvula antirretorno
- A407: Cuadro eléctrico zona 1
- A408: Cuadro eléctrico zona 2



Coordenadas

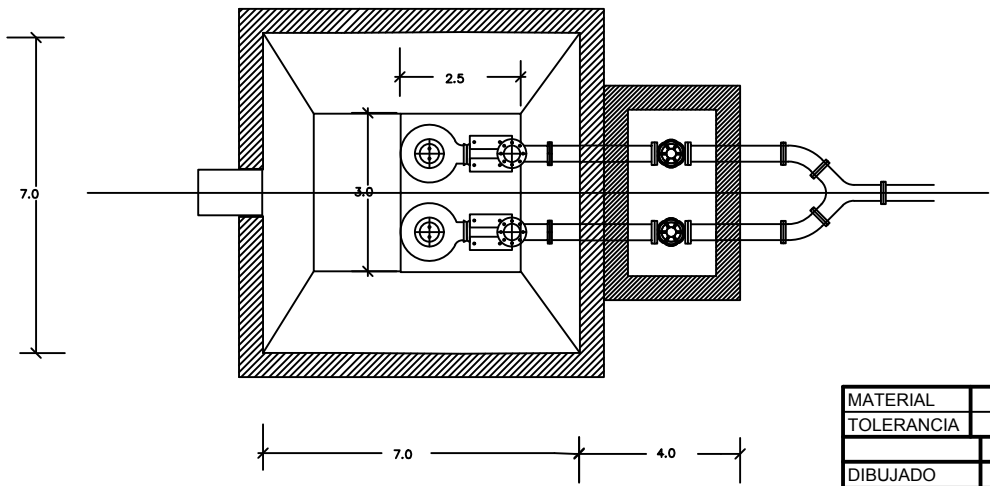
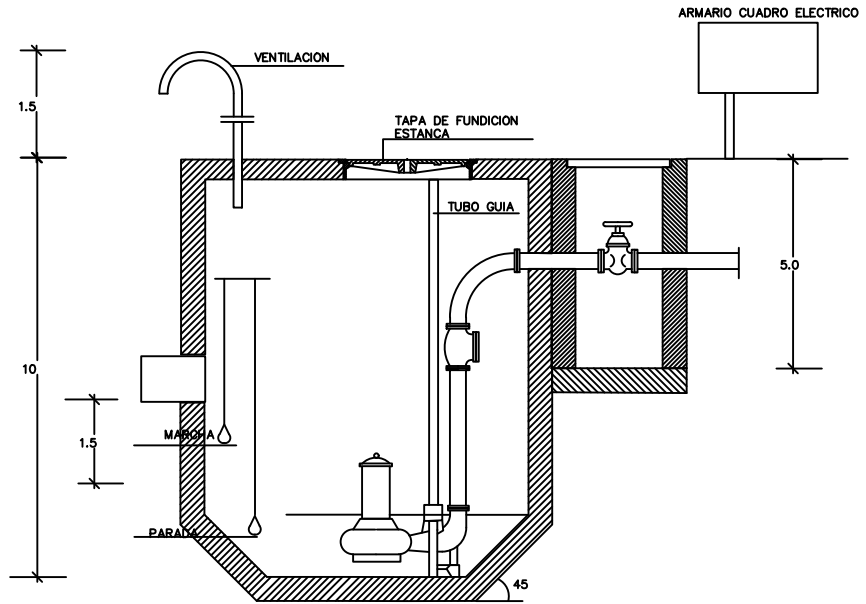
Longitud 28°10'42"N
 Latitud 17°13'43" O

MATERIAL			
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Ubicación de la Central en la Isla
DIBUJADO	AHA	27/06/2016	
COMPROBADO	ISF	7/07/2016	
ESCALA :	FIRMA		
I.C.A.I.			Nº DE LAMINA: A401

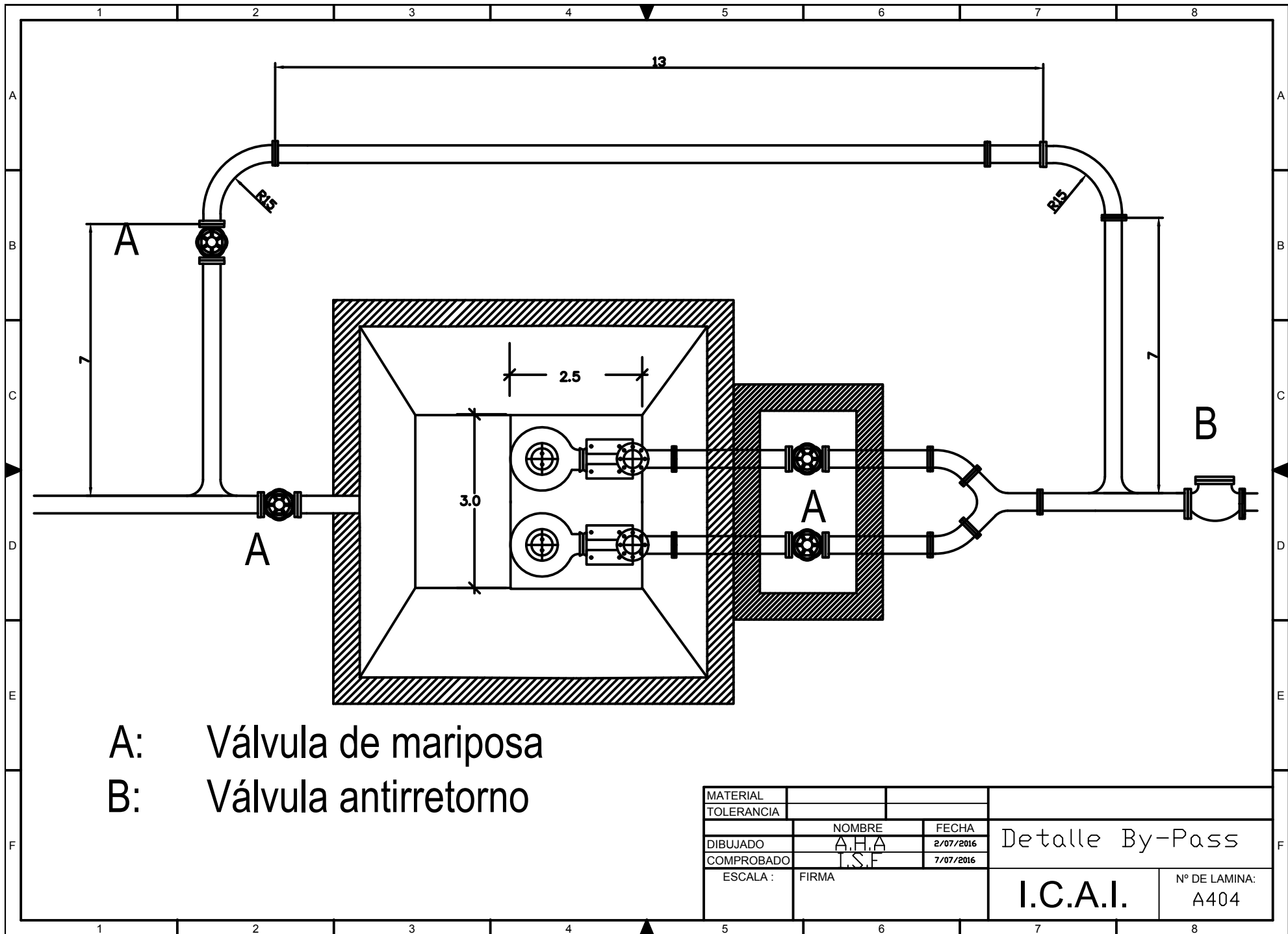


MATERIAL			
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Plano Instalación General
DIBUJADO	A.H.A	27/06/2016	
COMPROBADO	I.S.F	7/07/2016	
ESCALA :	FIRMA		I.C.A.I.
			Nº DE LAMINA: A 302

CAMARA DE BOMBEO

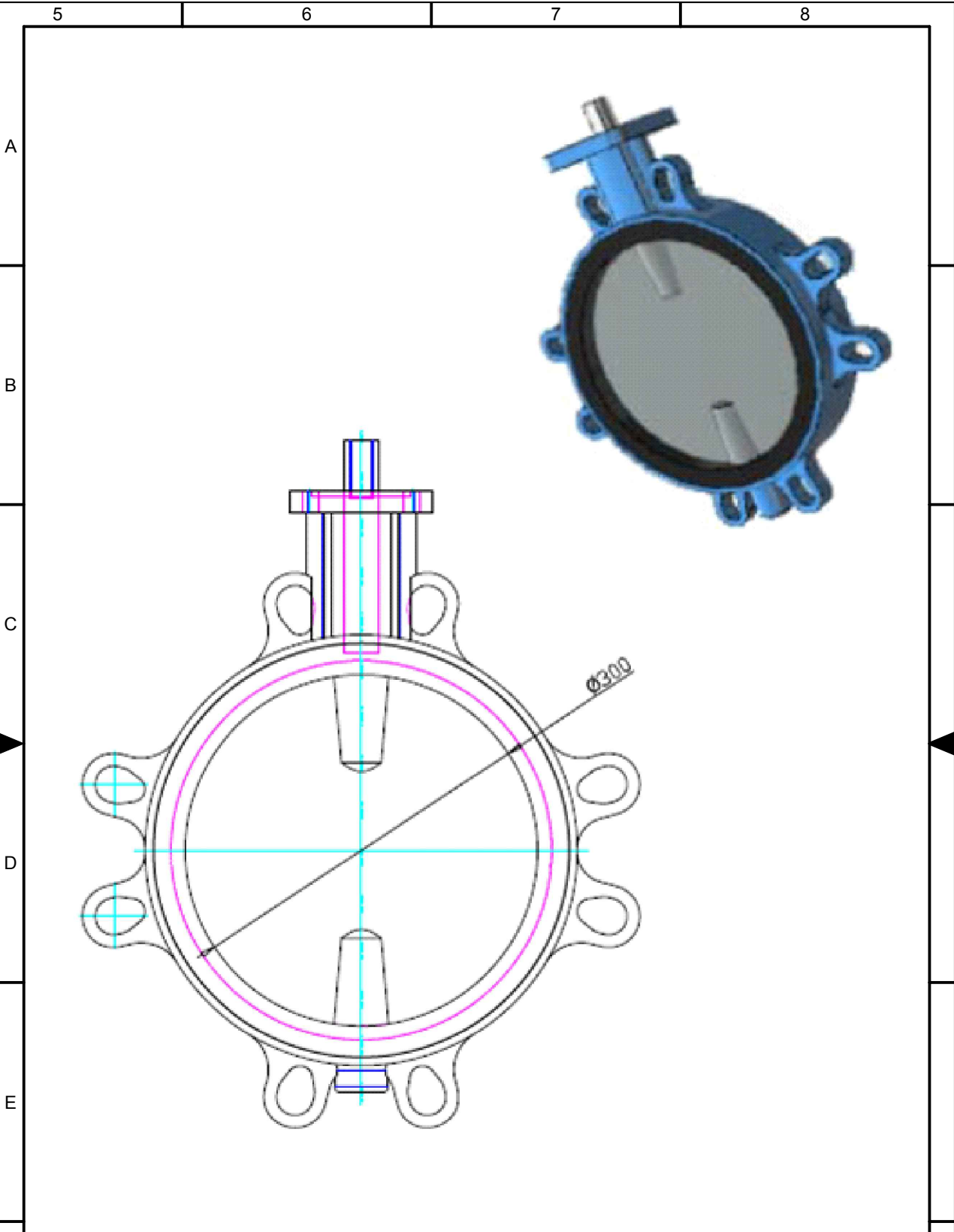


MATERIAL			
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Pozo de bombeo
DIBUJADO	A.H.A	2/07/2016	
COMPROBADO	I.S.F	7/07/2016	
ESCALA :	FIRMA		I.C.A.I.
			N° DE LAMINA: A403



A: Válvula de mariposa
 B: Válvula antirretorno

MATERIAL			
TOLERANCIA			
DIBUJADO	NOMBRE A.H.A	FECHA 2/07/2016	Detalle By-Pass
COMPROBADO	L.S.F	7/07/2016	
ESCALA :	FIRMA		I.C.A.I.
			Nº DE LAMINA: A404



MATERIAL			
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Válvula Mariposa
DIBUJADO	A.H.A	27/06/2016	
COMPROBADO	I.S.F	7/07/2016	
ESCALA :	FIRMA		
		I.C.A.I.	Nº DE LAMINA: A305

5

6

7

8

5

6

7

8

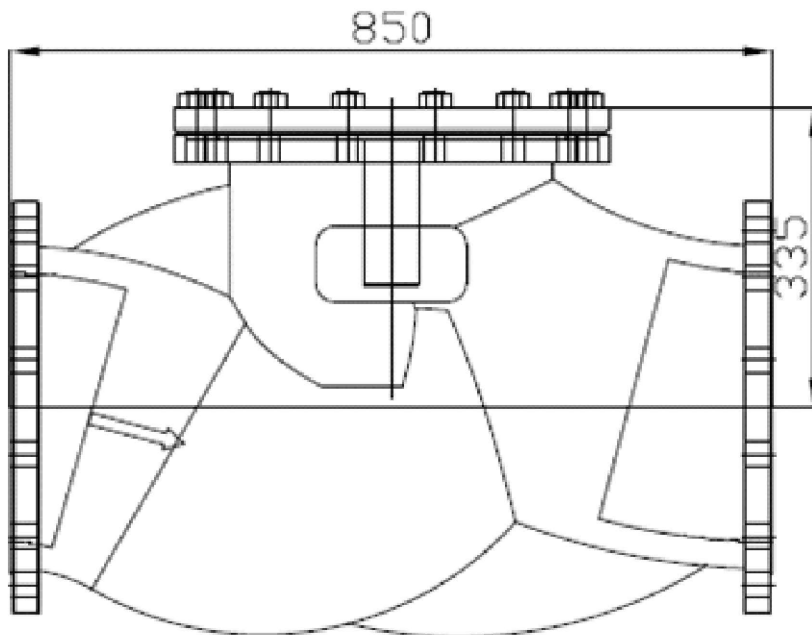
A

B

C

D

E



MATERIAL			
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Válvula Antirretorno
DIBUJADO	A.H.A	27/06/2016	
COMPROBADO	I.S.F	7/07/2016	
ESCALA :	FIRMA		I.C.A.I.
			Nº DE LAMINA: A306

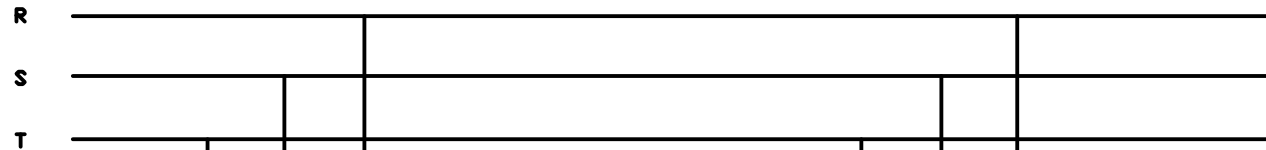
5

6

7

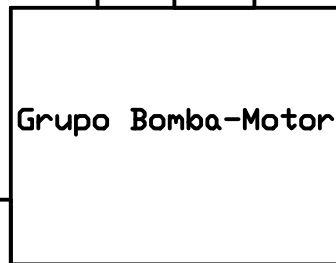
8

Red
de
distribución

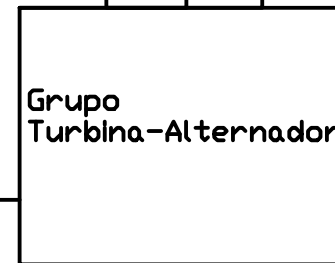


Transformador
1

Transformador
2



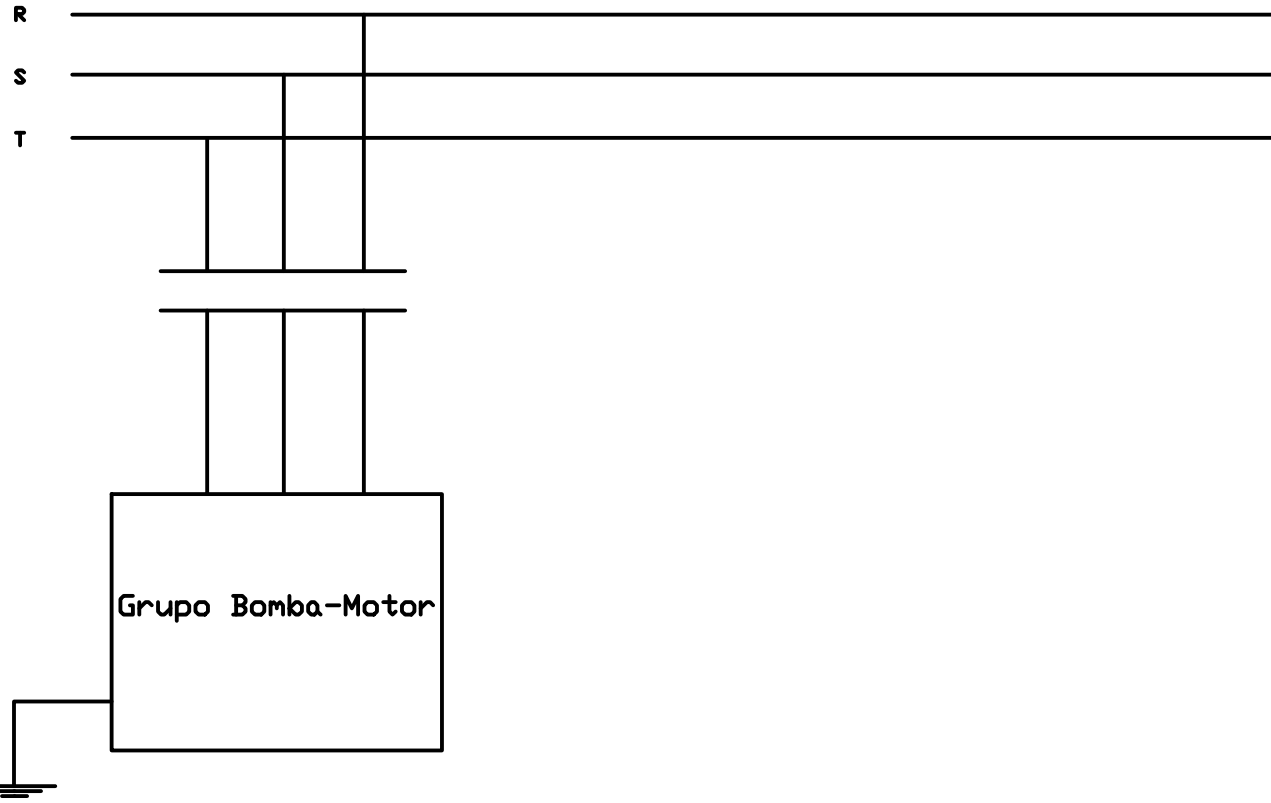
Grupo Bomba-Motor



Grupo
Turbina-Alternador

MATERIAL			
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Cuadro Eléctrico Zona 1
DIBUJADO	A.H.A	2/06/2016	
COMPROBADO	I.S.F	7/06/2016	I.C.A.I.
ESCALA :	FIRMA		
			Nº DE LAMINA: A407

Red
de
distribución



MATERIAL			
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Cuadro Eléctrico Zona2
DIBUJADO	AHA	2/06/2016	
COMPROBADO	ISF	7/06/2016	
ESCALA :	FIRMA		I.C.A.I.
			Nº DE LAMINA: A408

PARTE 3

Estudio económico

Contenido

1.- Introducción	143
2.- Inversión inicial	143
2.1.- Coste de compra	144
2.1.1.- Coste de tuberías	144
2.1.2.- Coste de válvulas	145
2.1.3.- Coste de accesorios	145
2.1.4.- Coste de turbomáquinas	145
2.1.5.- Coste de máquinas eléctricas	146
2.2.- Coste de instalación	147
2.3.- Costes energéticos	147
2.4.- Coste de mantenimiento	148
2.5.- Coste de operación	148
2.6.- Costes medioambientales	148
2.7.- Coste de retirada	149
2.8.- Sumas de costes totales	149
3.- Estudio de costes/ingresos por la compra/venta de electricidad	150
3.1 Discretización	151
3.2.- Resultados obtenidos	151
4.- Análisis de viabilidad	151
4.2.- Estudio sobre la viabilidad económica del proyecto	152
4.2.1.- Inversión inicial	152
4.2.2.- Amortización de bienes	153
4.2.3.- Coste de generación	153
4.2.4.- Beneficio de la generación	154
4.2.5.- Valor Actual Neto de la instalación	155
3.2.6.- Análisis de los resultados	156
3.2.6.1-Régimen retributivo específico	157

Índice Tablas

Tabla 1. Coste de tuberías	144
Tabla 2. Coste de válvulas	145
Tabla 3. Coste de accesorios	145
Tabla 4. Coste de turbomáquinas	146
Tabla 5. Coste de Máquinas eléctricas.....	146
Tabla 6. Coste de instalación	147
Tabla 7. Costes energéticos.....	147
Tabla 8- Coste de mantenimiento	148
Tabla 9. Costes LCC	149
Tabla 10. Costes para la Inversión inicial	152
Tabla 11. Tabla de depreciaciones.....	153
Tabla 12. Tabla de coste de generación.....	154
Tabla 13. Ingresos por venta de electricidad.....	154
Tabla 14. Beneficios totales a la generación	155
Tabla 15. FC años 1-20	156
Tabla 16. FC años 21-50	156

Índice de Gráficas

Gráfica 1: Resultados del mercado del 04/07/2016	150
--	-----

1.- Introducción

Una vez estudiado la viabilidad técnica del proyecto en el diseño de la instalación es el momento de centrarse en el aspecto económico del proyecto. Para ello lo primero que se va a estudiar es la inversión inicial necesaria para la construcción y puesta en marcha de la central. Posteriormente se estudiará la explotación de la central en términos económicos calculándose mediante estimaciones los costes de explotación y los ingresos por la venta de la electricidad generada. Una vez hecho eso se podrá llevar a cabo un análisis económico calculando la rentabilidad del proyecto calculando el valor actual neto y la tasa interna de rentabilidad. Para finalizar el estudio se comentarán los resultados y se propondrán posibles soluciones para aumentar la rentabilidad del proyecto.

2.- Inversión inicial

El estudio de la inversión inicial necesaria para la puesta en marcha de la central es el paso más importante en el análisis económico ya que de este estudio dependerá en gran parte la rentabilidad del proyecto. Para llevar a cabo este estudio se contabilizará de manera aproximada el coste de los materiales necesarios, tuberías, válvulas, codos, turbomáquinas, máquinas eléctricas, etc., que han sido diseñados en la primera parte del proyecto. Para hacer esto de manera ordenado y para que sea fácil de interpretar se va a llevar a cabo el estudio mediante la utilización de la ecuación LCC (Life Cycle Cost) que evalúa los costes a lo largo de la vida útil de la central. El coste de la vida de cualquier equipo es el coste total de toda su vida que incluye la compra, instalación, funcionamiento, mantenimiento y retirada de dicho equipo. Determinar este coste implica seguir una metodología que identifique y cuantifique todos los componentes que forman la ecuación de este coste.

La ecuación se enuncia de la siguiente manera:

$$LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{amb} + C_d$$

Siendo:

- C_{ic} : Coste inicial, coste de compra.
- C_{in} : Coste de instalación y puesta en marcha.
- C_e : Costes energéticos.
- C_o : Coste de operación.
- C_m : Coste de mantenimiento.
- C_s : Coste por avería, pérdida de producción.
- C_{amb} : Costes medioambientales.
- C_d : Coste de retirada o cierre definitivo.

Por tanto la primera decisión importante es decidir la vida útil de la central hidroeléctrica. Atendiendo a diferentes fuentes se descubre que este tipo de centrales tienen una vida útil muy variable que puede ser de 30, 60,45 y 150 años. Esto dependerá del tipo de represa y construcción, tamaño y de otras variables ambientales como la sedimentación y erosión que

Estudio económico

pueden reducir hasta más de la mitad su vida útil. Estas cifras son calculadas por los fabricantes y constructores, son aproximadas teniendo en cuenta los materiales, el desgaste de los componentes por el uso y otras variables. Cuando se define vida útil económica se hace referencia a la capacidad de producción de energía a un costo económico aceptable.

La vida útil de la tecnología no siempre es la misma que la vida útil económica de la misma ya que a veces no coincide ya que la central puede seguir en pie pero haber dejado de ser rentable. Por tanto para comenzar en análisis es necesario fijar una vida útil a lo largo de la cual se realizarán los cálculos, y esta vida se va a fijar en 50 años.

2.1.- Coste de compra

El coste de compra incluye todos los costes referentes a la adquisición de materiales y maquinaria para la puesta en marcha de la central y va a componer la mayor parte de la inversión inicial. Desglosando los diferentes costes de compra se obtienen los siguientes tablas:

2.1.1.- Coste de tuberías

Como ya se sabe por lo descrito a lo largo de la memoria técnica la instalación esta constituida por dos zonas diferentes, con tuberías de diámetros diferente. El diámetro DN300 es un diámetro común en tuberías de Polietileno de Alta Densidad, pero en DN400 no es tan normal, por ello el precio por metro más elevado. Los precios han sido obtenidos del catálogo de la empresa Uralita Sistemas de Tuberías, S.A. En el Anexo Catálogos se presenta dicho catálogo.

En la siguiente tabla desglosada se detallan los costes referentes a la adquisición de tuberías:

Tuberías	Longitud (m)		Diámetro (m)	Rugosidad (mm)	Coste unitario (€/m)	Coste total (€)
	Zona 1	Zona 2				
PAD DN300, PN10	360		0,3	0,009	60 €	21.600 €
PAD DN400, PN10		920	0,4	0,009	100 €	92.000 €
					TOTAL	113.600 €

Tabla 1. Coste de tuberías

El coste total en adquisición de tuberías asciende a un valor de 113.600€.

Estudio económico

2.1.2.- Coste de válvulas

Las válvulas son las encargadas de regular los flujos por las tuberías y son vitales para el paso del modo bombeo al modo turbinación y viceversa, por lo que son esenciales para la central. Como se sabe hay tuberías de dos diámetros diferentes por tanto habrá válvulas de diámetros diferentes para cada tipo. El desglose de precios para la compra de válvulas se presenta en la siguiente tabla:

Válvulas	Cantidad	Coste Unit. (€/ud)	Coste Total (€)
Mariposa DN300	4	455 €	1.820 €
Mariposa DN400	5	1.176 €	5.880 €
Clapeta DN300	1	2.245 €	2.245 €
Clapeta DN400	3	3.382 €	10.146 €
TOTAL			20.091 €

Tabla 2. Coste de válvulas

El coste total de adquisición de válvulas asciende a 20.091€.

1.2.3.- Coste de accesorios

En el caso de esta instalación los accesorios se refieren a los codos necesarios para los cambios de dirección de las tuberías y para los cambios de pendiente. Para los codos también habrá dos diámetros diferentes con dos precios diferentes como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Accesorios	Cantidad	Coste Unit. (€/ud)	Coste Total (€)
Codos 45° PE100 DN300	4	240 €	960 €
Codos 45° PE100 DN400	7	422 €	2.954 €
TOTAL			3.914 €

Tabla 3. Coste de accesorios

El coste total en compra de accesorios asciende a 3.914 €.

1.2.4.- Coste de turbomáquinas

Estudio económico

El coste de la compra de bombas y turbinas representa, junto a las máquinas eléctricas, la mayor parte de la inversión inicial del proyecto. Esto es debido al elevado precio unitario de las máquinas, mayor en el caso de la turbina Pelton y de la alta cantidad que se necesita, 8 bombas y 4 turbinas. Además al ser el elemento donde se va a producir el intercambio de energía, son lo más importante de la instalación con lo que no se debe reparar en gasto. En la siguiente tabla se muestra el coste en concepto de adquisición de bombas y turbinas:

Turbomáquinas			
Concepto	Cantidad	Coste Unit	Coste Total
Bomba Flowserve	8	55.000 €	440.000 €
Turbina Pelton Andritz	4	220.000 €	880.000 €
TOTAL			1.320.000 €

Tabla 4. Coste de turbomáquinas

El coste total de inversión en turbomáquinas asciende a 1.320.000 €.

2.1.5.- Coste de máquinas eléctricas

Las máquinas eléctricas son un elemento vital en una instalación hidroeléctrica reversible ya que son las encargadas de intercambiar energía con la red, ya sea para suministrarla a las bombas o para recoger la generada por las turbinas. Como ya se ha comentado en el epígrafe anterior el coste para la obtención de motores y generadores eléctricos representan una parte bastante elevada dentro de la inversión del proyecto. El coste de inversión en la compra de máquinas eléctricas se presenta en la siguiente tabla:

Máquinas Eléctricas			
Concepto	Cantidad	Coste Unit	Coste Total
Motor inducción 300 kW	4	7.500 €	30.000 €
Motor inducción 600 KW	4	9.000 €	36.000 €
Generador síncrono	4	20.000 €	80.000 €
Transformadores	12	5.000 €	60.000 €
TOTAL			206.000 €

Tabla 5. Coste de Máquinas eléctricas

El coste total de inversión en máquinas eléctricas es de 146.000 €.

2.2.- Coste de instalación

El coste de instalación se calcula estimando el número de operarios necesarios, las horas de trabajo y su salario por hora. El resultado aproximado se muestra en la siguiente tabla:

Número de operarios	Número de semanas	Días por semana	Horas por día	€/hora	Total (€)
5	8	6	8	30	57.600 €

Tabla 6. Coste de instalación

El coste total de instalación asciende a **57.600 €**.

2.3.- Costes energéticos

El consumo energético durante el modo de bombeo de la instalación representa la mayor parte del coste de operación. Para su estimación se ha calculado el coste medio en cada mes de la electricidad durante las horas de bombeo, es decir, las siete horas diarias con un precio por MWh más bajo. Los datos de precio horario de la electricidad han sido obtenidos de la página web del operador del mercado (omie) calculando el precio medio con los datos de los dos últimos años. 2014 y 2015. En la siguiente tabla se muestran los resultados del coste medio mensual y total estimado:

Funcionamiento de las bombas	
Meses	Coste medio mensual
Enero	21.282 €
Febrero	13.020 €
Marzo	21.146 €
Abril	15.557 €
Mayo	18.083 €
Junio	23.844 €
Julio	26.805 €
Agosto	26.059 €
Spetiembre	26.437 €
Octubre	25.650 €
Noviembre	21.478 €
Diciembre	20.347 €
TOTAL	259.708 €

Tabla 7. Costes energéticos

Estudio económico

El coste total que se muestra al final de la tabla anterior es el coste energético anual y asciende a **259.708 €**. El coste energético a lo largo de la vida útil de la instalación es ese mismo multiplicado por 50. Por tanto el coste total energético a lo largo de la vida útil asciende a **12.985.400 €**.

2.4.- Coste de mantenimiento

El coste del mantenimiento y reparaciones depende tanto del tiempo y la frecuencia del servicio como del coste de los materiales. El programa de mantenimiento puede requerir desde una reparación inusual pero importante hasta la más frecuente y simple. Los trabajos habituales de mantenimiento obligarán a trasladar la bomba al taller. Se estima que, de media, se va a requerir de mantenimiento dos veces al año, con un coste aproximado 650€ cada vez. El coste por reparaciones es inesperado, depende del tiempo de parada y varía dependiendo de cada caso. Este último se estima en el 25% del coste de materiales. En la siguiente tabla se presentan los costes estimados por mantenimiento y reparaciones:

Concepto	Coste
Mantenimiento preventivo	97.500 €
Reparaciones	34.401,25 €
TOTAL	131.901,25 €

Tabla 8- Coste de mantenimiento

El coste mostrado en la tabla ya es el coste a lo largo de toda la vida útil de la central y asciende a **131.901,25 €**.

2.5.- Coste de operación

Los costes de operación o funcionamiento son costes afines a la operación del sistema de bombeo-turbinación. Este coste estaría principalmente formado por los sueldos de los ingenieros a cargo de del funcionamiento de la central. Como es difícil estimar cuantos harían falta, y estos costes se pueden suponer pequeños con respecto a otros, el coste de operaciones se va a suponer despreciable frente al resto de costes.

2.6.- Costes medioambientales

El coste de la acción contaminadora durante la vida del sistema de bombeo varía significativamente dependiendo de la naturaleza del producto bombeado. Ejemplos de

Estudio económico

contaminación ambiental pueden incluir el líquido refrigerante, residuos de la empaquetadura, elementos antideflagrantes, lubricantes, partes usadas contaminadas como sellos y cierres. Como nuestras bombas son bombas cuyo líquido a bombear es simplemente agua generalmente proveniente de la lluvia o del río el coste medioambiental es prácticamente inexistente y por lo tanto no se tendrá en cuenta en la suma de coste total de la instalación.

2.7.- Coste de retirada

Si las bombas y turbinas de nuestra instalación bombeasen productos peligrosos o contaminantes el coste por retirada de las bombas tras cumplir su vida útil aumentaría debido a que éstas necesitarían de un tratamiento especial. Como no es el caso, el coste por retirada se refiere principalmente al coste de grúa, transporte y desmantelamiento de la instalación. Al ser este coste también muy pequeño con respecto al resto se puede considerar despreciable

2.8.- Sumas de costes totales

Utilizando la ecuación LCC descrita en el apartado 1 del Presupuesto somos capaces, habiendo desmenuzado por separado cada uno de los costes, de calcular el agregado, obteniendo así la suma de costes totales y por tanto coste total de la instalación del pozo de bombeo. En la siguiente tabla se presenta la suma de la ecuación LCC:

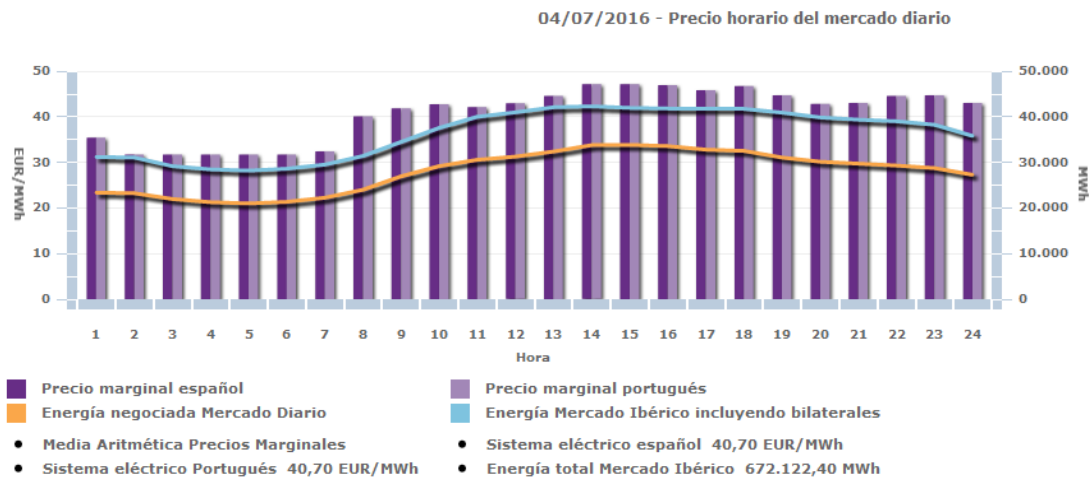
Concepto	Coste
Material	137.605,0 €
Construcciones	200.000,0 €
Turbomáquinas	1.320.000,0 €
Máquinas eléctricas	206.000,0 €
Instalación	57.600,0 €
Energético	259.708,0 €
Mantenimiento	131.901,3 €
Total	2.312.814,3 €

Tabla 9. Costes LCC

Por tanto el presupuesto total para la central hidroeléctrica reversible asciende a: **Dos millones trescientos doce mil ochocientos catorce Euros (2.312.814 €)**

3.- Estudio de costes/ingresos por la compra/venta de electricidad

Como ya se ha explicado a lo largo de la memoria técnica y de este estudio económico el objetivo de la instalación es consumir electricidad cuando esta sea barata y bombear agua desde el nivel inferior al superior, y generarla cuando sea más cara turbinando agua en sentido inverso. Por tanto el primer paso debe ser conocer cuáles son las horas con mayor o menor precio por MWh para así proceder a su compra-venta. Estos datos han sido buscados en la página web del OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía), y en la siguiente gráfica se muestra una de las gráficas con los resultados del mercado diario:



Gráfica 1: Resultados del mercado del 04/07/2016

Como se puede ver el precio horario varía entre unos 50€/MWh en las horas punta del día y alrededor de 30€/MWh en las horas valle. Aún así, esta forma de picos y valles de la curva de precio horario está sujeta a variaciones y no es igual todos los días. Estas variaciones pueden ser variaciones que representen tendencias (mayor precio a una determinadas horas) o estacionales (diferencias entre diferentes meses o estaciones). Como no se puede hacer un estudio día a día es necesario obtener un modelo para reducir estas variabilidades y así poder estimar valores temporales futuros en el precio de la electricidad y para hacer esto se va a utilizar el método de regresión más sencillo de todos que es el de la media. De esta manera se van a seleccionar 20 días por cada mes durante los últimos dos años, calculando el beneficio que se habría obtenido por la operación de ese día. Posteriormente se va a calcular el beneficio medio de cada mes, y se va a suponer que durante los siguientes años de operación el beneficio va a ser siempre el beneficio medio calculado.

3.1 Discretización

Para poder realizar un estudio de manera sencilla y así obtener unos resultados de los que se pueda sacar conclusiones es necesario discretizar el modelo. Evidentemente la discretización va a ser horaria pero es necesario saber durante cuantas horas se va a bombear/turbinar.

La primera aproximación del estudio va a ser que todos los días se bombea/turbina la misma cantidad de horas. Un modelo optimizado que tuviera en cuenta más variables que las que aquí se van a tener en cuenta podría decidir la cantidad de horas que se emplearían cada día para cada modo de funcionamiento, pero para este estudio básico sobre la viabilidad técnico-económica del proyecto se van a fijar una cantidad de horas fijas para cada modo, que deberán ser las mismas (cada día se turbinar la misma cantidad que se bombea). Al ser el volumen del embalse superior 30.000 m^3 y el caudal bombeado/turbinado $4000 \text{ m}^3/\text{h}$, se ha decidido que la cantidad de horas de funcionamiento diario de la central sea 14 horas, 7 para bombear y 7 para turbinar.

3.2.- Resultados obtenidos

Como ya se ha comentado, para realizar el cálculo se han seleccionado 20 días al azar de cada mes pertenecientes a los dos últimos años de operación del mercado y se calcula el beneficio de cada día para posteriormente calcular el beneficio medio de cada mes. Para hacer esta cálculo de manera rápida y fácil se ha programado un pequeño código de matlab que lee un archivo con los precios horarios de la electricidad y calcula el beneficio según lo explicado. Tanto las tablas con los precios horarios y los resultados obtenidos como el código de matlab se encuentran en los Anexos del estudio económico.

4.- Análisis de viabilidad

El análisis de la viabilidad es el estudio que dispone el éxito o fracaso de un proyecto a partir de una serie de datos base de naturaleza empírica. Por tanto es un estudio que está destinado a prever el éxito o el fracaso del proyecto. Generalmente estos estudios están basados en tres partes importantes: viabilidad técnica, viabilidad económica y viabilidad medio ambiental. Además puede contener otros aspectos como factibilidad política, aceptación social o las necesidades de mercado. En este caso el estudio se va a centrar en las tres principales nombradas.

La viabilidad técnica viene justificada por la memoria técnica descriptiva y el anexo cálculos. Al haber diseñado la central y haber encontrado tanto máquinas como tuberías y válvulas que se ajustasen a las características y que hicieran posible el manejo y

funcionamiento de la instalación, se da por hecho que la viabilidad técnica está justificada. Por tanto que tratar la viabilidad económica y la viabilidad ambiental.

4.2.- Estudio sobre la viabilidad económica del proyecto

Se entiende por inversión un desembolso económico que se realiza una vez con el objetivo de obtener un beneficio, normalmente una rentabilidad a lo largo del tiempo. En este sentido, la palabra inversión habitualmente presenta connotaciones positivas. En el lado opuesto se sitúa el término gasto, que supone un desembolso periódico que se requiere para que un proyecto funcione. En el caso de proyectos energéticos la inversión se refiere al desembolso realizado en instalaciones, maquinaria, terrenos, etc., que se realizan al inicio del proyecto, mientras que los gastos se realizan periódicamente, y comprenden los pagos por el combustible y los costes de operación y mantenimiento de las instalaciones.

4.2.1.- Inversión inicial

Por tanto para comenzar este análisis de viabilidad económico lo primero que se va a estimar es la inversión inicial, que se diferencia del presupuesto calculado en el apartado 2 del estudio económico en que solo se incluyen los costes necesarios para poner en marcha la instalación, y no los que son consecuencia de su explotación. Para la inversión inicial se diferencia varios tipos de costes, los directos y los indirectos. Los costes directos son los más fáciles de estimar ya que se refieren a la compra de equipos, tuberías e instalaciones eléctricas, así como los terrenos y la obra civil o infraestructura. Los costes indirectos son aquellos que afectan y son consecuencia del proceso productivo. Des estos costes hay algunos que se incluyen dentro de la inversión inicial y otros que no. De esta manera, los costes que se incluyen para la inversión inicial son los que se muestran en la siguiente tabla:

Inversión Inicial	
<i>Concepto</i>	<i>Coste</i>
Coste en Material	137.600,0 €
Coste en Turbomáquinas	1.320.000,0 €
Coste en Máquinas Elect.	146.000,0 €
Coste Instalación	57.600,0 €
Coste de Edificación	100.000,0 €
TOTAL	1.761.200,0 €

Tabla 10. Costes para la Inversión inicial

Estudio económico

Por tanto el valor de la inversión inicial asciende a **un millón setecientos sesenta mil doscientos euros (1.761.200,0 €)**.

4.2.2.- Amortización de bienes

La amortización de una inversión hecha en el momento actual representa la cantidad que anualmente se ha de contabilizar como un pago para recuperar la inversión con sus intereses al cabo de N años. Visto como un crédito de capital la inversión, supone el reparto uniforme del crédito en los años del proyecto de modo que cada año hay que devolver la amortización con los intereses desde ese año hasta el final de la vida del proyecto. Se elige amortizar el valor de la maquinaria, tanto la hidráulica como la eléctrica, hasta un valor residual nulo a lo largo de 20 años. De esta manera la depreciación anual será del 5%, y de un valor que se muestra en la siguiente tabla:

Valor de la maquinaria	Valor		Deprec. Anual
Hidráulicas	1.320.000,00 €	5%	66.000,00 €
Eléctricas	146.000,00 €	5%	7.300,00 €

Tabla 11. Tabla de depreciaciones

Por tanto el valor anual de la depreciación de las máquinas asciende a un valor de **setenta y tres mil setecientos Euros (73.300 €)**.

4.2.3.- Coste de generación

Una vez calculada la inversión inicial es necesaria hacer una estimación de los costes de explotación. Estos costes de explotación o de “compra de combustible” son los costes referidos a la compra de la electricidad necesaria para el modo de bombeo cuando el precio de compra es más bajo. Estos costes energéticos son los mismos mostrados en la tabla 7 sobre costes energéticos. Este coste se referiría al coste normalizado de generación, ya que son los gastos en los que se incurren inevitablemente para poder producir energía. A continuación se vuelve a mostrar de nuevo la tabla 7 con los costes normalizados de generación por mes y total o anual:

Coste de generación	
Meses	Coste medio mensual
Enero	21.282 €
Febrero	13.020 €
Marzo	21.146 €
Abril	15.557 €
Mayo	18.083 €
Junio	23.844 €
Julio	26.805 €
Agosto	26.059 €

Estudio económico

Septiembre	26.437 €
Octubre	25.650 €
Noviembre	21.478 €
Diciembre	20.347 €
TOTAL	259.708 €

Tabla 12. Tabla de coste de generación

Por tanto el coste medio normalizado de generación de energía asciende a **dos cientos cincuenta y nueve mil setecientos ocho euros (259.708 €)**. Este es un precio medio, calculado en base a observaciones del precio horario a lo largo de los dos últimos años, lo cual no quiere decir que todos los años a lo largo de la vida útil de la instalación este coste vaya a ser siempre el mismo ni que vaya a tomar este valor; este es solo un valor aproximado que se va a utilizar para realizar las estimaciones sobre la viabilidad económica.

4.2.4.- Beneficio de la generación

El beneficio de la generación viene dado por la diferencia entre los ingresos por vender la energía generada en el modo de turbinación y los costes de compra durante el modo de bombeo. Los ingresos por venta se han calculado de la misma manera que los costes, se han obtenido los precios horarios de la electricidad en el mercado eléctrico durante 240 días aleatorios de los últimos dos años, y se ha calculado un precio medio mensual con estos valores. De esta manera se intenta eliminar las posibles variabilidades del precio diario de la energía. Como ya se ha mencionado antes, los precios de venta son los siete precios más altos de cada día, y los precios de compra los siete precios más pequeños. En la siguiente tabla se muestran los ingresos medios calculados por cada mes con los datos anteriores:

Mes	Ingresos Venta
Enero	29.342,0 €
Febrero	22.802,0 €
Marzo	28.140,0 €
Abril	21.587,0 €
Mayo	24.468,0 €
Junio	29.788,0 €
Julio	29.147,0 €
Agosto	33.153,0 €
Septiembre	32.741,0 €
Octubre	32.937,0 €
Noviembre	28.795,0 €
Diciembre	30.013,0 €
Total	342.913,0 €

Tabla 13. Ingresos por venta de electricidad

Estudio económico

Los ingresos anuales totales por la venta de energía al sistema ascienden a **trescientos cuarenta y dos mil novecientos trece Euros (342.913,0 €)**.

El beneficio por tanto será la diferencia entre los ingresos por la venta y los costes por la compra de electricidad. En la siguiente tabla se muestran los beneficios mensuales y anuales:

Mes	Benef. Venta
Enero	8.060,0 €
Febrero	9.780,0 €
Marzo	6.996,0 €
Abril	6.531,0 €
Mayo	6.153,0 €
Junio	6.141,0 €
Julio	6.157,0 €
Agosto	6.025,0 €
Septiembre	6.303,0 €
Octubre	7.287,0 €
Noviembre	7.466,0 €
Diciembre	9.666,0 €
Total	86.565,0 €

Tabla 14. Beneficios totales a la generación

Los beneficios anuales de generación ascienden a **ochenta y seis mil quinientos sesenta y cinco Euros (86.565,0 €)**.

4.2.5.- Valor Actual Neto de la instalación

El valor actual neto (VAN) es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Proporciona una medida de la rentabilidad del proyecto analizado en valor absoluto, es decir expresa la diferencia entre el valor actualizado de las unidades monetarias cobradas y pagadas. Se expresa la diferencia entre el desembolso inicial y el valor actualizado, al mismo momento, de los cobros y pagos futuros, a los que se denomina flujos de caja. Siendo j el año corriente y i la tasa de interés, el VAN se calcula con la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1+i)^j} - INV$$

Estudio económico

Por tanto para calcular el VAN se van a tener en cuenta los ingresos por la compra-venta de electricidad así como los gastos anuales, que en este caso se corresponden al mantenimiento y a la depreciación de las máquinas. Al ser los gastos los mismos para todos los años solo vamos a tener dos flujos de caja diferentes, uno para los primeros 20 años en los que se está realizando la depreciación, y otro para los siguientes 30 en los que ya se ha alcanzado el valor nulo de las máquinas (han sido amortizadas). Se calcula el EBIT (Earnings Before Interest and Taxes), y junto al valor de la depreciación y los impuestos se calculan los flujos de caja como:

$$FC = EBIT + Depreciación - Taxes$$

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos:

Year	1-20
Beneficio	86.565,00 €
Mantenimiento	3.670,00 €
Depreciación	73.300,00 €
EBIT	9.595,00 €
Taxes	1.439,25 €
Resultado Neto	8.155,75 €
FC	81.455,75 €

Tabla 15. FC años 1-20

Year	21-50
Beneficio	86.565,00 €
Mantenimiento	3.670,00 €
Depreciación	0
EBIT	82.895,00 €
Taxes	12.434,25 €
Resultado Neto	70.460,75 €
FC	70.460,75 €

Tabla 16. FC años 21-50

Utilizando estos valores de flujo de caja durante los 50 años de vida útil es posible calcular el VAN del proyecto, el cual sale negativo, por lo que el proyecto no va a ser rentable económicamente.

Valor Actual Neto	-860.017,61 €
--------------------------	----------------------

3.2.6.- Análisis de los resultados

Un valor actual neto negativo quiere decir que la puesta en marcha de la instalación no va a ser rentable económicamente. En este caso la no rentabilidad del proyecto es debido a una inversión inicial demasiado elevada en comparación con unos ingresos por compra-venta de energía muy pequeños. El precio horario de la electricidad suele variar entre los 60 € en su

hora pico y los 30 € en su hora valle (valores aproximados), la cual no es una diferencia de precio muy grande y que sumado a que hace falta más energía para trasladar el fluido del nivel inferior al superior que la que se genera al turbinarlo, hace que los beneficios no sean suficientemente grandes. Además se puede considerar que estos beneficios no van a aumentar con el tiempo porque aunque se tuviera en cuenta que en 50 años el precio de la electricidad va a subir debido al incremento del IPC, esto no supondría un cambio en el beneficio ya que aumentarían de la misma manera tanto los ingresos como los costos por generación. Todo esto hace que la instalación, a lo largo de 50 años, no llegue a generar apenas un millón de euros en valor actual.

Por tanto para justificar la puesta en marcha de la central hay que mirar hacia otro lado y no limitarse a la visión puramente económica. Como ya se mencionó al introducir las motivaciones del proyecto, el beneficio económico de una central reversible es que no necesita combustible para funcionar sino que se alimenta de energía barata en periodos de baja carga de la red. El problema es que la red española tal cuál no genera una electricidad suficientemente barata como para que simplemente con las variaciones del precio entre periodos de alta y baja carga se genere suficiente beneficio en la compra-venta. Aún así la necesidad de instalar potencia eléctrica proveniente de fuentes renovables que fija el Plan de Energías Renovables 2011-2020 hace que una central hidroeléctrica reversible sea importante por el factor de que sirve como método de almacenamiento energético. En la isla de la Gomera no hay apenas potencia renovable instalada y la central reversible puede favorecer a que esto cambie, ya que da la posibilidad de almacenar la energía que otras centrales fotovoltaicas o eólicas generen pero que no sea posible consumirla en ese mismo momento. Es decir, una central hidroeléctrica reversible combinada con otros tipos de centrales de energía renovable permite rentabilizar al máximo el uso de energías renovables y limpias ya que ayuda a que no se pierda nada de la energía que se produce. Además, como en la Gomera ya hay previsto instalar centrales eólicas y fotovoltaicas, cuando éstas estén en funcionamiento, la energía que se usará para bombear el agua al nivel superior será energía aún más barata que la que está prevista usar ahora mismo, por lo que el valor y la rentabilidad de la central a largo plazo cambiará. A parte de todo esto, existe para las instalaciones renovables un régimen especial que sirve como incentivo para que las empresas inviertan en este tipo de energía, ya que en el mercado libre de la energía quedaría prácticamente excluidas debido a su bajar rentabilidad económica.

3.2.6.1-Régimen retributivo específico

El régimen especial y el régimen retributivo específico es un sistema mediante el cual las instalaciones de generación renovables reciben una retribución específica compuesta por lo siguientes términos:

Estudio económico

- Un término por unidad de potencia instalada que cubra, cuando proceda, los costes de inversión para cada instalación tipo que no puedan ser repercutidos por la venta de energía en el mercado, al que se denomina retribución a la inversión.
- Un término a la operación que cubra, en su caso, la diferencia entre los costes de explotación y los ingresos de explotación de la instalación tipo que corresponda, al que se denomina retribución a la instalación.

Por tanto para conseguir una rentabilidad por la instalación y puesta en marcha de la central va a ser necesario acogerse a este régimen especial de retribución. El término por unidad de potencia es el que se ajusta a las características y las necesidades de esta central reversible, y según lo publicado en el BOE adjudica una retribución en función por unidad de potencia que le corresponde a la instalación tipo con autorización de explotación definitiva en el año «a», cada año del semiperiodo regulatorio «j», expresada en €/MW. La cantidad otorgada depende del VNA y de otros parámetros financieros que variarán a lo largo de la vida útil de la central, como las obligaciones del gobierno a 10 años.

Anexos Económicos

Tabla de Contenido

1.- Anexo Código de MATLAB.....	162
2.- Anexo Tablas de precios horarios diarios de energía.....	164

1.- Código de Matlab

El siguiente código que se va a presentar ha sido utilizado para calcular el beneficio medio diario, beneficio medio mensual, así como los diferentes costes e ingresos debidos a la explotación de la central. Como se explica en el apartado 3 del estudio económico, el código selecciona las horas del día con mayor y menos precio horario por Megavatio y las asigna como horas de turbinación y de bombeo, respectivamente. Posteriormente según la potencia neta de la instalación, computa los costes por bombeo en concepto de compra de electricidad, los ingresos por turbinación y el beneficio neto final.

El código para MATLAB es el siguiente:

```
clear clc

%Definición de variables
precio=zeros(20,24);
precio2=zeros(20,24);
bomb=zeros(20,7);
turbin=zeros(20,7);
ingre_horar=zeros(20,7);
coste_horar=zeros(20,7);
ingre_total=zeros(20,1);
coste_total=zeros(20,1);
beneficio=zeros(20,1);

%Lectura de los datos recolectados del OMIE
for i=2:21
    for j=1:24
        precio(i-1,j)=data(i,j)
    end
end

%Ordenación de las horas en función del precio
for i=1:20
    for j=1:24
        precio2(i,j)=precio(i,j)
    end
end

    for i=1:19
        for j=1:23
            for k=1:23
                if(precio2(i,k)>precio2(i,k+1))
                    aux=precio2(i,k)
                    precio2(i,k)=precio2(i,k+1)
                    precio2(i,k+1)=aux
                end
            end
        end
    end

%Asignación de bombeo a las horas más baratas
for i=1:20
```

```
        for j=1:7
            bomb(i,j)=precio2(i,j)
        end
    end
    %Asignación de turbinación a las horas más caras
    for i=1:20
        for j=18:24
            turbin(i,j-17)=precio2(i,j)
        end
    end

    %Cálculo de los ingresos y los costes por operación
    for i=1:20
        for j=1:7
            ingre_horar(i,j)=2.82*turbin(i,j)
            coste_horar(i,j)=4.13*bomb(i,j)
        end
    end
    for i=1:20
        for j=1:6
            ingre_total(i)=ingre_total(i)+ingre_horar(i,j)
            coste_total(i)=coste_total(i)+coste_horar(i,j)
        end
    end

    %Cálculo de los beneficios netos
    for i=1:20
        beneficio(i)=ingre_total(i)-coste_total(i)
    end
end
```

2.- Tablas de precios horarios

En las siguientes tablas se muestran los valores horarios del precio utilizados por el código anterior de MATLAB para calcular los ingresos, costes y beneficios de la central.

Anexos económicos

Mes de Enero:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/01/2015	50,1	48,1	47,33	42,27	38,41	35,72	35,13	36,22	32,4	33,6	36,1	45,14	45,14	47,35	47,35	43,61	44,91	48,1	58,02	61,01	62,69	60,41	58,15	53,6
04/01/2015	39,82	34,82	34,0	36,0	35,0	35,5	36,0	36,49	38,5	41,86	48,51	48,51	45,5	47,71	46,48	39,82	39,6	47,69	59,11	61,26	62,31	62,69	61,19	59,8
06/01/2015	57,98	40,45	36,0	33,84	30,13	30,0	33,32	50,0	49,53	54,0	59,28	59,69	56,86	54,2	51,0	58,51	58,31	57,0	60,69	62,99	63,7	62,69	60,1	59,86
11/01/2015	44,39	39,88	39,41	39,41	38,4	37,0	37,0	37,59	38,5	35,5	30,0	39,5	40,8	42,88	42,0	39,2	39,54	43,39	62,32	66,2	68,03	67,92	64,82	59,82
12/01/2015	48,96	45,34	41,3	41,0	41,01	35,05	40,21	62,01	63,89	70,0	70,69	70,52	67,11	64,3	62,01	60,76	62,01	63,5	66,2	69,7	67,69	62,99	54,56	48,96
15/01/2015	39,0	35,0	34,73	33,04	32,25	33,0	38,0	48,62	57,59	63,01	64,0	62,01	54,87	45,3	41,35	40,8	45,03	52,47	61,69	63,43	62,01	54,12	42,35	40,13
19/01/2015	38,24	34,9	33,04	29,53	28,07	31,17	39,2	52,07	56,49	64,88	65,02	64,88	59,07	55,69	47,72	47,43	54,56	60,69	67,25	70,01	69,0	65,69	60,76	56,69
22/01/2015	39,96	38,4	36,98	33,33	33,04	33,33	39,2	45,03	57,2	61,57	63,27	61,45	55,35	54,01	47,43	47,37	51,99	59,2	64,56	65,0	63,91	60,76	55,1	48,0
26/01/2015	40,84	38,0	35,09	35,0	35,63	36,99	45,1	60,76	65,01	68,85	69,7	69,49	67,48	65,78	61,64	60,76	62,75	65,78	69,0	71,15	69,7	67,01	63,0	57,59
30/01/2015	20,0	7,88	7,04	7,04	5,0	7,04	25,0	34,31	42,59	49,02	52,01	50,01	47,45	42,59	34,48	33,8	36,0	42,0	50,0	52,01	49,0	42,94	38,4	29,93
01/01/2014	35,44	25,0	12,45	15,0	9,65	18,0	20,0	35,0	45,4	50,0	50,0	48,7	49,77	47,77	45,5	42,4	44,41	49,77	55,77	60,01	64,93	69,24	55,03	20,0
05/01/2014	37,5	30,69	23,2	25,63	25,66	29,1	38,0	50,21	55,96	56,27	51,29	48,02	48,02	46,9	41,29	35,5	30,0	38,5	41,26	44,0	41,27	41,26	32,19	36,21
10/01/2014	44,86	35,52	29,12	27,67	29,12	33,65	38,5	55,19	56,69	65,13	65,53	60,02	60,02	56,31	55,28	54,23	54,0	56,68	65,0	57,73	56,31	55,28	48,5	47,0
17/01/2014	27,93	17,78	6,0	6,0	6,0	9,99	17,75	47,0	47,0	50,0	47,0	46,86	47,0	47,0	46,57	44,93	47,0	54,1	60,0	84,6	59,41	57,12	52,93	32,32
19/01/2014	44,0	42,1	33,65	30,32	27,69	26,68	27,0	32,5	28,0	35,0	52,0	50,01	41,5	33,65	27,13	29,8	27,53	27,1	34,5	33,65	35,5	45,77	45,5	48,19
21/01/2014	47,5	42,98	35,0	30,78	30,0	35,5	34,04	53,69	58,03	62,1	57,13	55,03	67,13	65,0	53,69	51,0	50,69	53,41	57,13	61,32	59,79	61,56	56,31	45,0
23/01/2014	45,69	38,0	27,94	26,07	25,99	27,52	30,0	47,0	45,79	50,0	48,71	48,4	50,31	48,79	50,31	48,19	48,1	50,21	52,69	58,45	53,19	52,12	48,68	20,0
26/01/2014	36,69	33,1	26,0	19,0	20,0	20,2	21,86	28,0	20,0	26,88	35,71	36,2	40,0	35,26	33,2	17,0	8,01	8,5	18,5	26,89	30,86	32,89	28,94	30,0
30/01/2014	29,69	20,0	12,5	12,5	10,0	14,5	19,69	36,89	38,5	38,5	33,0	29,69	28,91	26,29	24,53	20,0	22,5	28,61	30,69	41,73	45,83	45,83	35,0	38,0
31/01/2014	30,0	20,0	14,5	18,19	19,5	22,3	28,69	46,0	47,51	53,1	50,0	49,0	47,51	46,8	46,0	42,1	40,0	43,0	46,0	54,3	50,0	47,51	46,0	38,0

Beneficio Medio Diario: 259,98 €

Beneficio Media Mensual: 8059,45 €

Beneficio por m³: 0,01439 €/m³

Anexos económicos

Mes de Febrero:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
02/02/2015	42,47	36,67	35,0	31,04	29,87	30,5	39,2	57,26	57,59	61,33	63,89	62,61	58,34	54,1	43,89	42,59	43,89	49,64	52,5	64,89	61,99	54,1	46,45	38,4
04/02/2015	32,4	27,71	25,0	23,98	22,0	24,6	30,0	45,01	51,69	57,25	58,31	54,1	51,14	42,59	30,62	29,5	31,5	35,15	42,59	54,1	56,07	50,83	40,82	31,5
06/02/2015	41,27	33,73	30,15	28,0	28,0	30,15	37,03	52,69	53,89	58,7	59,99	55,1	53,35	49,64	40,75	40,4	42,19	48,6	52,6	57,99	56,1	54,49	52,03	50,01
07/02/2015	33,68	31,49	37,44	33,94	42,45	43,94	45,21	49,11	49,97	53,81	66,62	65,19	54,24	55,74	53,24	51,37	50,51	51,69	61,25	70,03	64,89	60,0	55,19	53,24
13/02/2015	39,0	39,07	35,3	32,43	41,62	41,71	45,42	58,25	57,84	60,1	60,1	58,03	54,35	49,89	47,54	44,19	33,2	35,75	51,49	59,99	61,1	60,0	52,6	46,3
16/02/2015	43,2	37,2	35,01	34,5	34,34	34,7	39,33	53,42	57,36	65,1	66,73	68,03	63,3	59,5	54,01	49,87	52,46	54,76	55,21	67,7	61,49	53,01	39,99	39,36
20/02/2015	38,15	37,02	34,16	31,11	40,52	42,63	49,29	57,2	57,18	59,2	68,92	68,09	57,0	53,03	51,9	49,81	49,4	50,39	53,0	58,1	59,99	58,09	53,1	50,93
23/02/2015	24,99	10,0	5,0	5,0	5,0	7,5	24,6	35,6	36,6	46,63	49,62	45,41	45,04	42,1	28,51	27,52	28,4	30,0	33,83	44,0	45,04	38,4	27,91	25,0
27/02/2015	30,01	25,05	20,43	13,0	12,4	16,5	26,11	43,0	40,0	48,0	44,0	39,6	38,4	34,51	28,63	28,6	34,2	37,08	37,59	48,8	51,48	43,1	38,55	37,33
28/02/2015	35,1	27,28	24,1	22,1	22,1	23,13	32,02	42,0	46,1	50,1	51,48	47,05	46,03	44,92	41,1	40,0	42,9	43,4	43,82	56,0	53,15	48,82	46,38	42,9
02/02/2014	24,69	14,0	9,69	8,19	7,5	9,69	9,69	12,69	12,69	17,5	26,03	28,71	32,52	30,2	30,0	28,67	28,66	31,42	38,5	44,2	54,0	54,0	42,4	34,84
04/02/2014	15,98	8,0	4,84	10,0	10,0	14,98	16,98	32,1	38,5	44,27	41,0	32,82	32,82	30,0	26,05	22,88	19,98	26,03	34,9	38,0	35,2	29,4	19,5	7,0
08/02/2014	15,98	8,0	4,84	10,0	10,0	14,98	16,98	32,1	38,5	44,27	41,0	32,82	32,82	30,0	26,05	22,88	19,98	26,03	34,9	38,0	35,2	29,4	19,5	7,0
16/02/2014	40,1	25,0	12,0	5,0	3,0	3,0	3,0	5,0	3,0	9,0	16,0	19,5	26,01	20,76	18,0	13,0	12,5	14,0	19,5	42,0	60,0	73,13	67,84	42,0
18/02/2014	46,0	36,4	20,79	20,75	17,3	20,9	38,78	55,0	73,5	89,99	79,07	67,5	70,03	49,25	47,0	36,91	31,57	34,47	45,1	49,25	49,0	42,79	38,4	29,1
20/02/2014	7,0	5,0	1,0	0,2	0,1	0,2	2,0	7,0	16,0	27,0	20,0	16,0	13,43	7,0	5,0	4,0	3,1	5,0	7,01	24,01	30,94	30,0	12,0	4,0
23/02/2014	13,1	10,8	0,5	0,6	1,0	7,0	18,06	36,32	48,0	73,1	48,0	40,59	45,01	38,0	35,01	31,0	30,0	31,84	41,1	89,1	90,0	49,0	35,1	20,0
25/02/2014	16,3	5,0	3,3	3,0	2,01	3,0	6,0	21,2	22,3	25,13	24,0	22,3	22,5	21,3	21,2	19,6	18,79	21,3	22,5	28,8	30,0	30,0	21,41	18,79
26/02/2014	10,0	5,0	3,0	2,5	3,0	4,5	11,0	26,47	28,01	30,8	30,8	28,91	30,0	28,94	26,0	22,4	23,0	26,96	30,0	38,0	49,0	48,0	37,3	27,03
27/02/2014	26,0	17,2	13,5	12,1	11,0	13,69	15,2	27,0	28,01	33,33	31,5	31,0	38,0	41,0	38,0	30,8	30,0	33,44	40,1	48,0	41,3	36,81	30,0	22,4

Beneficio Medio Diario: 348,31 €

Beneficio Media Mensual: 9780,81 €

Beneficio por m³: 0,01747 €/m³

Anexos económicos

Mes de Marzo:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/03/2015	35,62	27,1	25,0	20,01	17,1	17,22	20,14	19,87	20,22	25,22	25,13	27,1	28,71	25,0	23,68	14,87	11,7	19,52	25,13	39,71	54,0	61,21	35,69	30,23
04/03/2015	33,99	31,0	28,15	21,95	25,0	22,12	28,83	32,95	41,0	42,1	42,0	40,0	35,5	38,4	31,45	28,48	28,41	30,0	32,45	41,6	54,69	61,52	34,67	27,55
06/03/2015	39,0	35,03	30,0	28,25	28,24	34,75	43,4	50,48	52,95	59,01	57,0	52,97	50,48	50,48	49,33	45,4	45,1	47,01	52,69	62,0	71,0	62,0	52,69	50,48
08/03/2015	39,29	34,96	30,16	35,84	33,35	33,32	33,6	32,81	33,43	33,88	38,17	40,0	39,0	38,17	33,6	28,16	25,02	25,13	36,13	44,17	59,29	68,0	54,96	42,01
09/03/2015	37,5	35,0	32,15	28,53	27,83	32,0	43,87	50,32	56,65	55,3	52,3	51,16	51,03	50,8	47,1	45,59	44,96	45,36	50,25	58,99	69,52	67,8	51,03	45,59
12/03/2015	37,96	22,21	20,69	25,69	40,69	42,21	47,86	55,39	58,13	55,16	51,4	48,35	48,02	47,96	43,1	39,3	38,17	42,01	47,96	52,5	69,98	68,18	55,0	42,39
15/03/2015	30,1	20,87	27,75	23,0	31,92	31,4	32,0	32,0	34,06	40,07	41,5	43,1	44,2	44,32	43,1	39,07	36,14	36,93	42,01	51,69	66,95	64,32	52,0	49,8
23/03/2015	34,66	20,29	28,4	37,02	36,6	39,02	45,1	49,13	52,69	54,66	52,61	52,0	51,1	50,0	48,43	46,02	45,1	45,44	47,04	51,69	61,69	69,1	57,89	45,0
25/03/2015	39,5	25,2	22,0	21,4	30,0	30,71	39,5	45,35	48,6	48,11	48,07	44,65	42,69	40,85	38,4	34,8	35,2	41,26	46,69	50,61	58,11	56,56	62,41	50,48
28/03/2015	39,59	33,41	39,5	36,44	35,0	35,0	35,5	37,69	47,35	51,18	51,69	50,48	49,78	49,0	46,67	37,69	35,5	37,3	40,0	50,14	53,0	62,02	58,28	45,35
06/03/2014	35,1	33,0	23,32	24,1	22,45	24,1	31,0	48,3	50,1	50,1	47,0	46,4	47,0	46,75	42,33	39,12	39,12	43,71	55,0	79,99	90,0	83,7	48,3	46,31
07/03/2014	36,4	30,92	27,68	26,3	26,0	29,1	31,73	50,51	50,1	51,62	47,01	44,23	45,69	43,0	40,1	36,4	35,13	42,0	49,0	60,13	60,8	68,48	57,0	40,26
12/03/2014	29,7	29,55	29,4	29,54	29,51	31,9	35,69	40,0	42,0	41,69	39,6	37,1	37,4	35,69	36,0	35,0	35,69	38,85	43,0	60,0	53,13	69,0	53,86	49,5
13/03/2014	37,0	34,6	29,57	29,55	29,52	33,69	37,9	45,54	46,19	45,8	42,02	40,0	40,51	40,0	39,3	37,69	37,69	39,6	46,0	60,13	60,0	65,02	56,0	49,9
17/03/2014	35,01	34,5	26,7	30,04	31,04	35,0	38,4	45,02	47,69	47,19	45,0	44,69	45,02	45,0	44,17	43,0	43,0	44,0	46,59	62,8	90,0	75,69	61,69	43,5
20/03/2014	32,3	20,6	30,01	35,4	33,4	34,2	40,0	43,02	45,69	45,78	43,34	43,0	44,03	43,56	42,1	40,7	40,44	41,5	42,69	45,01	56,0	76,0	61,26	44,2
24/03/2014	36,0	29,5	22,3	22,1	20,8	23,4	29,11	34,02	37,5	37,03	36,1	36,0	35,34	31,0	39,6	37,0	32,02	33,4	39,0	40,0	53,01	50,4	49,16	17,01
27/03/2014	38,0	37,4	36,1	36,1	36,98	39,5	42,5	48,34	54,8	56,1	52,61	51,79	52,1	49,39	47,46	45,0	45,13	48,93	55,13	113,9	95,0	70,0	46,02	38,69
29/03/2014	10,4	16,21	10,9	15,0	12,3	12,9	24,01	24,9	25,0	28,33	28,41	25,23	24,01	23,03	25,11	22,66	22,13	25,11	32,4	35,02	48,29	50,0	46,98	34,88
31/03/2014	28,64	28,48	20,8	21,92	21,92	25,0	35,1	40,01	42,0	42,02	42,0	41,26	40,2	40,1	37,47	35,4	34,1	35,4	35,4	41,26	41,52	59,5	56,69	29,07

Beneficio Medio Diario: 225,62 €

Beneficio Media Mensual: 6994,10 €

Beneficio por m³: 0,01249 €/m³

Anexos económicos

Mes de Abril:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/04/2015	24,65	20,2	19,16	21,9	14,9	24,65	28,01	27,51	33,96	38,0	37,17	35,01	38,0	38,12	30,4	27,58	27,56	27,5	26,53	30,0	39,7	40,48	37,97	28,0
04/04/2015	39,69	31,91	22,71	21,51	20,0	19,69	20,53	20,53	25,96	35,05	35,93	35,0	28,0	31,34	28,0	21,51	19,64	19,48	14,59	14,59	25,92	33,21	26,92	17,11
05/04/2015	30,0	19,51	14,35	15,11	14,35	14,35	14,35	12,2	14,35	20,71	26,0	28,0	27,64	24,01	16,5	12,0	12,2	18,45	26,22	30,57	39,0	50,02	45,0	42,0
07/04/2015	41,1	28,4	24,97	28,01	29,28	36,42	42,69	45,69	50,48	56,19	57,69	55,69	51,15	49,95	45,1	42,95	40,75	42,69	42,95	43,1	50,48	56,69	45,69	40,12
08/04/2015	41,55	29,15	27,53	27,45	26,76	27,22	29,65	37,05	41,88	44,12	45,1	45,0	45,6	45,1	43,19	43,01	42,95	42,94	44,65	48,0	52,69	58,99	55,11	50,5
12/04/2015	50,74	40,54	36,7	36,7	32,01	31,1	31,9	30,0	29,81	32,01	36,7	31,9	28,16	26,88	25,99	19,79	12,4	15,13	25,2	30,0	40,54	55,1	51,48	47,38
14/04/2015	40,1	33,83	31,84	27,58	27,08	29,99	36,0	48,07	50,48	52,6	52,99	51,49	46,84	45,0	44,01	39,67	39,75	41,7	43,0	47,5	50,48	55,69	50,94	45,7
18/04/2015	56,26	52,1	49,0	50,1	52,02	50,1	51,72	50,1	53,6	56,77	57,01	54,64	49,9	46,89	39,75	34,11	32,0	31,99	34,11	39,24	50,0	57,58	55,76	50,04
22/04/2015	41,7	36,59	32,25	32,01	33,01	36,49	44,28	52,49	57,01	58,27	58,64	58,02	57,56	56,51	50,59	46,98	44,69	49,08	50,48	51,0	57,56	64,6	59,85	58,0
26/04/2015	37,52	26,86	21,59	25,0	21,59	21,49	25,0	21,69	25,0	28,56	37,52	37,52	40,95	46,0	37,52	26,03	19,95	21,57	23,35	27,84	35,1	56,6	54,1	40,0
01/04/2014	28,0	20,8	12,7	10,13	10,0	10,0	17,4	20,9	28,0	31,0	33,2	30,0	25,0	27,0	21,92	20,13	15,0	17,4	14,0	20,0	25,0	26,03	23,03	23,4
05/04/2014	17,9	18,35	15,2	11,0	11,0	11,0	12,2	15,9	13,0	19,69	23,69	22,84	22,84	23,69	17,9	15,1	11,0	11,0	15,0	24,15	34,1	39,01	37,3	34,1
09/04/2014	28,0	17,9	15,9	16,2	14,99	15,0	25,69	34,1	36,31	38,26	38,25	37,5	38,2	39,4	38,1	37,8	37,12	37,5	37,5	37,5	41,26	41,49	40,69	37,12
12/04/2014	50,74	40,54	36,7	36,7	32,01	31,1	31,9	30,0	29,81	32,01	36,7	31,9	28,16	26,88	25,99	19,79	12,4	15,13	25,2	30,0	40,54	55,1	51,48	47,38
17/04/2014	41,69	26,54	26,0	26,08	25,0	26,05	29,0	28,01	29,6	30,0	30,0	28,01	26,3	26,3	23,1	21,8	15,13	13,4	16,12	30,09	45,03	40,0	28,96	22,0
19/04/2014	23,56	23,04	20,0	18,0	17,6	16,44	18,7	18,0	18,0	22,0	28,3	28,69	29,6	30,69	30,69	27,02	23,56	21,35	21,0	19,68	32,0	39,81	39,56	25,1
20/04/2014	15,72	11,9	9,94	10,19	8,8	8,8	10,56	8,8	8,8	11,9	15,02	17,0	15,0	15,69	14,01	12,0	11,5	12,0	16,03	19,0	28,1	37,34	39,2	35,1
24/04/2014	41,5	39,9	38,68	39,5	36,15	35,3	39,5	41,5	44,56	46,56	44,0	41,26	38,4	33,1	24,16	22,5	17,0	15,0	15,0	20,0	27,11	30,16	25,69	18,0
27/04/2014	16,69	11,0	8,3	8,3	8,4	11,0	12,0	12,0	11,33	14,77	21,1	20,69	20,69	21,1	16,43	12,5	7,04	6,0	6,0	8,3	22,01	29,5	30,0	29,0
29/04/2014	27,5	25,0	20,0	28,7	26,6	28,0	35,26	41,26	41,5	42,01	41,68	41,5	51,5	45,0	37,5	35,0	30,4	30,01	30,0	40,66	46,0	51,26	49,5	37,5

Beneficio Medio Diario: 217,71 €

Beneficio Media Mensual: 6531,39 €

Beneficio por m³: 0,01166 €/m³

Anexos económicos

Mes de Mayo:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/05/2015	43,49	35,5	35,2	35,2	30,6	30,6	30,6	30,0	30,6	35,3	35,2	35,4	35,5	36,8	32,5	30,0	30,0	30,6	42,01	51,4	55,35	62,0	60,01	57,6
02/05/2015	20,17	15,1	13,55	13,0	12,0	18,1	30,23	43,52	47,05	50,0	50,48	49,38	49,12	49,05	47,47	45,94	45,94	46,26	50,48	70,16	77,15	75,6	54,92	50,94
05/05/2015	24,0	21,22	17,08	14,95	21,0	27,13	37,7	47,02	54,6	54,74	55,08	54,74	54,6	54,23	50,67	46,89	45,25	50,5	50,5	50,5	54,74	62,0	60,01	54,74
09/05/2015	37,5	35,0	32,15	28,53	27,83	32,0	43,87	50,32	56,65	55,3	52,3	51,16	51,03	50,8	47,1	45,59	44,96	45,36	50,25	58,99	59,52	57,8	51,03	45,59
12/05/2015	47,96	32,21	25,69	25,69	30,69	42,21	47,86	55,39	58,13	55,16	51,4	48,35	48,02	47,96	43,1	39,3	38,17	42,01	47,96	52,5	52,98	58,18	55,0	40,39
15/05/2015	31,4	30,0	29,3	29,4	29,4	31,0	33,74	39,5	49,1	50,1	50,0	50,6	52,0	50,1	48,27	45,13	45,1	45,13	42,81	46,0	48,96	56,77	56,02	48,96
20/05/2015	35,35	28,5	26,51	25,13	25,0	26,0	30,0	41,19	43,6	45,73	45,6	41,5	41,1	41,5	41,5	41,1	41,1	41,5	43,02	46,0	49,84	56,0	55,5	46,29
25/05/2015	39,5	35,2	32,0	31,4	30,0	30,71	39,5	45,35	48,6	48,11	48,07	44,65	42,69	40,85	38,4	34,8	35,2	41,26	46,69	50,61	58,11	56,56	52,41	50,48
29/05/2015	34,5	32,68	28,75	29,48	28,75	30,45	29,48	28,5	34,0	34,5	33,1	32,25	28,11	26,0	15,0	10,55	12,4	25,0	32,25	46,71	51,0	58,27	40,53	51,0
30/05/2015	31,1	27,95	25,0	25,0	24,23	25,35	30,51	48,88	50,48	51,33	51,08	49,65	49,69	49,26	46,5	39,94	36,07	34,46	42,32	50,48	57,27	55,69	50,69	48,0
01/05/2015	36,75	33,4	21,0	22,0	30,87	30,7	30,0	28,7	27,0	28,6	30,0	30,0	30,0	30,0	27,97	26,45	21,0	18,0	19,0	24,81	30,0	53,4	53,4	40,0
03/05/2014	31,0	30,0	25,2	21,65	18,68	20,03	23,7	24,0	21,65	23,75	25,01	25,2	26,3	30,0	30,0	28,69	26,3	26,3	26,69	30,01	35,7	41,5	39,8	37,7
08/05/2014	45,4	33,73	28,9	28,9	28,89	30,0	35,72	52,01	53,48	55,01	54,01	53,01	54,87	53,4	50,69	49,41	47,72	47,5	47,5	47,45	50,0	55,01	50,69	45,4
11/05/2014	45,4	33,6	31,26	21,26	20,55	39,9	38,1	37,1	36,2	38,1	41,4	41,26	41,26	31,26	39,9	37,0	35,13	34,69	37,0	39,04	44,69	54,02	55,5	46,2
14/05/2014	30,4	26,74	23,17	20,51	21,97	25,49	33,71	44,27	46,0	45,0	45,9	46,13	48,5	48,35	47,02	47,83	47,0	47,0	47,0	47,01	50,11	54,25	48,5	44,27
16/05/2014	32,5	26,41	25,55	24,02	25,53	26,81	33,0	42,78	44,96	43,99	44,0	43,53	43,99	43,47	41,26	40,0	40,0	40,7	40,7	41,26	43,53	44,27	42,0	33,69
22/05/2014	28,25	24,0	20,41	15,13	15,74	20,03	29,25	34,62	39,66	38,58	40,5	41,26	41,26	41,26	40,25	40,0	38,73	41,26	43,93	44,7	45,03	50,31	51,2	47,01
28/05/2014	28,92	26,03	22,79	15,16	20,24	22,16	22,56	24,0	25,57	25,95	25,39	27,55	35,45	43,2	21,87	20,8	19,72	17,86	17,87	18,1	42,24	46,06	39,4	25,18
29/05/2014	17,69	12,4	11,19	9,84	7,63	6,16	6,33	6,66	6,24	7,21	11,19	13,19	13,05	12,0	12,4	8,0	5,48	7,07	9,05	12,94	17,45	26,0	35,81	29,4
30/05/2014	54,7	49,09	36,58	35,4	34,25	44,25	45,4	49,6	55,0	55,96	54,74	54,74	35,96	36,13	32,69	31,04	39,53	37,93	46,58	47,11	49,09	50,93	50,3	47,5

Beneficio Medio Diario: 198,51 €

Beneficio Media Mensual: 6153,89 €

Beneficio por m³: 0,01099 €/m³

Anexos económicos

Mes de Junio:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/06/2015	43,01	35,65	34,04	33,58	33,98	44,91	51,0	55,76	59,95	60,5	61,29	61,69	61,95	61,29	60,09	60,5	60,69	60,69	58,9	57,0	57,0	69,88	59,6	55,76
05/06/2015	44,07	37,5	35,0	34,89	34,99	45,11	51,6	57,5	60,22	61,0	61,22	61,51	61,59	61,49	60,1	59,14	59,09	59,4	58,48	57,5	58,48	68,48	57,07	53,0
07/06/2015	38,53	33,0	31,0	30,5	30,5	30,5	39,67	39,0	40,0	40,5	42,93	47,0	51,64	55,53	55,07	44,35	43,99	43,98	44,97	46,97	44,97	56,07	61,1	56,07
10/06/2015	34,58	36,1	35,13	34,97	34,82	45,52	49,05	56,07	62,06	62,48	62,48	62,59	63,1	62,69	62,06	60,19	60,1	61,29	61,29	60,3	60,69	62,59	62,48	60,0
12/06/2015	32,69	30,49	37,2	43,75	40,0	49,41	54,58	59,75	62,07	62,5	62,6	62,5	62,5	62,07	58,21	54,58	53,75	54,59	54,58	54,69	58,95	62,03	62,19	61,41
15/06/2015	34,49	37,5	34,35	33,44	32,87	33,44	48,0	53,75	59,75	62,48	62,95	62,69	63,95	62,95	62,19	60,1	60,0	60,1	59,75	57,0	58,1	58,95	57,69	52,78
20/06/2015	36,03	31,0	37,0	35,4	33,52	33,52	33,52	36,6	42,5	48,15	53,05	53,95	54,1	54,55	53,1	49,77	45,14	43,88	45,93	48,15	62,9	55,3	56,13	53,81
23/06/2015	32,21	39,13	33,75	33,0	43,0	53,48	59,13	61,45	64,19	64,69	65,0	65,02	65,0	62,99	57,1	53,22	53,0	53,75	53,6	53,75	68,67	62,21	62,5	55,0
27/06/2015	42,65	36,03	35,69	35,99	36,02	36,03	46,71	48,14	59,61	64,19	64,23	65,0	65,0	65,0	62,69	59,61	58,67	58,6	59,0	56,03	57,8	59,13	60,5	52,65
29/06/2015	38,79	36,02	36,25	36,37	36,71	48,9	59,13	62,0	64,13	64,19	66,0	66,5	67,08	65,57	61,87	61,0	60,94	62,5	62,21	62,0	61,87	63,01	62,7	59,75
01/06/2014	36,5	32,0	29,8	30,0	30,0	30,4	30,13	27,5	32,0	33,9	38,5	44,2	54,21	44,24	44,21	40,0	35,34	35,0	35,0	43,0	44,25	64,74	56,86	53,0
05/06/2014	34,7	33,3	40,01	39,48	48,6	48,6	53,49	53,1	55,5	55,5	55,96	67,0	57,0	55,3	50,6	46,58	47,48	50,0	55,48	51,02	58,3	65,5	55,96	52,0
08/06/2014	39,48	36,58	30,24	36,58	36,58	46,58	45,86	44,21	44,21	44,21	44,25	45,86	44,42	44,21	43,25	35,0	34,0	34,3	35,0	54,0	56,58	66,0	60,9	56,08
11/06/2014	40,06	36,58	29,38	30,1	39,38	41,53	51,2	54,87	58,06	60,12	62,69	62,69	62,92	62,87	58,7	58,7	58,7	58,9	59,9	60,0	60,13	62,69	59,9	55,69
15/06/2014	30,54	18,12	14,91	13,03	12,39	10,95	7,0	7,88	12,04	13,08	13,48	14,28	17,1	26,1	25,9	13,18	11,9	12,18	17,38	25,22	41,81	41,47	54,17	39,0
17/06/2014	39,5	38,4	35,0	35,1	34,2	35,1	40,0	45,4	54,7	58,6	60,12	60,03	61,13	61,13	59,53	59,1	59,2	59,45	56,07	54,87	55,96	58,25	55,96	49,03
21/06/2014	31,9	30,53	32,1	34,13	40,0	39,03	46,58	46,58	52,46	56,66	60,53	59,71	59,6	59,6	52,1	48,6	46,58	46,58	49,0	56,3	62,1	64,99	66,5	63,94
25/06/2014	38,13	35,0	32,5	32,0	30,0	35,5	44,95	46,11	59,36	62,15	62,69	62,69	63,6	63,6	61,8	60,53	61,8	62,47	60,94	62,15	64,34	66,5	65,94	62,0
28/06/2014	31,0	39,3	45,17	42,27	46,87	45,4	44,95	44,0	44,95	44,95	45,4	45,0	44,69	44,13	37,0	30,76	28,42	29,28	33,89	36,09	62,02	66,87	63,71	46,36
30/06/2014	40,22	34,95	33,5	33,2	35,5	34,95	40,0	48,4	50,2	53,45	64,54	64,5	64,0	63,2	57,8	54,87	46,94	47,11	46,58	48,61	64,87	68,0	67,8	46,58

Beneficio Medio Diario: 191,12 €

Beneficio Media Mensual: 6141,81 €

Beneficio por m³: 0,01096 €/m³

Anexos económicos

Mes de Julio:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/07/2014	35,4	22,44	28,0	26,68	26,0	40,0	45,4	47,93	54,87	56,5	59,97	59,64	58,61	56,2	54,1	47,0	47,0	48,61	50,33	49,22	54,1	55,69	57,8	55,69
03/07/2014	35,4	31,1	35,5	35,88	25,0	36,0	41,79	45,4	51,29	54,87	57,24	58,1	59,13	59,13	56,0	56,1	58,05	59,13	60,2	60,2	60,2	60,86	60,86	59,13
07/06/2014	32,22	26,5	33,4	32,4	32,1	34,4	41,4	44,95	49,91	54,87	55,96	55,8	55,96	55,0	52,1	46,58	45,4	45,4	45,4	45,05	46,7	52,19	54,76	46,52
08/06/2014	30,4	31,9	35,43	35,8	35,05	43,68	46,9	50,87	54,87	58,1	60,69	60,69	60,69	59,0	54,87	52,19	50,08	50,03	48,0	45,4	45,4	46,52	45,48	37,93
12/06/2014	20,2	27,62	25,06	25,49	23,58	25,43	29,0	32,93	41,26	44,17	44,95	44,17	44,95	45,4	44,17	44,17	44,17	44,6	44,17	44,17	44,17	46,58	47,19	44,17
17/06/2014	24,0	25,4	22,55	32,65	35,77	42,15	44,58	45,4	50,59	52,46	54,87	54,51	51,0	47,03	44,57	41,72	42,12	44,58	46,02	48,0	54,87	59,69	60,43	55,96
23/06/2014	36,0	36,54	33,22	33,22	38,17	42,93	46,84	54,89	49,41	62,01	63,18	63,3	64,02	63,6	63,1	61,39	61,19	61,6	60,89	60,41	59,6	60,57	60,0	57,91
25/06/2014	25,4	20,0	38,0	38,4	37,13	38,5	42,47	45,63	42,09	54,0	54,92	55,02	56,18	55,96	54,87	52,45	53,69	53,28	52,2	51,5	51,5	53,55	52,47	48,66
27/06/2014	31,47	29,6	28,7	28,8	35,7	39,6	43,22	48,02	56,0	56,5	58,1	57,34	58,1	58,0	50,5	45,91	45,0	44,58	41,8	39,6	41,9	43,81	42,96	38,7
29/06/2014	25,5	36,0	34,32	35,35	33,2	35,5	37,26	38,7	39,02	41,8	42,69	44,0	45,51	55,03	50,0	47,6	47,88	54,58	54,22	53,11	54,43	57,93	57,0	46,6
01/06/2013	25,4	22,44	28,0	26,68	36,0	40,0	45,4	47,93	54,87	56,5	59,97	59,64	58,61	56,2	54,1	47,0	47,0	48,61	50,33	49,22	54,1	55,69	57,8	55,69
03/06/2013	25,4	21,1	25,5	25,88	35,0	36,0	41,79	45,4	51,29	54,87	57,24	58,1	59,13	59,13	56,0	56,1	58,05	59,13	60,2	60,2	60,2	60,86	60,86	59,13
06/06/2013	28,1	26,67	20,0	16,77	17,0	23,11	33,0	44,9	45,4	49,9	51,03	51,11	52,52	54,1	51,4	52,0	52,0	52,52	51,03	52,03	52,5	52,0	52,8	50,09
08/06/2013	23,5	31,0	30,0	30,0	21,77	21,86	21,82	22,95	23,47	30,0	41,43	43,99	45,73	48,45	50,1	48,89	45,02	43,15	43,5	45,26	45,02	44,51	49,0	45,73
11/06/2013	36,0	28,0	25,88	25,6	24,56	25,85	30,54	39,16	44,17	45,4	46,58	46,58	48,56	50,41	50,18	47,21	49,18	50,18	47,5	46,92	46,58	49,14	49,56	44,95
15/06/2013	39,93	33,0	38,05	29,8	29,8	32,0	35,5	51,58	53,11	59,92	64,35	64,01	65,45	66,52	64,01	64,35	65,12	65,01	63,01	62,68	62,01	60,69	59,93	58,7
23/06/2013	37,5	32,5	35,0	32,5	37,56	44,1	48,82	57,5	59,93	60,8	63,0	63,01	63,69	64,4	61,96	61,6	60,8	60,3	59,93	60,11	60,11	60,8	60,8	59,7
26/06/2013	37,5	23,85	25,09	23,4	32,5	33,5	42,4	57,5	59,7	59,93	60,99	60,0	59,99	59,96	57,5	54,0	50,13	50,29	52,5	53,93	54,7	58,7	59,93	58,8
28/06/2013	35,73	39,54	31,23	30,0	23,0	23,5	22,73	23,0	22,6	24,0	24,87	28,0	32,67	35,0	30,0	25,0	23,0	23,77	28,0	35,0	40,05	45,73	54,5	53,25
29/06/2013	37,5	42,4	27,0	17,7	19,7	26,55	37,18	50,07	52,0	54,55	58,56	58,75	58,78	59,5	58,7	57,25	56,5	56,02	54,8	57,25	58,25	59,0	59,5	58,25

Beneficio Medio Diario: 198,61 €

Beneficio Media Mensual: 6159,31 €

Beneficio por m³: 0,01099 €/m³

Anexos económicos

Mes de Agosto:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/07/2014	41,98	38,62	36,85	36,85	46,85	47,1	60,0	63,49	66,1	68,82	70,0	69,67	69,4	68,69	63,49	62,47	61,98	62,93	62,93	62,93	63,03	68,46	57,6	41,98
05/07/2014	43,48	38,21	31,0	40,13	40,0	40,0	45,98	52,47	54,99	67,44	67,57	68,56	68,46	67,0	63,48	59,7	58,26	60,5	61,39	62,47	63,98	68,56	57,94	42,93
08/06/2014	32,0	38,75	36,94	35,13	44,93	44,51	44,51	43,49	45,59	49,04	57,35	63,24	64,18	65,75	64,18	63,29	61,1	58,79	56,01	57,0	61,1	65,27	54,18	32,0
12/06/2014	32,01	33,56	39,64	39,9	40,01	50,1	58,64	52,01	52,47	57,1	67,57	67,66	67,7	67,69	65,48	62,47	59,3	59,48	56,37	54,07	54,07	64,18	52,47	34,0
12/06/2014	37,6	39,25	37,16	36,5	36,5	40,48	46,5	47,16	48,5	59,1	61,43	61,68	61,43	59,3	59,64	58,29	58,05	58,1	58,29	58,9	59,97	62,48	52,24	30,03
17/06/2014	35,45	39,92	37,94	37,94	47,94	47,94	49,98	60,9	62,47	65,1	66,0	68,46	69,2	69,01	67,78	64,18	64,18	64,18	63,85	62,6	62,47	65,1	52,6	35,0
20/06/2014	28,48	37,53	35,78	35,54	45,99	47,53	48,48	51,13	61,48	64,1	64,18	64,1	64,18	64,1	62,47	61,48	61,48	61,68	62,47	62,0	63,0	64,75	53,8	39,9
24/06/2014	25,0	29,92	28,29	30,0	31,0	34,0	40,51	45,0	50,8	59,57	62,47	64,0	64,51	65,0	63,29	57,58	57,9	59,2	62,47	63,89	65,48	69,8	58,46	44,0
30/06/2014	30,0	35,6	33,75	33,15	32,98	32,0	43,49	40,13	39,72	42,0	43,74	43,74	43,63	53,06	53,06	59,72	59,72	52,0	54,14	58,62	60,0	67,6	57,1	44,77
31/06/2014	29,99	30,0	37,89	38,62	38,62	50,0	61,01	64,18	66,12	70,26	70,57	70,48	70,73	70,48	69,1	67,1	67,1	67,69	67,69	67,32	67,6	70,48	57,7	43,75
01/06/2013	25,96	37,51	35,14	36,46	44,58	45,4	54,74	54,87	56,2	58,1	60,47	60,57	60,35	58,0	55,97	58,8	55,4	54,58	54,29	54,27	65,83	64,87	44,87	27,01
04/06/2013	32,79	34,69	34,53	34,53	34,53	44,58	50,0	54,87	57,65	58,0	59,68	61,36	61,36	61,36	58,0	54,87	52,97	51,1	51,1	49,83	51,5	55,97	46,0	29,33
08/06/2013	27,3	34,69	34,27	34,34	44,13	44,34	44,83	46,54	50,0	56,62	57,97	57,99	57,97	56,68	52,61	58,64	57,0	57,3	57,72	57,5	50,6	58,99	50,85	37,05
11/06/2013	23,78	34,58	33,0	34,06	43,5	44,53	44,83	45,4	51,67	55,97	55,95	56,97	58,03	59,87	56,97	51,0	49,77	55,12	54,65	48,0	49,0	55,97	46,02	27,53
20/06/2013	33,8	36,6	34,83	34,83	44,58	44,83	47,7	55,12	56,5	60,0	61,0	61,17	63,0	62,97	59,4	56,1	55,12	54,87	52,21	50,96	54,87	58,34	46,6	34,6
22/06/2013	29,66	34,95	34,38	34,44	44,34	44,58	44,95	52,78	55,5	57,6	57,6	57,6	57,3	57,2	55,8	54,62	50,1	49,04	47,7	47,07	51,9	56,6	44,87	26,6
25/06/2013	36,12	39,66	34,95	34,95	44,83	44,83	49,84	57,76	60,3	62,51	62,2	62,79	62,51	61,8	60,0	54,87	50,81	50,57	50,27	50,0	54,87	61,8	48,1	29,57
28/06/2013	37,76	41,0	35,4	45,4	44,95	45,6	54,87	58,69	61,2	62,4	62,51	62,51	63,1	63,05	61,2	59,0	56,92	57,76	58,8	59,0	60,0	62,51	50,0	24,96
29/06/2013	36,12	38,2	35,0	35,0	34,95	45,3	53,2	58,0	61,1	63,6	64,04	64,08	65,03	65,0	64,0	62,01	61,18	60,58	58,0	57,76	57,3	61,53	47,76	24,87
30/06/2013	30,0	35,4	33,4	33,4	32,4	40,1	40,57	43,09	44,35	46,54	48,03	51,08	54,87	54,95	54,87	52,02	59,54	58,22	58,82	61,0	62,1	57,76	44,95	31,09

Beneficio Medio Diario: 200,84 €

Beneficio Media Mensual: 6025,18 €

Beneficio por m³: 0,01076 €/m³

Anexos económicos

Mes de Septiembre:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/09/2015	40,47	32,88	38,62	37,69	35,85	40,78	49,3	55,93	60,47	57,5	59,57	60,47	63,52	63,69	60,47	60,1	62,53	63,01	62,29	61,51	65,5	67,67	61,51	44,9
04/09/2015	39,95	37,5	34,43	33,85	43,0	43,85	47,55	54,15	58,63	62,01	62,25	62,6	63,5	63,0	60,1	57,38	57,0	58,63	56,5	54,0	58,63	61,33	55,0	40,01
06/09/2015	39,51	35,0	35,58	32,03	31,99	41,99	42,03	41,98	41,68	45,13	49,81	51,05	56,01	58,12	58,12	55,01	52,5	50,02	54,55	64,12	569,5	64,0	60,01	46,01
12/09/2015	39,79	38,06	35,0	30,35	35,13	40,04	45,0	49,48	52,95	58,1	58,1	58,75	57,16	56,0	54,98	59,45	57,12	56,56	58,76	60,01	65,1	70,01	64,1	51,05
14/09/2015	34,19	32,69	29,99	25,79	25,76	25,83	37,97	46,17	50,78	58,81	59,59	58,53	59,51	59,19	56,28	56,6	56,69	58,5	58,81	57,0	61,51	66,6	58,0	47,0
17/09/2015	37,0	37,0	35,0	31,1	30,0	35,5	39,1	46,35	50,36	52,01	55,0	53,52	55,0	55,0	51,65	50,94	51,72	55,75	54,1	53,01	58,52	63,6	65,25	41,32
23/09/2015	32,26	32,96	39,64	35,0	40,0	43,19	48,5	55,5	53,5	55,75	54,5	54,01	52,56	50,06	50,2	59,87	50,1	50,1	51,19	64,0	67,49	68,0	60,6	52,0
24/09/2015	40,5	40,4	35,27	35,42	35,51	36,27	43,24	48,5	55,26	54,88	54,25	53,25	55,1	55,26	55,1	54,75	54,5	54,25	53,24	65,5	67,6	68,57	65,35	58,8
28/09/2015	46,27	33,5	32,62	32,37	39,59	41,0	45,87	53,33	55,19	54,45	54,63	53,65	54,0	55,1	52,63	52,3	54,5	56,56	56,6	67,12	69,31	70,01	62,0	52,0
30/09/2015	38,2	35,65	35,35	35,29	45,42	45,65	52,0	59,9	60,01	60,6	60,01	59,1	58,9	59,99	67,0	66,57	67,0	68,9	69,31	69,1	64,11	68,48	58,9	48,9
01/09/2014	45,4	38,0	35,1	36,7	35,5	38,0	44,41	51,1	56,02	60,0	61,69	63,44	64,08	64,11	62,1	60,07	61,0	62,1	62,03	62,27	64,08	65,65	60,0	46,5
04/09/2014	40,0	46,56	41,19	35,85	42,85	45,5	51,0	54,7	65,5	69,1	68,45	68,98	69,23	69,23	66,18	64,19	64,08	64,17	64,03	64,08	67,1	69,3	64,68	52,03
08/09/2014	40,0	41,76	38,1	36,54	36,54	48,97	59,12	64,01	64,08	65,1	66,52	66,52	67,36	68,0	66,1	65,0	65,0	67,1	67,5	67,15	69,02	70,8	68,1	55,0
11/09/2014	40,57	36,5	35,0	34,8	44,58	45,0	49,0	61,6	62,89	64,5	64,49	64,98	65,03	65,03	64,11	64,1	64,11	64,98	64,98	65,03	66,52	69,3	65,03	53,84
15/09/2014	44,9	28,2	34,9	34,5	43,5	44,9	51,2	62,48	64,92	66,59	66,59	66,1	66,71	66,16	65,0	64,2	65,0	66,59	67,6	69,03	70,5	73,2	69,03	54,92
22/09/2014	44,2	30,5	38,0	38,4	35,28	38,5	45,29	64,2	66,0	68,91	69,3	69,6	69,91	69,91	69,05	68,0	67,85	68,22	67,0	66,1	68,91	69,88	64,89	43,0
25/09/2014	46,23	30,5	38,4	39,5	39,0	39,5	45,68	56,0	62,1	64,89	65,17	67,0	68,11	69,01	68,0	67,0	67,9	68,11	67,93	68,0	68,92	69,01	67,01	49,67
28/09/2014	54,87	37,6	35,4	35,4	35,0	44,11	45,4	46,0	48,73	54,87	60,8	62,1	61,54	61,54	55,96	59,92	57,6	50,37	53,0	56,5	65,3	68,2	64,34	49,53
29/09/2014	34,89	34,87	39,1	37,35	36,88	47,05	62,84	69,05	70,35	73,1	73,1	73,23	73,1	73,0	70,12	69,91	69,51	70,0	69,94	69,94	75,0	76,96	70,0	57,77
30/09/2014	38,39	32,84	34,87	34,87	40,57	44,0	54,89	59,91	72,01	73,11	73,1	72,4	73,11	74,54	70,9	69,94	69,91	70,11	69,94	69,94	74,11	72,11	57,25	44,63

Beneficio Medio Diario: 210,12 €

Beneficio Media Mensual: 6303,50 €

Beneficio por m³: 0,01126 €/m³

Anexos económicos

Mes de Octubre:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
02/10/2015	48,81	46,6	40,65	35,01	35,0	40,65	47,6	51,5	62,86	64,85	63,4	65,19	65,25	60,01	56,8	51,89	48,0	51,89	55,97	60,0	73,03	70,69	59,1	55,42
04/10/2015	44,5	43,5	35,0	39,4	37,0	35,5	34,5	34,98	36,5	37,96	39,15	38,66	38,0	35,0	29,41	27,09	25,44	26,6	34,5	40,0	60,75	64,07	43,0	37,85
06/10/2015	33,17	29,1	26,41	24,4	20,15	26,26	35,29	43,0	48,08	50,1	49,59	48,04	48,04	46,12	43,58	42,2	43,0	44,5	54,58	59,59	68,48	67,52	60,32	57,25
13/10/2015	40,0	38,1	37,0	36,5	36,5	37,2	44,01	54,28	56,6	55,15	54,61	54,11	55,11	54,69	54,5	54,11	55,0	54,69	55,11	60,73	60,73	56,57	50,1	46,3
18/10/2015	45,15	42,58	35,0	30,69	35,0	41,87	43,09	45,0	44,02	47,21	54,0	65,8	68,7	66,7	55,8	47,76	46,82	43,85	47,44	56,05	65,01	65,17	58,81	56,57
20/10/2015	44,02	41,69	40,0	35,29	37,64	39,96	42,95	49,21	49,61	52,6	60,1	64,91	54,05	62,01	59,21	48,22	47,67	48,37	46,68	49,21	65,98	65,85	57,15	39,47
22/10/2015	43,01	40,0	39,0	38,32	38,0	38,32	44,36	55,6	56,32	56,7	55,19	55,16	54,0	53,0	50,35	49,85	51,37	55,05	55,94	64,29	65,13	63,6	56,7	54,8
25/10/2015	40,1	36,99	33,64	32,99	31,73	35,1	44,02	53,1	54,6	56,25	57,01	57,65	56,69	54,6	50,44	48,37	48,59	54,1	58,81	59,76	65,01	56,8	52,51	44,47
28/10/2015	41,6	37,0	33,37	30,07	29,03	30,9	39,49	46,67	50,88	54,38	55,69	54,88	55,69	53,33	52,6	51,91	49,18	54,1	56,8	57,01	56,6	53,69	46,68	41,1
31/10/2015	36,1	31,93	28,77	28,28	28,16	29,19	30,69	35,62	38,33	46,67	51,01	53,01	53,71	54,1	53,21	51,0	49,58	53,21	54,51	56,92	58,81	57,97	56,1	56,02
02/10/2014	46,0	42,66	40,04	40,5	40,49	41,99	48,0	64,35	69,0	69,94	70,12	70,1	70,2	70,77	69,91	69,05	70,0	70,7	70,6	70,5	74,1	74,0	69,94	65,5
05/10/2014	44,27	40,21	26,11	33,0	30,02	30,03	30,04	40,13	40,21	42,8	44,27	45,41	45,65	48,82	49,3	47,7	47,4	48,4	49,58	64,34	71,0	75,0	73,72	69,05
09/10/2014	32,53	29,5	25,0	20,0	14,16	25,04	35,8	51,74	60,84	64,14	64,35	64,15	64,34	63,5	62,0	60,0	62,1	64,34	65,01	69,05	82,24	79,75	69,93	64,7
12/10/2014	64,27	41,26	35,13	39,2	30,0	28,6	26,72	27,25	28,05	32,62	36,56	34,67	38,3	38,4	33,13	27,72	28,03	31,57	41,26	64,34	74,2	77,93	76,97	71,7
15/10/2014	30,0	27,28	19,61	19,25	15,13	18,04	31,49	44,27	54,15	55,82	56,95	56,16	55,0	54,28	47,78	44,92	45,84	48,58	51,94	61,63	64,55	60,0	43,5	35,58
20/10/2014	33,5	27,44	16,37	19,11	22,81	28,06	40,92	59,94	65,4	68,15	68,51	66,66	67,43	67,51	65,2	65,0	66,66	68,5	70,0	79,03	99,77	90,0	72,8	67,43
24/10/2014	44,92	37,4	33,5	31,7	31,5	31,5	44,58	64,89	70,4	71,0	71,69	71,0	71,0	71,62	70,12	68,01	68,69	69,58	69,91	71,69	77,4	72,32	70,12	69,05
28/10/2014	53,28	44,58	40,1	38,4	37,5	40,0	46,5	64,34	66,82	68,69	68,69	69,35	69,7	69,05	68,69	68,12	68,68	68,01	69,7	70,0	73,58	70,12	64,35	59,1
29/10/2014	46,98	44,58	40,0	39,0	39,4	43,02	47,84	69,38	70,12	70,99	70,12	70,01	70,2	70,12	69,05	68,63	69,38	70,99	73,99	76,02	85,0	77,04	72,68	69,38
30/10/2014	43,11	35,85	30,13	29,05	28,45	29,98	37,45	52,92	58,56	58,93	58,0	58,06	58,93	58,85	55,96	52,37	54,87	58,0	59,94	64,34	67,51	64,35	59,53	58,73

Beneficio Medio Diario: 235,07 €

Beneficio Media Mensual: 7287,03 €

Beneficio por m³: 0,01301 €/m³

Anexos económicos

Mes de Noviembre:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/11/2015	53,21	36,1	34,0	31,0	25,17	25,46	26,56	26,25	26,26	27,3	27,42	27,87	28,24	27,49	27,27	24,14	24,65	31,0	41,7	50,34	46,48	40,0	36,9	32,79
03/11/2015	39,3	32,25	31,32	29,84	30,92	32,25	39,97	49,63	49,96	53,1	53,71	53,1	52,1	52,21	49,97	49,4	52,0	57,01	67,1	60,01	60,01	56,7	48,81	46,95
08/11/2015	40,2	35,19	30,16	28,01	26,2	26,38	26,42	26,51	28,01	34,43	36,69	37,65	38,45	38,75	39,01	37,3	37,2	44,03	55,69	60,01	63,03	64,69	60,01	56,7
14/11/2015	45,0	41,91	39,5	35,5	38,5	39,2	40,0	42,6	46,8	51,67	65,5	65,0	65,91	56,1	55,2	50,0	49,23	54,0	58,23	60,4	60,48	59,51	56,76	55,6
20/11/2015	56,51	49,0	40,85	40,01	43,0	43,8	49,23	56,7	57,84	59,0	68,0	66,7	66,35	565,5	58,54	44,99	45,7	50,1	51,66	50,01	48,5	43,09	37,61	34,0
22/11/2015	35,0	29,79	25,17	22,97	22,6	22,75	24,08	26,99	36,27	39,0	40,39	40,1	40,0	40,0	39,0	35,0	35,5	40,47	55,5	59,64	60,0	58,5	48,03	42,6
23/11/2015	49,61	42,28	39,21	36,0	35,13	40,0	51,85	60,9	62,08	63,34	63,69	62,29	68,6	67,29	65,15	61,2	61,47	65,01	77,32	85,0	77,93	65,29	61,0	57,91
26/11/2015	40,4	36,73	32,3	30,29	31,4	35,0	42,69	48,37	56,69	58,3	58,43	57,8	57,51	56,8	52,2	49,1	51,1	56,7	62,18	63,9	62,51	57,78	53,31	49,24
28/11/2015	45,1	42,53	38,4	30,49	27,97	28,78	34,99	38,2	41,15	44,96	50,01	47,27	47,36	48,5	47,27	45,33	45,23	51,34	61,12	63,24	63,69	63,88	62,27	60,0
30/11/2015	53,5	44,7	42,76	42,63	42,65	43,39	48,5	62,57	63,69	65,23	65,23	63,89	64,16	63,89	62,57	63,32	64,16	67,51	72,89	75,0	74,49	71,01	66,52	63,39
02/11/2014	54,87	46,54	40,1	38,13	31,1	30,13	30,9	30,65	30,1	38,9	44,27	45,0	46,54	47,08	47,08	45,0	44,27	47,08	56,71	62,6	65,13	64,02	61,03	55,7
04/11/2014	29,18	27,94	26,0	25,19	25,0	27,09	29,18	45,4	54,69	58,9	55,96	54,2	52,0	49,52	42,0	40,46	46,15	54,2	62,19	63,95	61,13	58,93	50,1	43,0
06/11/2014	35,81	31,16	29,27	26,43	27,19	30,71	43,36	54,87	58,69	60,46	60,16	59,53	60,46	59,53	57,7	56,79	58,89	62,82	75,05	82,1	90,0	78,0	69,5	62,6
09/11/2014	44,83	37,0	35,0	35,0	35,0	35,1	35,2	35,2	35,1	44,05	50,59	54,21	54,02	54,97	53,01	44,83	44,83	51,54	59,94	63,16	65,8	65,39	62,6	60,01
11/11/2014	39,8	28,81	27,25	25,6	19,99	24,07	31,29	41,13	44,27	54,77	55,5	54,87	55,1	53,61	44,83	41,74	42,01	46,32	53,61	55,5	54,87	50,0	43,4	35,38
15/11/2014	35,14	28,68	25,56	21,95	20,0	19,96	19,0	19,96	19,95	20,0	20,01	10,1	10,0	11,7	10,0	9,3	11,7	25,0	40,1	43,11	40,3	36,38	31,9	29,19
23/11/2014	37,5	27,57	20,0	16,0	15,19	14,99	14,31	16,63	21,75	27,0	30,2	35,6	35,6	38,1	38,4	37,54	39,59	42,1	49,97	57,3	61,1	61,8	60,5	52,48
27/11/2014	49,64	43,01	40,13	38,37	35,48	36,53	46,54	57,61	57,47	58,93	58,0	58,1	57,92	54,7	52,1	48,5	46,54	47,45	54,1	54,45	50,48	41,71	35,74	30,0
28/11/2014	22,0	10,14	5,99	7,88	5,99	9,3	20,0	30,21	42,04	46,7	49,57	47,32	50,01	49,57	48,5	49,6	52,14	55,02	64,67	65,63	64,67	60,02	56,1	52,69
30/11/2014	29,98	27,2	22,58	13,16	13,11	11,58	14,12	15,0	19,15	24,91	29,73	29,67	29,91	29,74	25,11	18,33	20,39	25,47	34,0	40,26	38,07	32,49	32,31	27,48

Beneficio Medio Diario: 248,87 €

Beneficio Media Mensual: 7466,09 €

Beneficio por m³: 0,01333 €/m³

Anexos económicos

Mes de Diciembre:

Fecha\Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
02/12/2015	58,88	52,17	44,21	38,8	48,5	48,69	59,64	68,02	70,0	72,69	72,28	70,67	70,0	58,07	56,52	56,4	67,0	71,0	78,69	77,1	76,99	73,85	67,65	65,98
04/12/2015	53,29	45,18	32,1	31,85	41,34	42,0	46,7	65,65	65,98	68,52	68,52	65,98	65,54	65,23	63,89	65,23	65,98	68,52	73,72	75,0	75,0	71,69	68,52	66,0
07/12/2015	44,11	39,3	29,39	27,93	27,81	28,29	40,5	48,18	49,9	50,86	53,78	49,9	49,8	49,8	49,15	48,42	48,42	52,85	60,6	62,43	62,69	61,57	55,1	48,42
12/12/2015	36,0	28,3	19,41	14,99	10,14	10,14	17,0	21,52	21,52	29,41	35,1	38,07	37,9	38,4	35,99	29,06	30,0	40,69	49,01	51,69	53,57	51,4	54,0	50,0
14/12/2015	38,45	31,49	29,5	27,84	27,45	29,65	41,26	53,46	56,7	60,47	62,9	61,38	60,47	60,0	57,0	56,7	59,0	63,44	69,81	68,9	68,69	64,51	56,7	47,13
16/12/2015	44,08	40,01	38,5	38,16	37,65	38,34	41,16	56,7	62,93	63,64	64,7	63,29	62,21	62,1	60,47	61,61	62,93	63,66	65,7	65,98	65,98	63,94	59,17	53,0
20/12/2015	37,65	31,4	18,0	13,49	13,52	16,0	31,0	34,1	38,18	43,22	51,71	54,98	54,98	55,1	54,98	47,13	49,22	56,7	65,0	66,02	68,25	69,1	66,87	63,29
26/12/2015	39,9	37,02	31,99	29,02	27,02	27,02	29,02	30,99	35,9	39,9	48,0	48,33	47,56	48,33	46,5	44,88	44,88	49,09	52,2	52,52	52,6	52,1	50,1	41,7
28/12/2015	26,26	20,35	17,75	16,01	13,94	22,05	26,0	34,0	38,81	42,28	44,2	42,28	40,02	38,7	34,99	33,15	36,9	42,98	45,75	48,65	51,0	50,63	45,75	42,51
31/12/2015	33,5	30,4	27,52	25,1	25,5	28,5	31,85	44,0	49,85	53,07	56,7	56,7	54,0	53,3	52,11	51,2	52,86	56,7	62,1	63,44	63,29	62,1	56,7	50,95
01/12/2014	26,21	20,79	12,6	14,27	14,05	20,0	28,68	50,0	51,64	53,1	52,29	51,59	51,09	50,59	48,99	48,5	49,0	51,1	55,01	58,93	54,46	52,0	52,29	47,1
03/12/2014	43,5	38,47	35,0	30,57	30,57	35,85	42,26	58,93	60,69	61,64	62,2	62,1	62,01	62,2	62,2	63,0	63,57	66,1	72,69	69,91	67,7	64,67	62,2	61,57
07/12/2014	36,0	28,3	19,41	14,99	10,14	10,14	17,0	21,52	21,52	29,41	35,1	38,07	37,9	38,4	35,99	29,06	30,0	40,69	49,01	51,69	53,57	51,4	54,0	50,0
09/12/2014	30,0	28,52	21,52	20,0	19,17	24,57	29,39	46,04	49,69	51,3	51,69	49,69	49,5	48,69	49,5	49,01	49,01	50,0	55,0	57,0	55,87	54,87	54,87	49,5
13/12/2014	45,14	40,3	31,4	29,69	25,01	28,41	30,98	41,76	45,32	47,99	50,87	51,97	52,1	51,97	52,1	51,3	50,13	50,95	55,69	55,19	55,19	54,69	53,69	50,87
17/12/2014	42,07	36,86	31,52	28,0	26,35	28,98	39,06	50,5	55,14	55,96	56,69	55,96	55,96	55,93	55,1	55,0	54,87	55,69	58,15	59,0	58,15	56,01	55,69	51,3
21/12/2014	47,41	40,25	32,0	31,4	28,75	29,15	32,4	38,25	38,49	41,59	50,01	53,1	53,69	54,87	54,87	53,01	53,69	55,45	57,69	58,15	59,8	59,96	58,0	55,96
28/12/2014	18,25	14,8	14,0	12,3	12,3	12,3	13,3	24,0	24,8	27,88	20,0	23,75	21,17	23,75	23,46	16,16	17,17	27,13	42,69	46,18	46,96	47,69	45,98	36,1
29/12/2014	13,25	7,88	14,0	14,0	14,0	24,0	27,04	25,0	30,13	47,41	50,5	50,2	50,75	51,3	50,6	45,98	49,0	54,87	58,0	56,97	53,8	50,14	50,12	45,14
30/12/2014	25,13	18,21	13,23	13,82	10,23	14,51	19,93	33,5	45,69	50,3	51,3	51,0	50,84	51,0	50,75	50,2	50,5	54,15	58,15	59,51	58,15	56,87	56,63	50,03

Beneficio Medio Diario: 311,81 €

Beneficio Media Mensual: 9666,14 €

Beneficio por m³: 0,01726 €/m³

PARTE 4

Viabilidad Medioambiental

Contenido

1.- Introducción	181
2.- Parque Nacional Garajonay	181
2.1.- Flora.....	182
2.2.- Fauna	182
2.3.- Posición de la central	183
3.- Posibles impactos	184
3.1.- Impactos en la fase de construcción	184
3.2.- Impactos durante el funcionamiento.....	184
4.- Vigilancia ambiental.....	185

1.- Introducción

Cualquier proyecto de ingeniería que hoy en día se lleve a cabo debe ir acompañado de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que es un procedimiento técnico administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá el proyecto en caso de ser ejecutado, todo el lo con el fin de que la administración pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. El siguiente apartado no pretende ser una EIA, ya que este informe es muy extenso y detallado y no es el objetivo del proyecto, sino que se pretende justificar de una manera más o menos extensa la viabilidad del proyecto en términos ambientales y que no hay riesgos evidentes que puedan poner en peligro la ejecución del proyecto.

2.- Parque Nacional Garajonay

El Parque nacional de Garajonay se extiende por una superficie que supera el 10% de la isla de La Gomera. Fue declarado como tal en 1981. Posteriormente, en 1986, la Unesco lo incluyó entre los bienes que forman parte del Patrimonio de la Humanidad. El parque es también desde el año 2012 Reserva de la Biosfera conjuntamente con toda la isla. Su superficie es de 3984 hectáreas, y su territorio se extiende por todos los municipios de La Gomera, ocupando el centro y ciertas zonas del norte de la isla.



Ilustración 1. Situación del Parque Nacional en la isla

El terreno del parque, a menudo envuelto en una húmeda niebla, está constituido por materiales basálticos, debidos a coladas y piroclastos, con diversos roques y fortalezas. En su interior se encuentra el Monumento de la esencia de la flor. El parque toma su nombre del alto de Garajonay, la mayor altura de la isla con 1487 msnm. La cota mínima del parque es de 650 msnm, en el caserío del Cedro. Su declaración obedece a que alberga la mejor muestra conocida en el Viejo Mundo de laurisilva, un bosque húmedo de variadas especies de hoja perenne que en el Terciario cubría prácticamente toda Europa. La laurisilva se da en un régimen climático uniforme en el que la variación anual de la temperatura es pequeña y la precipitación es relativamente abundante, con humedad casi constante debida al mar de nubes.

2.1.- Flora

El monteverde canario es el elemento determinante de Garajonay, cubriendo más del 85 % de su superficie. Cerca de 20 especies arbóreas participan en su composición, distribuyéndose y mezclándose de acuerdo con sus afinidades ecológicas, para formar varios tipos de bosques diferentes. Las especies dominantes son el haya, el acebiño, el loro, el viñátigo, el palo blanco y el brezo arbóreo, (que aquí alcanza posiblemente las mayores tallas de la especie en todo el mundo, llegando a acercarse a los 20 m de altura). Otras especies como el til, el tejo canario y el barbusano son abundantes de forma local.



Ilustración 2. Flora del Parque Nacional Garajonay

Destaca también la abundancia de musgos y líquenes recubriendo los troncos de los árboles, así como la cobertura de helechos, indicadores de la elevada humedad ambiental. Muy interesante es la flora que vive en los Roques y paredones rocosos, en cuyas grietas se puede observar un elevado número de especies raras, exclusivas de estos enclaves. Merece destacarse la singularidad de las plantas con flores, que presentan un gran número de especies endémicas canarias - en torno a 120 -, algunas de las cuales son exclusivas del Parque. Destaca también, en la flora del Parque, la presencia de fenómenos propios de la evolución en islas, como por ejemplo el gigantismo, por el cual se desarrollan formas leñosas de gran tamaño en especies cuyos parientes continentales, de los que se originaron, tienen porte de hierbas.

2.2.- Fauna

La fauna de Garajonay también es destacable. Alberga cerca de 1000 especies de invertebrados, siendo unas 150 endémicas de dicho espacio. Las especies de vertebrados son 38, básicamente reptiles y aves, entre las que destacan las palomas rabiche y turqué, endémicas de Canarias. Garajonay tiene la consideración de zona de especial protección para las aves (ZEPA).



Ilustración 3. Paloma Turqué

No existen núcleos de población dentro del parque, aunque sí en sus proximidades. Los senderos que permiten conocer el parque son numerosos. En el interior del parque hay un área recreativa, llamada *Laguna Grande*; y en el lugar conocido como *Juego de Bolas*, en el municipio de Agulo, está el centro de visitantes.

2.3.- Posición de la central

La central hidroeléctrica no se encuentra dentro del Parque Nacional Garajonay. Si así fuera su construcción en las inmediaciones del Parque sería difícil o imposible, debido al carácter de reserva natural del lugar.

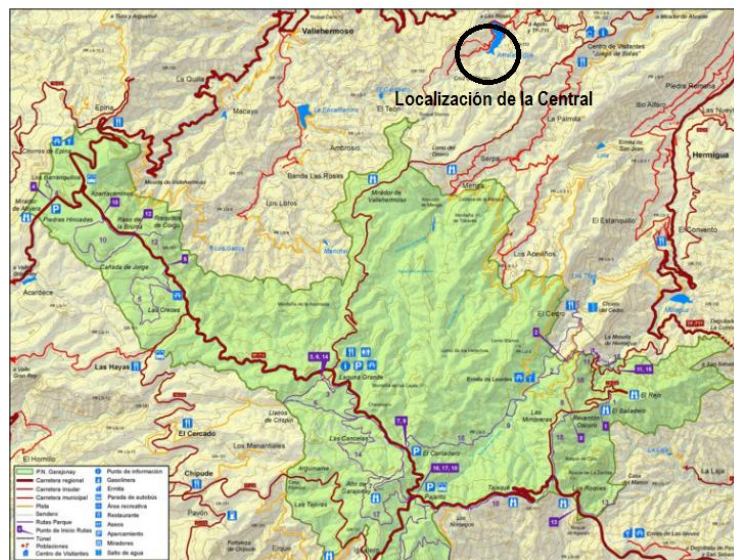


Ilustración 4. Ubicación de la central respecto al Parque Nacional

Aunque la central no vaya a estar ubicada dentro del Parque Nacional es necesario tener en cuenta los riesgos ambientales que su puesta en marcha supone, así como hay que tratar de minimizar los impactos que pueda provocar.

3.- Posibles impactos

El objetivo de un análisis de impactos es identificar, analizar y valorar los posibles impactos ambientales que provocará la construcción y explotación del proyecto. Se examinarán los posibles impactos tanto de la fase de construcción de la central como los esperados durante la fase de explotación.

3.1.- Impactos en la fase de construcción

La mayor parte de los impactos son producidos durante la fase de construcción de las infraestructuras de la central en medio rural. Para facilitar el acceso a la maquinaria y materiales para la obra suele ser preciso el acondicionamiento y la apertura de nuevos caminos o rutas de acceso. Además de la variación del impacto visual, este acondicionamiento puede derivar en problemas de erosión debido a la tala de árboles y de vegetación, así como a la fragmentación del hábitat de especies autóctonas. A su vez, la construcción de infraestructuras asociadas a la central, como los tendidos eléctricos puede generar impactos similares a los de las vías de comunicación.

Por otro lado, durante las obras de construcción se produce una alta emisión de ruidos que puede afectar a la fauna autóctona, en ocasiones de forma crítica. Hay que considerar tanto el impacto visual de los nuevos embalses como el de las edificaciones. En el caso de esta central el embalse que produce más problemas es el superior ya que es de nueva construcción, y habría que contemplar la necesidad de recurrir a expropiaciones y compensaciones a los afectados.

3.2.- Impactos durante el funcionamiento

Haciendo un estudio que abarque toda la cadena trófica fluvial hasta los peces, Petts (1984) propone jerarquizar los impactos originados reconociendo tres órdenes de impacto. Los impactos de primer para el funcionamiento de una central de este tipo incluirían el efecto de barrera de la infraestructura, las modificaciones en el transporte de sedimentos, las variaciones en las características físico-químicas del agua y la alteración de los fenómenos de transporte de plancton.

Los impactos de segundo orden resultan de la modificación de los impactos de primer orden de acuerdo con las condiciones locales en cada punto del río, y consisten en las modificaciones en la morfología del cauce y la composición del sustrato así como las variaciones y la composición y estructura de macrofitas y perifiton. Estos impactos pueden requerir periodos entre 1 y más de 100 años para volver a llegar a un nuevo estado de equilibrio.

Los impactos de tercer orden integran los cambios producidos por los de primer y segundo orden y afectan a la composición y estructura de las poblaciones de peces e invertebrados. Estos impactos pueden tener lugar con un desfase considerable respecto a la puesta en

funcionamiento de la central. Antes de esto pueden manifestarse varias fases de ajuste en estas comunidades en respuesta, principalmente, a los impactos de segundo orden.

La magnitud de estos impactos es variable en función, principalmente, del tamaño de la central y de la forma en que se manipula el flujo de agua.

De igual manera que considerar los factores de impacto de forma aislada puede dar una visión incompleta de la realidad, la consideración aislada de los efectos de una central cuando se plantean múltiples proyectos de aprovechamiento de una cuenca puede infravalorar el impacto conjunto.

4.- Vigilancia ambiental

Para la minimización de los impactos anteriormente nombrados es necesario establecer un Programa de Vigilancia Ambiental con el fin de garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctivas necesarias para la minimización de los impactos ambientales. A través de programas de este tipo se hace posible seguir la evolución de posibles alteraciones ambientales producidas por la puesta en marcha de la central.



Ilustración 5. Vigilancia Ambiental

Se deben controlar todos los aspectos ambientales afectados por el desarrollo del proyecto, tales como calidad de las aguas, de los suelos, aspectos de contaminación acústica, atmosférica, medidas de protección de flora y fauna y aspectos particulares en cada actuación. Los **objetivos básicos** de un Programa de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

1. Controlar la correcta ejecución de las medidas preventivas y correctoras de impacto ambiental previstas.
2. Verificar los estándares de calidad de los materiales y medios empleados en las actuaciones proyectadas de índole ambiental.
3. Comprobar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.

4. Detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
5. Informar de manera sistemática a las autoridades implicadas sobre los aspectos objeto de vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
6. Describir el tipo de informes y la frecuencia y periodo de su emisión y a quien van dirigidos.

PARTE 5

Pliego de Condiciones Técnicas y Económicas

Tabla de Contenido

1.- Pliego de Condiciones Económicas.....	189
2.- Pliego de Condiciones Técnicas.....	196

Pliego de Condiciones Económicas

El objeto del presente Pliego, es exponer las condiciones de contratación de la obra de una estación de bombeo, así como diversos tramos en las canalizaciones de las aguas residuales. Este pliego de condiciones definirá los términos y condiciones de trabajo de la obra proyectada.

5.1.2 CONDICIONES GENERALES DEL CONTRATO

Este Pliego y sus anexos, el Pliego de condiciones técnicas y Particulares y los proyectos o programas de trabajo que sea preciso presentar según las condiciones fijadas para la contratación de la obra, revisten carácter contractual, por lo que la presentación de ofertas implicará la manifestación expresa del licitador de que acepta su contenido, debiendo ser firmados en prueba de conformidad por el adjudicatario en el acto mismo de la formalización del contrato.

5.1.3 PRESUPUESTO DE LICITACIÓN

El Presupuesto de licitación para la adjudicación de la contratación, será el que figure expresado en el Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares.

5.1.4 PLAZO DE EJECUCIÓN

Será el previsto en el Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares.

Cuando se produzcan retrasos por motivos no imputables al adjudicatario y éste se ofrezca a cumplir sus compromisos si se le prorroga el plazo fijado para la ejecución del contrato se podrá conceder un nuevo plazo que será, por lo menos, igual al tiempo perdido a no ser que el adjudicatario solicitara otro menor.

Para modificarse el plazo de ejecución si en las circunstancias previstas en los documentos que sirvan de base para la contratación, fuera preciso modificar el contrato. En este caso, el órgano competente de la empresa contratante incluirá en la aprobación de dichas modificaciones la ampliación de plazo correspondiente a su ejecución, que será proporcional al porcentaje de incremento de trabajo que supongan las modificaciones realizadas en el contrato. También se considerará la ampliación de plazo necesaria para absorber los retrasos que hubiera ocasionado la tramitación del expediente.

La petición de prórroga por parte del contratista deberá tener lugar en el plazo máximo de un mes contado desde el día en que se produzca la causa que origina el retraso y siempre antes de la terminación del contrato, entendiéndose que renuncia a su derecho cuando no se solicite dentro del plazo citado.

5.1.5 REVISIÓN DE PRECIOS

La revisión del precio por el que se adjudique el contrato, sólo podrá tener lugar, en su caso, cuando se haya ejecutado el 20% de su importe y haya transcurrido un año desde su adjudicación, sin que el 20% ya ejecutado pueda ser objeto de revisión, ni esta pueda tener lugar durante el primer año de adjudicación.

Cuando la cláusula de revisión se aplique sobre periodos de tiempo en los que el contratista hubiera incurrido en mora y sin perjuicio de las penalizaciones que procedan, los índices de precios que se tendrán en cuenta serán aquellos que hubiesen correspondido a la fecha establecida en el contrato para la realización de la prestación objeto del mismo en el plazo, salvo que los correspondientes al periodo real de ejecución produzcan un coeficiente inferior, en cuyo caso se aplicarán estos últimos.

Pliego de Condiciones Económicas

5.1.6 REQUISITOS PARA LA CONTRATACIÓN

Podrán optar a la formalización de contrato las personas naturales o jurídicas que tengan plena capacidad de obrar y que acrediten su solvencia económica, financiera y técnica o profesional en la forma que determine el presente Pliego y el de Condiciones Técnicas y Particulares. Siempre que reúnan los siguientes requisitos:

- a) No estar incurso en ninguna de las circunstancias enumeradas en el Anexo I del presente Pliego.
- b) No haber sido parte en otro contrato celebrado con la empresa que hubiera sido resuelto por incumplimiento del contratista, salvo que la participación de la empresa en el procedimiento de contratación resulte conveniente para los intereses de la Empresa contratante y se justifique en el expediente.
- c) No haber pertenecido a los órganos de gobierno ni haber formado parte del personal directivo de la Empresa contratante durante los dos años últimos.

Si la sociedad contratante tuviese conocimiento de que el adjudicatario no reúne las condiciones exigidas con posterioridad a la celebración del contrato, o si la vinculación aludida en el apartado c) se produjese a lo largo del desarrollo de éste, aquella podrá resolverlo dejándolo sin efecto, con derecho a exigir del contratista el resarcimiento de los daños y perjuicios que haya podido causar.

5.1.7 PRESENTACIÓN DE LAS OFERTAS

Los licitadores que deseen participar en el procedimiento de contratación convocado por la empresa deberán presentar sus ofertas en el lugar que se indique en el anuncio de contratación o, en su caso, deberán realizar comunicación de la oferta por cualquier medio admitido en derecho en el plazo oportuno y en los 15 días posteriores remitir la oferta con toda la documentación a la empresa contratante.

La presentación de la documentación a que se refiere los párrafos anteriores se realizará dentro del plazo de admisión de ofertas fijado en el anuncio de contratación o en la comunicación por la que se convoque a la misma (o en los 15 días posteriores en caso de anuncio de oferta), en horas de oficina, pudiendo optarse por su remisión por correo.

Cuando se opte por la remisión por correo, el oferente deberá justificar la fecha y la hora de imposición del envío en la Empresa contratante y anunciar a la Unidad Central de Contratación de la misma, la remisión de la oferta por medio de Télex, telegrama o buro fax en el mismo día. No se admitirán las ofertas enviadas por correo que no hayan sido impuestas en la empresa contratante antes del vencimiento del plazo establecido para su contratación, o se haya anunciado su remisión en el plazo de los 15 días naturales posteriores.

5.1.8 CONTENIDO DE LAS OFERTAS

Las ofertas se presentarán en tres documentos independientes e individualizados en los que conste claramente el nombre o denominación del licitador, su firma o la de la persona que acredite su representación, así como una relación detallada de la documentación que se incorpore a cada uno de los documentos. Dichos documentos deberán, a su vez, cumplir los siguientes requisitos:

Documento N°.1:

TÍTULO DE LA CARATULA: "Documentación técnica". Se hará constar el objeto de la contratación y el nombre del licitador.

CONTENIDO: Exclusivamente contendrá la documentación de carácter técnico exigida en el Pliego de Condiciones Técnicas y particulares, sin ninguna referencia a los aspectos económicos.

Pliego de Condiciones Económicas

Toda la documentación técnica exigida deberá ser presentada en castellano.

Documento N°. 2:

TÍTULO DE LA CARATULA: "Documentación general". Se hará constar el objeto de la contratación y el nombre del licitador.

CONTENIDO: Toda la documentación se presentará mediante originales, fotocopias autenticadas o testimonio notarial de la misma, que en caso de no estar en castellano, deberán traducirse oficialmente al mismo.

Los documentos a presentar serán:

Acreditación de la personalidad:

1) Si el licitador es persona física, deberá presentar el documento que acredite su personalidad (Documento Nacional de Identidad para los españoles, pasaporte, autorización de residencia y permiso de trabajo para extranjeros)

2) Si el licitador es persona jurídica, deberá aportar la escritura de constitución o modificación, en su caso, inscrita en el Registro Mercantil cuando este requisito fuera exigible conforme a la legislación mercantil que le sea aplicable. Si no lo fuere, la escritura o documento de constitución, estatutos o acto fundacional en el que consten las normas por las que se regula su actividad inscritos, en su caso, en el Registro Oficial correspondiente.

3) Las empresas no españolas ubicadas legalmente en los estados miembros de la Comunidad Europea o de los Estados signatarios del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, deberán acreditar su inscripción en los registros que correspondan de los relacionados en el RD. 390/1996, de 1 de Marzo (BOE de 21 de Marzo de 1996), o norma que le sustituya.

4) Las demás empresas extranjeras acreditarán su capacidad de obrar con certificación expedida por la respectiva representación diplomática española en la que se haga constar que figura inscrita en el Registro Local profesional, comercial o análogo, o en su defecto, que actúan habitualmente en el ámbito de las actividades a las que se refiere el objeto de la contratación.

Las empresas extranjeras no comunitarias deberán acompañar un informe de la respectiva representación diplomática española sobre:

- La condición de Estado signatario del Acuerdo sobre contratación pública de la Organización Mundial de Comercio o, en caso contrario

- Que el estado de procedencia de la empresa extranjera admite a su vez la participación de empresas españolas en la contratación con la administración, en forma sustancialmente análoga.

- Cuando el licitador no actúe en nombre propio o se trate de sociedad o persona jurídica, deberá presentar apoderamiento bastante para representar a la persona o entidad en cuyo nombre se concurra ante la empresa, inscrito en el Registro Mercantil.

- Documentación acreditativa de cumplir los requisitos de solvencia económica, financiera y técnica o profesional conforme se especifica a continuación:

SOLVENCIA ECONOMICA Y FINANCIERA: SE ACREDITARÁ POR CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES FORMAS:

1. Presentación de informe de instituciones financieras o, en su caso, el justificante de la existencia de un seguro de indemnización por riesgos profesionales.

2. Tratándose de personas jurídicas, presentación de las cuentas anuales o extracto de las mismas, en el supuesto de que la publicación de las mismas sea obligatoria en los estados en donde aquellas se encuentren establecidas.

3. Declaración relativa a la cifra de negocios global y de las obras, suministros, servicios o trabajos realizados por la empresa en el curso de los tres últimos ejercicios, en función de cual sea la naturaleza de la contratación.

4. Cualquier otra forma de acreditación que se especifique en el Pliego de

Pliego de Condiciones Económicas

SOLVENCIA TÉCNICA

Se acreditará conforme a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares:

- En el caso de uniones de empresarios constituidas temporalmente al efecto se incluirá un escrito indicando los nombres y circunstancias de los empresarios que suscriben la unión, la participación de cada uno de ellos y el nombramiento o designación del representante o apoderado único de la unión con poderes suficientes para ejercitar los derechos y cumplir las obligaciones que se deriven del contrato hasta su extinción.

Cada uno de los empresarios que componen la unión deberá acreditar su capacidad de obrar con los documentos que se detallan en los números anteriores.

Las personas físicas o jurídicas de Estados no pertenecientes a la Comunidad Europea, además de acreditar su plena capacidad para contratar y obligarse conforme a la legislación de su estado y su solvencia económica y financiera, técnica o profesional, deberán justificar que tienen abierta sucursal en España, con designación de apoderados o representantes para sus operaciones y que están inscritas en el Registro Mercantil.

- Declaración bajo responsabilidad del firmante, otorgada ante notario o ante la unidad central de la empresa contratante, de no incurrir en ninguna de las causas, conforme al modelo que figura en el Anexo I, que imposibilitan la contratación con la Empresa.

Documento N. 3:

TÍTULO DE LA CARÁTULA: "Oferta Económica".

Se hará constar el objeto de la contratación y el nombre del licitador.

Pliego.

CONTENIDO: Oferta ajustada al modelo determinado en el Anexo 2 de este

Tanto en las ofertas que formulen los empresarios como en el presupuesto de licitación, se entenderán comprendidos a todos los efectos los gastos generales y el beneficio industrial, así como los importes de los tributos de toda índole que graven las prestaciones objeto del contrato, excluido el impuesto sobre el valor añadido (IVA) o cualquier otro impuesto indirecto equivalente, según corresponda, y que deberán ser identificados y posteriormente repercutidos como partidas independientes.

Cada licitador no podrá presentar más de una oferta, ni suscribir más de una propuesta en Unión Temporal de Empresas (UTE). La vulneración de esta regla reducirá la exclusión de todas las ofertas en las que intervenga.

No se aceptarán aquellas ofertas que tengan omisiones, errores o tachaduras que impidan conocer claramente lo que la empresa contratante estime fundamental para considerar la oferta.

Salvo que el Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares establezca otra cosa, no se admitirán variantes o alternativas a la oferta, aunque podrán presentarse en el proceso de ejecución si así lo admite posteriormente la Empresa.

5.1.9 ADJUDICACIÓN

La adjudicación se realizará de acuerdo con los criterios que se determinen en el pliego de condiciones técnicas y particulares, pudiendo declarar desierta la contratación si ninguna de las ofertas fueran aceptable.

En el supuesto de que el adjudicatario incumpliera las condiciones previstas en el presente pliego previas a la firma del contrato, o no suscribiera el mismo, el órgano de adjudicación adoptará la decisión que corresponda, pudiendo, en todo caso, adjudicar la contratación a otro licitador dentro del mismo procedimiento.

Antes de la adjudicación, la Empresa contratante podrá requerir la presentación de documentación complementaria, aclaración o modificaciones de las ofertas que considere oportunas para el mayor acierto en la adjudicación.

5.1.10 DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE

Para la formalización del contrato el adjudicatario deberá aportar los documentos que se detallan a continuación:

a) El adjudicatario deberá acreditar, antes de la firma del contrato, que está al corriente de sus obligaciones fiscales y de Seguridad Social.

Se entenderá que las empresas están al corriente en el cumplimiento de sus obligaciones tributarias y de seguridad social mediante la acreditación de las circunstancias previstas en los artículos 7.1 y 8.1., respectivamente, del Real Decreto 390/1996, de 1 de marzo (BOE Nº. 70 de 21/3/96), o norma que le sustituya.

Las circunstancias mencionadas en el párrafo anterior se acreditarán mediante certificación administrativa expedida por el órgano competente, excepto para la acreditación de estar al corriente en el impuesto de Actividades Económicas, cuya acreditación se efectuará mediante la presentación del alta y, en su caso, del último recibo del Impuesto sobre Actividades Económicas. Las citadas certificaciones tendrán una validez, a efectos de participar en procesos de licitación, de seis meses a contar desde la fecha de expedición.

Cuando la empresa no esté obligada a presentar las declaraciones o documentos a que se refiere el párrafo segundo de este apartado, se acreditará esta circunstancia mediante declaración del responsable.

b) El adjudicatario, antes de la formalización del contrato, deberá presentar los justificantes de la fianza exigida en el apartado "D" del cuadro de características, así como del abono de los gastos del anuncio o anuncios de licitación.

c) En el supuesto de que la licitación sea adjudicada a una Unión Temporal de Empresas (UTE), deberá acreditarse la constitución de la misma ante la Empresa contratante mediante escritura pública.

d) En todo caso, la Empresa podrá exigir que se acrediten documentalmente la propiedad de la maquinaria y medios auxiliares que la empresa haya declarado tener a disposición, así como cualquier otra documentación complementaria que considere conveniente.

5.1.11 FIANZA

El adjudicatario viene obligado a constituir y acreditar una fianza, previa a la formalización del contrato, en la cuantía que se indique en el apartado "D" del Cuadro de Características, en el plazo de diez días desde que se le notifique la adjudicación.

La fianza podrá constituirse en metálico o mediante aval prestado por alguno de los bancos, cajas de ahorro, cooperativas de crédito, establecimientos financieros de créditos y sociedades de garantía recíproca autorizados para operar en España.

El contenido del aval se ajustará al modelo que figura en el Anexo 3 al presente Pliego.

El importe de la fianza se destinará al resarcimiento de los daños y perjuicios que por cualquier causa pudiera incurrir en la ejecución del contrato o durante el periodo de vigencia de la garantía fijada en el apartado "F" del cuadro de características, y en su caso, para satisfacción de las penas pecuniarias que se hayan estipulado.

Salvo que el pliego de condiciones técnicas y particulares o cualquier otro documento de carácter contractual estipulen lo contrario, el pago de las penas pecuniarias no sustituirá el resarcimiento de daños y perjuicios por incumplimiento del contratista, ni eximirá de cumplir con las obligaciones contractuales, pudiendo exigirse conjuntamente el cumplimiento de dichas obligaciones y la satisfacción de las penas pecuniarias estipuladas.

Cuando a consecuencia de la modificación del contrato experimente variación del valor total del mismo, se ajustará la fianza constituida en la cuantía necesaria para que se mantenga

Pliego de Condiciones Económicas

la debida proporcionalidad entre la fianza y el presupuesto del contrato.

Dentro del plazo de tres meses a partir de la finalización del contrato, o del plazo de garantía fijado en el apartado "F" del cuadro de características, se procederá a la devolución del importe de la fianza o, en su caso, a la cancelación del aval ejecutable.

5.1.11.1 FORMALIZACIÓN

El adjudicatario queda obligado a suscribir el contrato en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Técnicas y particulares y, en su defecto, en el plazo de 15 días desde que se le notifique la adjudicación. Transcurrido dicho plazo sin que se hubiera formalizado el documento contractual por causas imputables al adjudicatario, el órgano competente podrá aprobar la adjudicación al licitador que hubiera presentado la segunda mejor oferta, previa notificación de dicha circunstancia al contratista que hubiera incumplido, sin perjuicio del derecho de la empresa contratante a ser indemnizada en los daños sufridos.

El contrato podrá formalizarse en escritura pública cuando así lo solicite cualquiera de las partes, siendo a su cargo de la que lo solicite los gastos derivados de su otorgamiento.

5.1.11.2 EXTINCIÓN DEL CONTRATO

El contrato se extinguirá por conclusión o cumplimiento, o bien por resolución. Son causas de resolución:

A. El incumplimiento de las cláusulas contenidas en los pliegos por los que se rigen la contratación, sus Anexos, el contrato o cualquier otra documentación que revista carácter contractual.

B. La muerte del contratista individual, salvo que los herederos ofrezcan llevar a cabo el contrato bajo las condiciones estipuladas en el mismo. No obstante, la empresa podrá aceptar o desechar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan derecho los herederos a indemnización alguna por el resto del contrato dejado de ejecutar.

C. La extinción de la personalidad jurídica de la sociedad mercantil del contratista, salvo que el patrimonio y organización de la sociedad extinguida sea incorporado a otra entidad, asumiendo esta última las obligaciones de aquella y siempre que la nueva entidad, en el plazo de un mes, ofrezca llevar a cabo el contrato en las condiciones estipuladas. La empresa puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en éste último caso, haya derecho a indemnización alguna.

D. El mutuo acuerdo entre la Empresa contratante y el contratista. E. La cesión a terceros del contrato sin autorización de la empresa.

F. La declaración de quiebra o concurso de acreedores del contratista.

G. Cualquier otra causa que se establezca expresamente en el Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares o en el contrato.

Cuando la resolución del contrato sea por causas imputables al contratista, la empresa ejecutará, si así procediese y a su sola discreción, la fianza constituida haciendo suyo su importe.

5.1.11.3 PRÓRROGA DEL CONTRATO

Una vez finalizado el plazo de vigencia del contrato, el contratista quedará obligado, cuando así se requiera por la empresa, a prestar el servicio durante un plazo máximo de tres meses.

5.1.11.4 RÉGIMEN JURÍDICO DEL CONTRATO

Los contratos suscritos por la Empresa contratante y comprendidos en el ámbito de aplicación del presente Pliego, se regirán por sus propias estipulaciones y, en lo no previsto en las

Pliego de Condiciones Económicas

mismas, en cuanto no contradigan y les sea de aplicación, por las condiciones, prescripciones y previsiones contenidas en la documentación complementaria e integradora de dichos contratos, según enumeración y orden de prelación que a continuación se establece:

1. Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares.
2. Pliego de Condiciones Generales.
3. Los demás documentos que tengan carácter contractual según las condiciones que regulan la contratación.
4. El ordenamiento jurídico privado.

5.2.1.-PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

El presente pliego tiene por finalidad la determinación y definición de los siguientes conceptos: Extensión de los trabajos a realizar por el instalador o contratista, y que, por lo tanto, deberán estar plenamente incluidos en su oferta.

Materiales complementarios para el perfecto acabado de la instalación, no relacionados explícitamente en el presupuesto pero que por su lógica aplicación quedan incluidos en el suministro del instalador.

Calidad y forma de instalación de los diferentes equipos y elementos primarios y auxiliares.

Pruebas y ensayos parciales a realizar durante el transcurso de los montajes o finales provisionales y definitivos de las correspondientes recepciones.

Las garantías exigidas tanto en los materiales, como en su montaje o en su funcionamiento conjunto.

A continuación se recogen las especificaciones técnicas y de control que regirán en los trabajos relacionados con la construcción, inspección y puesta en marcha de los elementos de la instalación.

5.2.2.-Tuberías y accesorios

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las redes agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las tuberías se instalarán de forma que presenten un aspecto rectilíneo, limpio y ordenado, usándose accesorios para los cambios de dirección y deberán ser cortadas exactamente y en las uniones, presentarán un corte limpio sin rebabas.

El material elegido para la ejecución de las tuberías es Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) apto para soportar una presión de hasta 16 bares.

Los tramos de tubería y los accesorios de unión deberán tener un estado final de normalizado o equivalente.

Las secciones serán circulares con espesores uniformes. Los defectos superficiales tales como huecos o rayas, serán examinados para apreciar su importancia. Caso de rectificación, el espesor deberá mantenerse dentro de una tolerancia de -12,5% del espesor nominal.

No se admitirán en los tubos, grietas, rayas o depresiones que puedan afectar a la resistencia mecánica del tubo, asperezas o escamas internas visibles, huellas de grasa, productos de revestimiento, pintura o retoques de cualquier clase en su interior, etc.

En todos los puntos que lo requieran deberá poderse apretar o soltar los tornillos de bridas, juntas, etc., con facilidad.

En los lugares en que se coloquen codos o " T ", se sujetarán estos a ambos lados, de forma que no puedan ser expulsados. No se considerará suficiente la sujeción de las juntas.

Todas las tuberías se suministrarán en tramos de 6 metros de longitud y de color negro grafito (RAL 9011) y con las superficies interiores limpias. Cada uno de los extremos se cerrará para evitar el deterioro de la superficie interior. Las tuberías que no cumplan con esta especificación se podrán retirar del emplazamiento del trabajo hayan sido o no instaladas.

Los codos unidos serán de radio largo. Los accesorios unidos a tope tendrán las mismas presiones de rotura que las tuberías.

5.2.2.1.-Soportes de tubería

La tubería será soportada de forma limpia y precisa. Los soportes se construirán de material sintético normalizado y su sujeción se realizará con varillas rascadas de acero cadmiada.

Pliego de Condiciones Técnicas

Los soportes serán de abrazadera y estarán distanciados, por norma general, 3m. El soporte de las tuberías se realizará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tramos de tuberías, dejando libres las zonas de posible movimiento. Las tuberías deben ser colocadas sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.

Éstas se apilarán convenientemente sobre una superficie plana, evitando flechas importantes y con una altura no superior a 1,5 m.

5.2.3.-Bombas de Impulsión

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de la bomba centrífuga y motor para de impulsión de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto. El contratista deberá verificar las condiciones de aspiración de las bombas. Se incluirán curvas de rendimiento de las bombas suministradas.

En ningún caso la potencia al freno del motor estando la bomba trabajando a su máxima capacidad, excederá la potencia nominal del motor. La bomba estará perfectamente equilibrada estática y dinámicamente y se seleccionarán para soportar presiones iguales o mayores a la presión estática deducida de los planos, más la presión a descarga cerrada. La presión de descarga de la bomba no deberá de exceder el 125% de la de funcionamiento. Se suministrarán, si se necesita, conexiones para limpieza de empaquetaduras.

La bomba deberá de ser seleccionada para funcionar cerca del punto de eficiencia máxima, permitiendo el funcionamiento en capacidades de aproximadamente un 25% por debajo de la capacidad de diseño. Además, el diámetro del rodete deberá de ser seleccionado de modo que la capacidad de diseño de la bomba no exceda el 90% de la capacidad obtenible con el diámetro del rodete máximo para dicho modelo a la velocidad de diseño.

La curva de la bomba deberá tener pendiente continua desde la capacidad máxima hasta el punto de corte.

En todos los casos el tamaño del motor deberá de ser seleccionado para trabajar holgadamente dentro del rango completo de funcionamiento de la bomba, con el tamaño de rodete instalado.

La bomba deberá de suministrar el caudal requerido a la presión de diseño con una tolerancia de $\pm 3\%$ sin sobrecalentamientos del motor, cojinetes o cualquier otra parte y producción normal de ruido. Los cierres deberán de reemplazarse sin cargo alguno si se produce desgaste inusual u operación incorrecta durante el periodo de garantía, que no haya sido causada por fallo en el mantenimiento.

5.2.4.-Válvulas

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que por conveniencia de equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad según el trazado, juzgue necesario la Dirección Facultativa.

El apilamiento de las válvulas en obra será realizado con especial cuidado, evitando que sean desordenados pudiendo afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas, etc.). Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas.

En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda aire el año de garantía.

Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen funcionamiento a juicio de la Dirección

Facultativa, debiendo ser aprobada por esta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponde al esquema de principio existente en la sala de máquinas.

Las válvulas se situarán en lugares de fácil acceso y operación de forma tal que puedan ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas, equipos, tuberías, etc. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

Se instalarán válvulas y uniones en todos los aparatos y equipos, de modo que se pueda retirar el equipo sin parar la instalación.

A no ser que expresamente se indique lo contrario, las válvulas se suministrarán para ser recibidas entre bridas.

Las válvulas se definirán por su diámetro nominal en milímetros y pulgadas y su presión nominal PN. La presión de trabajo de la válvula permitida será siempre igual o superior a la arriba mencionada.

5.2.5.-Ensayos

5.2.5.1.-Procedimiento general de inspección por líquidos penetrantes según ASME

El presente procedimiento establece los procesos de aplicación de los distintos métodos de ensayo por Líquidos Penetrantes para la detección de discontinuidades superficiales tales como grietas, poros, pliegues, laminaciones, etc., abiertas a la superficie de componentes y soldaduras.

Este procedimiento es de aplicación en materiales no porosos, metálicos férricos y no férricos, y en materiales no metálicos, como cerámicas, plásticos y vidrios. Las técnicas a emplear bajo las directrices del presente procedimiento son:

- Inspección por Líquidos Penetrantes por Contraste de Color eliminables con disolventes y eliminables con agua.
- Inspección por Líquidos Penetrantes Fluorescentes eliminables con disolvente.

NOTA 1: En general, se usará el primer método, mientras que el segundo se usará solo en caso de ser un requisito contractual expreso del cliente, siendo en tal caso claramente advertido en el QCP aplicable al pedido correspondiente.

Documentos de referencia

Se utilizan como referencia los siguientes documentos:

Código ASME, Sección V, Art. 6, última revisión en vigor.

Código ASME, Sección V, Art. 24, última revisión en vigor.

Código ASME, Sección VIII, División 1, Ap. 8, última revisión en vigor.

Standard SNT-TC-1A, última revisión en vigor.

Norma EN 473, última revisión en vigor.

Certificación y formación del personal

El personal que realice el ensayo por Líquidos Penetrantes de acuerdo con este procedimiento estará certificado en LP según la SNT-TC-1A o la EN 473 como Nivel I (como mínimo). La evaluación de los resultados del examen la realizará un Nivel II, como mínimo, según SNT-TC-1A o EN 473.

Productos

Los productos a emplear para la detección de defectos por Líquidos Penetrantes pueden ser los suministrados por BRENT IBERICA, S.A. o MAGNAFLUX, S.A. Se podrán utilizar otras marcas siempre que los productos sean de las mismas características que los anteriores.

Descripción general del proceso

El proceso de examen consiste en la aplicación a las superficies que se examinan de un Líquido Penetrante, el cual se introduce por capilaridad dentro de las discontinuidades, eliminándose luego el exceso de penetrante por medio de un agente eliminador, y aplicándose a continuación un producto revelador que indica visualmente, por fluorescencia o por contraste, las discontinuidades.

Se utilizará la Técnica Standard del método de ensayo cuando la temperatura de los líquidos y de la superficie de la pieza este entre 10°C y 52°C.

Cuando sea necesario trabajar a temperatura fuera de este rango, se homologará el procedimiento de ensayo con las variaciones necesarias para la nueva temperatura, utilizando el comparador patrón de líquidos penetrantes.

La sensibilidad de los distintos métodos dependerá (fundamentalmente) de la limpieza y rugosidad de la superficie a inspeccionar, tipo y localización de las posibles discontinuidades a detectar y capacidad de contraste del penetrante a utilizar.

De acuerdo con este procedimiento, uno de los siguientes dos métodos puede ser empleado en el examen por Líquidos Penetrantes, preferentemente el primero:

1. Penetrantes eliminables con disolvente o lavables con agua, por contraste de color.
2. Penetrantes eliminables con disolventes, por contraste de color o fluorescentes.

El Método de Líquidos Penetrantes por Contraste de Color Emplea penetrantes visibles a la luz ordinaria siempre que esta tenga una intensidad superior a 1000 Lux.

Para pequeñas discontinuidades, es un método muy sensible y puede utilizarse sobre piezas anodizadas.

En general, se emplearán penetrantes eliminables con disolventes para este método. Los lavables con agua se usarán solamente cuando la configuración de la pieza a ser verificada dificulte posteriormente su limpieza adecuada mediante la aplicación de un disolvente.

El Método de Líquidos Penetrantes Fluorescentes emplea penetrantes visibles con lámpara de luz ultravioleta, la cual deberá proporcionar un mínimo de 1000 W/cm² a la distancia de inspección de la pieza. Se emplearán Penetrantes Fluorescentes eliminables con Disolventes.

El proceso del examen consta de cinco etapas: limpieza preliminar, aplicación del penetrante, eliminación del exceso de penetrante, revelado e inspección y limpieza final.

Proceso del Examen

Limpieza Preliminar:

El modo de llevar a cabo esta primera etapa es común para ambos métodos. Todas las soldaduras o partes examinadas, y las zonas adyacentes en 25 mm de ancho, deberán de estar limpias de cualquier irregularidad, contaminantes, etc. y debidamente secas antes de aplicar el penetrante. Se define como contaminante cualquier óxido, cascarilla, salpicaduras de soldadura, grasa, aceite, agua, pintura o cualquier otra materia extraña que pueda interferir con el proceso penetrante.

La limpieza se realizará por medio de mecanizado, piedra esmeril, cepillo de alambre, o aplicando disolventes orgánicos en profusión, por medio de trapos limpios y exentos de pelusilla con los que se eliminarán las materias que puedan interferir con el examen. Una vez realizada la limpieza por el último método, se esperará el tiempo necesario para la total evaporación de los disolventes, tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos. El periodo mínimo

Pliego de Condiciones Técnicas

de secado dependerá de las condiciones ambientales y medios de secado, pero será el suficiente para asegurar el completo secado de la zona a examinar. No se permite la limpieza superficial con granallado o chorreado.

Aplicación del Penetrante

La aplicación del penetrante se hará de igual modo tanto para Penetrantes por Contraste de Color como para Penetrantes Fluorescentes. Deberá realizarse cubriendo totalmente con penetrante el área que se examina. Esta aplicación se llevará a cabo por medio de un pincel, pulverización o inmersión. Después de la aplicación, se tendrá especial cuidado en evitar la formación de charcos, mientras transcurre el tiempo de penetración. Después de aplicado el penetrante, se dejará la pieza en reposo durante un espacio de tiempo entre 10 y 20 minutos, para que el líquido pueda penetrar en los posibles defectos.

Eliminación del exceso de Penetrante

Penetrantes eliminables con Disolventes:

La eliminación del exceso de penetrante se hará de igual modo tanto para penetrantes por contraste de color como para penetrantes fluorescentes. El exceso de penetrante (tras el tiempo de penetración) se eliminará con papel absorbente o contrapos limpios y secos libres de pelusilla, repitiendo la operación hasta que la mayor parte de las trazas hayan desaparecido. Entonces se humedecerá ligeramente con disolvente un trapo limpio, seco y sin pelusilla, frotando con el tanto la zona examinada como las adyacentes, hasta que no se aprecie ninguna traza de penetrante.

Para hacer mínima la eliminación del penetrante de las discontinuidades, se evitará emplear un exceso de disolvente. Está totalmente prohibido pulverizar con eliminador la zona examinada, después de la aplicación del penetrante y antes de la del revelador.

Se comprobará que no hay trazas de líquido penetrante sobre la superficie, cuando al pasar un trapo limpio y seco no se observe en ella pigmentación alguna.

Antes de aplicar el revelador, la superficie deberá estar totalmente seca. Esto se logrará por evaporación normal del disolvente con un tiempo mínimo de 5 minutos.

Penetrantes eliminables con agua:

El exceso de penetrante (tras el tiempo de penetración) se eliminará con agua, por inmersión o por medio de manguera a una presión máxima de 50 psi (para evitar la evacuación de penetrante del interior de las discontinuidades). La temperatura del agua no superará los 43°C.

Antes de aplicar el revelador, la superficie deberá estar totalmente seca. Esto se logrará por evaporación normal o por circulación de aire caliente.

Revelado e Inspección

Revelado de Penetrantes por Contraste de Color y Fluorescentes. La operación de revelado se realizará utilizando un revelador suspendido en un disolvente no acuoso, que se evaporará sobre la superficie. Este revelador se aplicará en spray y por pulverización, después de haber sido agitado.

Se aplicará el revelador tan pronto como sea posible después de la evaporación del eliminador, de forma tal que se cubra la zona examinada y las adyacentes con una capa fina y uniforme. Esto se logrará variando la dirección del chorro pulverizador de forma uniforme y suave desde una distancia a la superficie que no sea inferior a 250 mm, para lograr una perfecta pulverización.

A ser posible, no se aplicará el chorro verticalmente sobre la pieza para evitar la proyección de gotas sobre ella.

Pliego de Condiciones Técnicas

Se observará detenidamente la superficie durante la aplicación del revelador para seguir el comportamiento de las indicaciones que tiendan a “sangrar” intensamente.

Evaluación de las indicaciones

Líquidos Penetrantes por Contraste de Color

La interpretación final se hará entre 7 y 60 minutos después del secado del disolvente en que va suspendido el polvo revelador, asegurándonos de cumplir los niveles de iluminación descritos.

Líquidos Penetrantes Fluorescentes

La evaluación final se hará entre 7 y 60 minutos después del secado del disolvente en que va suspendido el polvo revelador. La inspección se realizará en una cámara o zona oscura, utilizando una lámpara de luz ultravioleta (la cual deberá permanecer encendida 5 minutos antes de la evaluación), asegurándonos de cumplir los niveles de iluminación. El inspector permanecerá al menos 5 minutos en la cámara oscura antes de comenzar la evaluación de las indicaciones.

Tipos de indicaciones

Una indicación es la evidencia de una imperfección mecánica. Solo se consideran relevantes las indicaciones cuya mayor dimensión supere 1,6mm. Indicaciones lineales son aquellas en las cuales la longitud es mayor que tres veces la anchura.

Serán indicaciones redondas aquellas cuya longitud es igual o menor que tres veces la anchura. El periodo de evaluación será más corto o más largo según se necesite para que las indicaciones sean consideradas por el inspector como suficientemente clarificadoras. En caso contrario, cualquier indicación dudosa o cuestionable será comprobada de nuevo, al objeto de verificar si son o no relevantes.

Criterios de aceptación

Los criterios de aceptación serán según ASME VIII, Div. 1, Apéndice 8:

Todas las superficies examinadas estarán libres de:

Indicaciones lineales relevantes.

Indicaciones redondeadas relevantes mayores de 4,8mm.

Cuatro o más indicaciones redondeadas relevantes en línea separadas 1,6 mm, o menos, de extremo a extremo. Una indicación de una imperfección puede ser mayor que la imperfección que la produce; de todos modos, el tamaño de la indicación es la base para la evaluación de aceptabilidad. Los anteriores criterios de aceptación serán aplicables a menos que sean especificados otros más restrictivos por parte del cliente.

Limpieza final

Una vez terminado el examen, se limpiarán las partes examinadas con trapos limpios, secos, o humedecidos con el eliminador correspondiente, o por medio de un baño de este eliminador.

3.2.5.2 PROCEDIMIENTO GENERAL DE EXAMEN DE PIEZAS FORJADAS Y BARRAS POR ULTRASONIDOS SEGÚN ASME III

Objeto

Este procedimiento define el método de trabajo y los criterios de aceptación en el examen de piezas forjadas por el método de Ultrasonidos.

Alcance

Afecta a todo tipo de piezas forjadas y barras de acero al carbono o aleado.

Pliego de Condiciones Técnicas

Normas de referencia. Se utilizan como referencia los siguientes documentos:

Código ASME, Sección V, Art. 5, última revisión en vigor.

Código ASME, Sección V, Art. 23, última revisión en vigor.

Código ASME, Sección II, Parte A, última revisión en vigor.

Código ASME, Sección V, T-571 -2, última revisión en vigor.

Standard SNT-TC-1A, última revisión en vigor.

Norma EN 473, última revisión en vigor.

Certificación personal

El personal que realice el examen de ultrasonidos de acuerdo con este procedimiento estará certificado, como mínimo, como Nivel I en US según la SNTTC -

1A o la EN 473. La evaluación de la inspección deberá ser realizada por un Nivel II (como mínimo).

Equipo

El equipo de ultrasonidos a utilizar será del tipo impulso-eco, con frecuencia de operación entre 1 y 6 MHz, y capaz de cumplir los requerimientos indicados en los siguientes párrafos.

Linealidad vertical

La amplificación vertical debe ser lineal. Para ello se verificará que sucesivas reducciones de 2 dB sobre el 100% de amplitud total de pantalla den una respuesta similar a las siguientes amplitudes:

REDUCCIÓN DE AMPLITUD REDUCCIÓN DE ALTURA

0 dB 100 %

2 dB 80 %

4 dB 63 %

6 dB 50 %

8 dB 40 %

10 dB 32 %

12 dB 25 %

14 dB 20 %

16 dB 16 %

18 dB 12 %

20 dB 10 %

Desviaciones del 5% en valores superiores al 50%, y del 2% en valores por debajo del 50%, son inaceptables. El mando de supresión de hierba debe estar en su máximo valor.

Linealidad horizontal

La linealidad horizontal se comprobará en un campo de 100 mm de pantalla y sacando los ecos correspondientes a 25, 50, 75 y 100 mm midiendo sobre una probeta patrón.

Desviaciones superiores al 1% son inaceptables.

Resolución

El aparato debe ser capaz de definir de forma clara los ecos procedentes de tres defectos próximos en la línea base de tiempos. Para ello se empleara la probeta VI del I.I.W. en la zona de entalla. Los palpadores podrán ser de ondas longitudinales o transversales. Las frecuencias de ensayo pueden variar entre 1 y 5 MHz, dependiendo del tipo de material. Los palpadores angulares podrán ser de 45º, 60º y 70º dependiendo del espesor de material.

Preparación de la superficie

Pliego de Condiciones Técnicas

Las forjas y barras deben estar limpias y exentas de óxidos, pintura y cualquier impureza que pueda perjudicar el correcto acoplamiento del palpador.

Deberán estar mecanizadas (a no ser que exista otro requerimiento diferente en el contrato). En el caso de forjas redondeadas, los extremos se mecanizarán perpendicularmente al eje de la forja. Las caras de discos y forjas rectangulares se mecanizarán planas y paralelas entre sí.

Los extremos de la barra estarán mecanizados y deberán ser perpendiculares al eje de la barra. La rugosidad superficial no debe exceder de 250 micro-pulgadas (a menos que se especifique otra cosa por parte del cliente o contrato).

Procedimiento de ensayo

Se hará el examen solapando el desplazamiento del palpador un 15%, de forma que se asegure la inspección del 100% del volumen de la pieza.

Si es posible, se examinarán todas las secciones de la forja en dos direcciones perpendiculares. Los discos forjados se examinarán utilizando haz recto desde, al menos, una cara y radialmente desde la circunferencia externa (se considerará disco todo cilindro en el cual el diámetro sea mayor que la altura). Las forjas de sección cilíndrica, hueca y anular se examinarán radialmente usando haz recto sobre dos ejes a 90°. Cuando sea practicable, se hará también en dirección axial. Cuando la longitud dividida entre el diámetro sea mayor de 6, se realizará el ensayo axial desde las dos cabezas. Además, las forjas huecas y anillos se examinarán con palpador angular desde la superficie externa (según se detalla más adelante). La velocidad de desplazamiento radial del palpador no deberá exceder de 6 pulgadas por segundo (150 mm/s).

Los reflectores (taladros y entallas) que se mecanicen en los bloques patrón deberán estar de acuerdo con los requisitos relacionados en ASME V.

Examen con Haz Recto

Se usarán principalmente frecuencias de 2 MHz para largas distancias.

Ajuste del equipo:

1. Técnica del Eco de Reflexión

Se ajustará el equipo para obtener una respuesta de aproximadamente el 75% de la altura de pantalla desde la cara opuesta de la forja.

2. Ajuste con Bloque de Referencia

Se tomará un bloque de referencia con taladro de fondo plano de acuerdo con E-428.5 y se llevará el eco obtenido al 75% de la altura de pantalla.

Examen con Haz Angular (anillos y forjas huecas)

Se realizará el examen desde la circunferencia externa de anillos y forjas huecas que tengan una longitud axial > 2 in. (50,8 mm) y tengan una relación $1 < D_e / D_i < 2$. Se ajustará el equipo para obtener una amplitud de indicación del 75% de altura de pantalla desde una entalla rectangular o de ángulo 60° sobre el diámetro interno en dirección axial. Cuando se tenga un grupo de forjas idénticas, se podrá utilizar una de ellas como bloque patrón. En ella se preparará una entalla sobre el diámetro interno a una profundidad del 3% (máximo) del espesor o 1/4" (6,35 mm), lo que sea menor, y de longitud aproximada de 1" (25,4 mm). Se hará lo mismo sobre el diámetro externo.

Se dibujará una línea que una los primeros picos de reflexión obtenidos de ambas entallas. Esta será la línea de Amplitud de Referencia. Se desarrollará el examen circunferencialmente en ambos sentidos sobre el diámetro externo. Para las forjas que no puedan ser examinadas axialmente usando haz recto, se hará con haz angular. Para el ajuste se desarrollarán las mismas entallas que para el examen circunferencial, pero en dirección perpendicular al eje.

Medio de acoplamiento

Como medio de acoplamiento se podrá utilizar cualquier sustancia que impida que haya una cámara de aire entre el palpador y la pieza a ensayar (agua, cola celulósica, glicerina, aceite, etc.).

Verificación de la calibración

La verificación de la calibración hay que efectuarla:

- Cuando se cambie de equipo, cable o palpador.
- Cada cuatro horas de trabajo.
- Cuando se cambie de operador.
- Cuando en la verificación se observa una diferencia del 15% de porcentaje sobre la anterior calibración, debe ser reexaminada toda la zona de la pieza ensayada desde la última verificación.

Evaluación de las indicaciones y criterios de aceptación

En general, serán rechazables todos los materiales a examinar en los que aparezcan indicaciones que produzcan una pérdida total del eco de fondo y los que produzcan indicaciones de amplitud mayor que el nivel de referencia. Además, serán rechazables las siguientes indicaciones, siempre que no sean debidas a la geometría de la pieza:

a) Palpador de Haz Recto

- Las indicaciones puntuales de altura igual o mayor del 10% del primer eco de fondo o indicaciones que superen la altura de referencia.
- Las indicaciones continuas de un área mayor al doble del área del palpador utilizado, independientemente de su altura.
- Indicaciones agrupadas de una altura igual o mayor al 5% del primer eco de fondo o que excedan del 50% del nivel de referencia.
- Indicaciones que produzcan una pérdida del 20% en altura del primer eco de fondo.
- Las indicaciones que viajen a izquierda o derecha de la pantalla según se mueve el palpador y que excedan del 50% del nivel de referencia.

b) Palpador de Haz Angular

- Las indicaciones con amplitud mayor del 50% de la línea de referencia. Cuando no se pueda desarrollar la línea de referencia, se rechazarán las discontinuidades que excedan del 50% de la entalla de referencia.

5.2.5.3.- Procedimiento específico por inspección de partículas magnéticas según ASME

Objeto

El objeto de este procedimiento es establecer las reglas específicas a seguir en las inspecciones mediante partículas magnéticas. El Método seguido es el de "Magnetización por Yugo."

Alcance

Esta especificación se divide en dos técnicas:

Método de Partículas por vía seca. Especialmente indicadas para zonas estriadas, acanaladas y entre pasadas de soldaduras.

Método de Partículas por vía húmeda. Para aplicaciones en general, excepto los casos anteriores.

Normas de referencia

ASME V, Art. 1, T-150 (última edición aplicable)

ASME V, Art. 7 (última edición aplicable)

ASME V, Art. 25, SE-709 (última edición aplicable)

Pliego de Condiciones Técnicas

ASME VIII, División 1 (última edición aplicable)
SNT-TC-1A (última edición aplicable)

EN 473 (última edición aplicable)

Cualificación del personal

Los operadores e inspectores tendrán la cualificación de acuerdo con los requerimientos de SNT-TC-1A o EN 473, siendo obligatorio que la persona que evalúe las indicaciones esté calificada como Nivel II (mínimo).

Equipo

Para la inspección por Partículas Magnéticas con yugo se podrán utilizar los siguientes equipos (o equivalentes). Magnaflux Tipo FERROTEST GWH 1500E (con corriente alterna). Los yugos electromagnéticos de corriente continua o permanentemente magnetizados a utilizar deben tener los polos móviles, capaces de variar las distancias de magnetización entre ellos de 3 a 6 pulgadas (75 a 150 mm). Estos aparatos deben tener una capacidad de elevación de, como mínimo, 40 libras (18,1 Kg) para la máxima distancia entre electrodos. Los yugos electromagnéticos de corriente alterna deben tener igualmente los polos móviles, capaces de variar las distancias de magnetización entre 3 y 6 pulgadas (75 a 150 mm.). Estos aparatos deben tener una capacidad de elevación de, como mínimo, 10 libras (4,5 Kg) para la máxima distancia entre electrodos.

Preparación de superficies

En algunos casos puede ser necesario el esmerilado o mecanizado de superficies con irregularidades que puedan enmascarar indicaciones o discontinuidades.

La superficie a examinar y las zonas adyacentes (al menos 25 mm) estarán secas y exentas de suciedad, grasa, hilos, incrustaciones, salpicaduras, aceites y otros materiales extraños que puedan interferir en el resultado de la inspección.

Método de partículas por vía seca

Este método se utilizará para la inspección en zonas estriadas o acanaladas y entre pasadas de soldadura con condiciones de precalentamiento o superficies a temperaturas elevadas, pero inferiores a 315°C.

Medios de inspección

Se usarán partículas secas (visibles) de los tipos:

Polvo seco ARDROX, negro o rojo.

Polvo seco MAGNAFLUX, gris, negro, rojo o amarillo (o equivalentes aprobados por la inspección). El color de las partículas será el adecuado para la superficie que se esté inspeccionando para obtener el máximo contraste. En caso de bajo contraste, podrá aplicarse una capa fina de laca blanca sobre la superficie a inspeccionar.

Las partículas secas no podrán emplearse en superficies cuya temperatura exceda de 315°C. La secuencia de operación para la inspección con partículas secas será la siguiente:

- 1) La superficie a inspeccionar deberá ser previamente preparada y todos los trazos de suciedad, grasas, etc. eliminados para la inspección.
- 2) El campo magnético se aplicará en el área a inspeccionar apoyando los electrodos del yugo sobre la superficie.
- 3) El polvo seco magnético será espolvoreado en el área a ensayar.
- 4) Si la excesiva acumulación de polvo impide la evaluación, este puede ser eliminado soplando con aire seco.
- 5) Se retirará el campo magnético.
- 6) Se realizará una inspección visual en el área de la superficie con defectos.

Pliego de Condiciones Técnicas

7) El yugo será recolocado para que el campo magnético sea aproximadamente perpendicular a la posición inicial; a partir de aquí se repetirán los puntos 2 a 6.

8) Todos los exámenes serán realizados con el suficiente solape para lograr una inspección al 100% del área en cuestión.

M é todo de las partículas por vía húme da

Este método sirve para detectar grietas y otras discontinuidades en superficies demateriales ferromagnéticos.

Medios de inspección

Se usarán partículas por vía húmeda (visibles) de los tipos:

MAGNAFLUX: negra, roja o equivalente.

ARDROX: negra, roja o equivalente.

El líquido portante de las partículas puede ser agua o queroseno. La concentración del baño de suspensión de las partículas deberá ser preparada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El ensayo deberá ser ejecutado de manera continua. La secuencia de operaciones de este método de inspección por Partículas Magnéticas deberá ser el siguiente:

- 1) La superficie a inspeccionar deberá estar exenta de todas las trazas de grasas, hilos, etc. antes de la inspección.
- 2) En caso de bajo contraste en la superficie a inspeccionar podrá ser aplicada una capa fina de laca blanca.
- 3) El campo magnético será aplicado en el área a ensayar.
- 4) La solución con las partículas magnéticas será aplicada con pulverizador en el área a inspeccionar.
- 5) Se mantendrá el campo magnético durante 5 segundos como mínimo, para permitir la emigración y orientación de las partículas, y posteriormente se interrumpirá el flujo magnético.
- 6) Se realizará la inspección visual de los defectos.
- 7) Se recolocará el yugo de manera que el campo magnético sea perpendicular a la posición inicial y se repetirán los puntos del 3 al 6.

Evaluación de las indicaciones

Las discontinuidades y defectos son los indicados por la retención de las Partículas Magnéticas. No todas las indicaciones serán necesariamente defectos; sin embargo, las superficies excesivamente rugosas, variaciones de permeabilidad magnética (tales como los bordes de las zonas térmicamente afectadas), etc. pueden producir indicaciones similares. Si estas indicaciones son relevantes o no, dependerá de cada tipo de discontinuidad, y serán reexaminadas para su evaluación.

Criterios de aceptación

Se considerarán indicaciones relevantes aquellas en las que una de sus dimensiones sea mayor de 1/16" (1,58 mm). Una indicación se considerará lineal si tiene una longitud tres veces superior a su anchura. Una indicación redondeada es aquella de forma circular o elíptica y cuya longitud es menor o igual a tres veces su anchura.

Ninguna superficie deberá presentar:

Indicaciones lineales relevantes.

Indicaciones redondeadas superiores a 3/16" (4,76 mm).

Cuatro o más indicaciones redondeadas alineadas con una separación menor de 1/16" (1,58 mm) entre extremos de indicaciones.

Reparaciones

En cualquier zona donde se haya efectuado la reparación y su profundidad sea mayor de 2 mm o del 10% del espesor de material base (el menor de los dos), se requiere volver a examinar la zona reparada. Si la profundidad no supera el límite establecido en el punto 10, no es necesario la reparación por soldadura, pero si se debe esmerilar de forma que no queden aristas vivas. La inspección de la zona saneada será realizada con partículas u otro método que asegure la eliminación del defecto antes de proceder al relleno por soldadura. En soldaduras o materiales base, y después de la reparación por soldadura de las zonas excavadas, se deben volver a reexaminar por partículas magnéticas tanto la zona excavada como áreas adicionales a cada extremo de longitud igual a la mitad de la longitud de la excavación.

De smagnetización

Después de realizar la inspección por partículas magnéticas, algunas piezas pueden conservar cierto magnetismo residual, con lo cual pueden ocasionar ciertos problemas en algunas fases siguientes de mecanizado o montaje. En estos casos, se procede a la operación de desmagnetización, operando de acuerdo a alguna de las siguientes formas:

Volver a magnetizar con un equipo de corriente alterna e ir disminuyendo la intensidad en amperios hasta un valor cero, de forma progresiva y escalonada. Magnetizar con corriente continua e, igualmente, ir disminuyendo la intensidad hasta cero, cambiando la polaridad en cada escalón de intensidad. En ambos casos, la intensidad para iniciar la desmagnetización ha de ser superior a la intensidad de corriente en la inspección.

Limpieza final

Después de la inspección y evaluación del examen, se debe limpiar la superficie ensayada utilizando acetona, disolventes orgánicos, etc.

5.2.5.4.- Procedimiento del equilibrado dinámico del impulsor

Objeto

Este procedimiento describe las operaciones a realizar, medidas y precauciones a tener en cuenta en el equilibrado dinámico del impulsor o bomba.

Origen

El procedimiento está basado en la Norma Internacional ISO -1940. Operaciones

Preparación de Superficie

El impulsor debe estar totalmente mecanizado y repasado. Tanto la superficie externa como la interna de las paredes deben estar totalmente limpias, habiéndose eliminado concienzudamente todos los restos de arena, pintura, rebabas, golpes, etc.

Los pasajes hidráulicos entre álabes serán observados con luz eléctrica y deberán presentar una superficie lisa sin senos ni resaltes. Tanto el extremo de entrada como el de salida de los álabes serán controlados de acuerdo con las indicaciones del plano aplicable.

Velocidad de Equilibrado

Las velocidades de equilibrado serán las consideradas como más adecuadas para la máquina empleada y el impulsor a equilibrar.

Métodos Operativos y Limitaciones

Con el elemento rotativo (impulsor y mandril) colocado en posición y fijado en la máquina de equilibrar, se irá leyendo el valor de desequilibrio que va apareciendo en el visor de la máquina, repasándose la superficie de cada plano para ir reduciéndolo hasta conseguir un valor de desequilibrio residual aceptable a la velocidad de régimen.

Pliego de Condiciones Técnicas

El equilibrado siempre se realizará eliminando material. No se permitirá añadir material postizo. Las superficies de donde se elimine el material serán, preferentemente, las paredes exteriores del impulsor. Solo en caso excepcional y siempre que sea poco el peso a eliminar, se tocarán los álabes.

El material será eliminado mediante amolado, fresado o torneado.

La superficie en donde se elimine el material quedará con un acabado fino, sin resaltes ni cavidades y con una transición suave con el resto de la superficie circundante.

La máxima pérdida de espesor de pared en la zona de eliminación de material será de un 25%.

Los impulsores serán equilibrados en uno o dos planos según las características de estos y de acuerdo con las indicaciones de nuestra ingeniería.

Limpieza

Una vez realizado el equilibrado, el impulsor será limpiado de restos de viruta con aire y trapos secos y limpios, almacenándolo hasta su montaje con las precauciones típicas contra golpes establecidas en esta Compañía.

Criterios de aceptación

Como norma, el grado de aceptación G 6.3 (según la ISO -1940) se debe establecer, de acuerdo con el cual la tolerancia de desequilibrio residual es función de la velocidad de trabajo de la bomba y del peso del elemento rotativo (impulsor + mandril) en Kg.

A 3600 rpm 17 g · mm / Kg

A 3000 rpm 20 g · mm / Kg

A 1500 rpm 38 g · mm / Kg

A 1000 rpm 61 g · mm / Kg

A 750 rpm 81 g · mm / Kg

A 500 rpm 115 g · mm / Kg

Cualquier grado de aceptación diferente que sea requerido contractualmente para un pedido concreto será especificado expresamente en el QCP correspondiente que aplique y la tabla de tolerancias de desequilibrio anterior se calculará a partir de la gráfica incluida en el Anexo 1 a este procedimiento.

Por ejemplo, para el grado G 2.5 tendría los siguientes valores:

A 3600 rpm 6,8 g · mm / Kg

A 3000 rpm 8 g · mm / Kg

A 1500 rpm 12 g · mm / Kg

A 1000 rpm 22 g · mm / Kg

A 750 rpm 31 g · mm / Kg

A 500 rpm 50 g · mm / Kg