



PROYECTO FIN DE CARRERA

“ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO IRATI”

Departamento de ingeniería mecánica,
energética y de materiales

Daniel Jiménez Echeverría

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 26 de Abril de 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO
IRATI

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Daniel Jiménez Echeverría

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 26 de Abril de 2010

INDICE

1. MEMORIA

1.1. OBJETO DEL PROYECTO	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. SITUACIÓN ACTUAL	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	5
1.4.1. Disposición de conjunto	5
1.4.2. Obras de captación y bombeo	6
1.4.3. Obras de conducción	7
1.4.4. Depósitos	7
1.5. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS OBRAS	9
1.6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS	11
1.6.1. Introducción	11
1.6.2. Caseta de bombeo de Ayanz	12
1.6.3. Conducción de Ayanz a la Sierra de Gongolaz	12
1.6.4. Depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz	13
1.6.5. Caseta de bombeo de Ardanaz	14
1.6.6. Conducción de Ardanaz a la Peña de Izaga	14
1.6.7. Depósito regulador de impulsión de la Peña de Izaga	15
1.7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	16
1.8. INDICE DE LA DOCUMENTACION DEL PROYECTO	17
1.9. CONCLUSION	21

1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto pertenece al campo de la ingeniería fluidomecánica y consiste en crear una nueva red de abastecimiento de aguas potables para la comarca de Izagaonda (Navarra). Con esta nueva obra, se desea cubrir una demanda ya existente en la zona para los pueblos de Beroiz, Iriso, Ardanaz, Reta y Zuazu y además, abastecer a una urbanización de bungalow y de acampada que se encuentra junto a la ermita de San Miguel.

Aunque la demanda total de habitantes de los lugares antes citados no llegan a los mil habitantes, la obra se va a dimensionar hasta esta cifra, ya que en un futuro es posible que el resto de pueblos cercanos a la comarca necesiten proveerse de agua potable a través de la red de aguas que se va a construir.

La toma de agua se realizará desde el río Irati, junto a la localidad de Ayanz y tras la captación del agua, se tratará para su potabilización y a continuación, una caseta de bombeo nos trasladara el agua ya potabilizada a un depósito situado en la parte superior de la sierra de Gongolaz, desde donde se repartirá el agua a toda la comarca, utilizando la red de abastecimiento existente.

Se realizará otra captación en la red de abastecimiento a la altura de Ardanaz, para bombear el agua hasta la peña de Izaga y poder abastecer así al camping situado junto a la ermita de San Miguel, con una ocupación máxima de 200 personas.

1.2. ANTECEDENTES

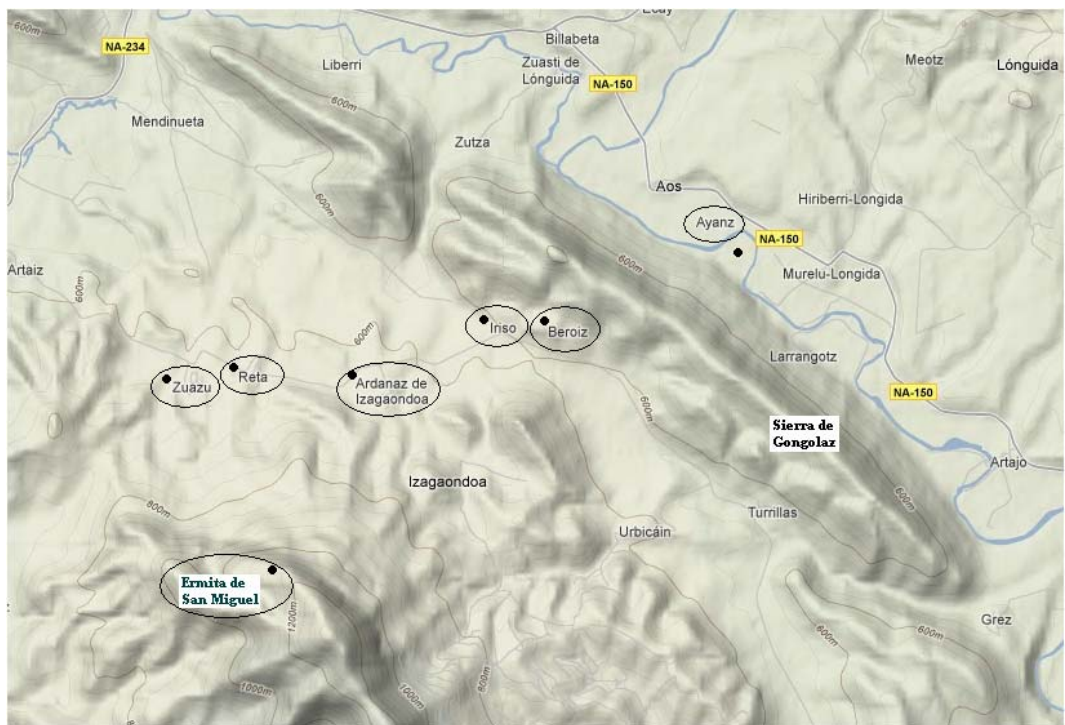
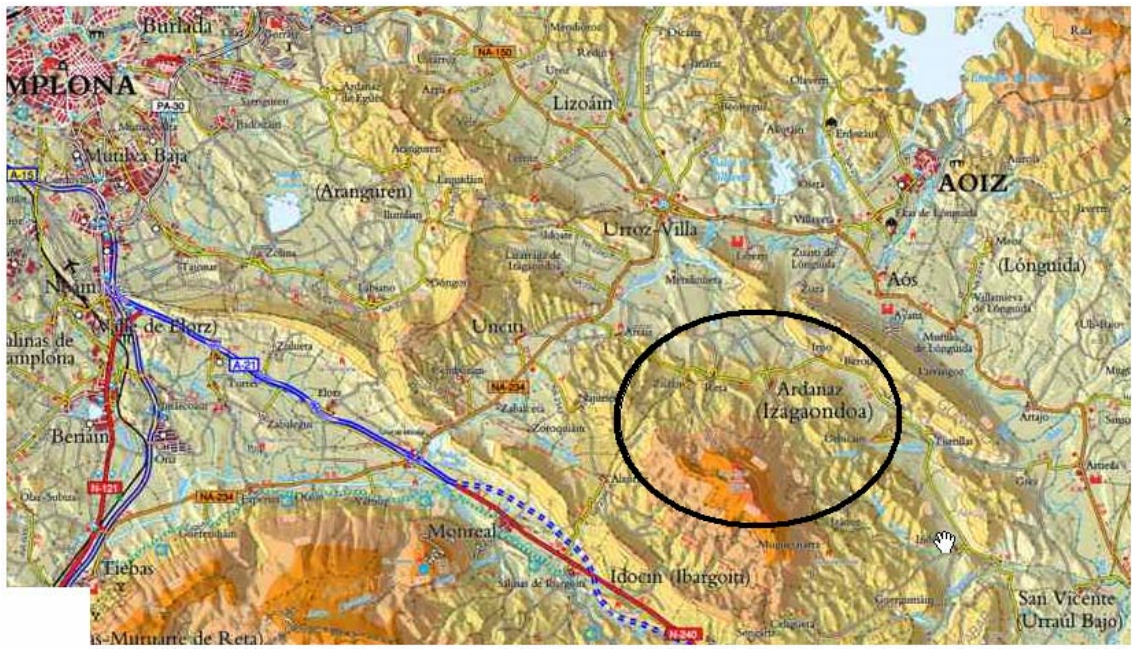
La Diputación Foral de Navarra, convocó un Concurso de propuestas para el abastecimiento agua potable de una zona de Navarra denominada Izagaondoa. Se trataba del abastecimiento de agua a la comarca de Izagaondoa, con una superficie aproximada de 5.000 Km² y que comprende unas decenas de localidades, de las que se destaca Ardanaz con unos 80 habitantes por ser el ayuntamiento de la comarca e Iriso, con la mayor población de la zona con aproximadamente unos 180 habitantes.

Es una zona claramente agrícola y ganadera con núcleos de población de menos de 200 habitantes, que sufre una gran despoblación debido fundamentalmente a la falta de industrialización y a la escasez de medios. Junto a la agricultura y ganadería, la industria agroalimentaria es el sustento fundamental de la mayoría de las familias y en donde se basa la economía de la zona.

La comarca se encuentra situada en un valle delimitado al Norte y Este por la sierra de Gongolaz, que le separa de municipios de población importantes como es el de Aoiz y al Sur por la peña de Izaga con una altura ligeramente inferior a los 1300m., que dificulta el acceso a la zona media de Navarra.

El acceso más destacado a la comarca de Izagaondoa se encuentra al Oeste de la misma con la carretera comarcal NA-234 que le comunica con la zona de Aoiz y con la carretera nacional N-240 con dirección a la capital Navarra.

En la página siguiente se adjuntan dos planos con el fin de mejorar la comprensión, a la hora de localizar la comarca de Izagaondoa. El primero de ellos, a gran distancia en donde se observa la localización de la zona con respecto Pamplona y un segundo, describiendo más profundamente la zona proyectada.



1.3. SITUACIÓN ACTUAL

La comarca de Izagaondoa situada al sureste de la capital Navarra se abastece de agua potable a través de un conducto que bordea la Sierra de Gongolaz y accede a la zona por la localidad de Turrillas.

Con el presente proyecto se pretende aumentar la capacidad de suministro de la comarca, pero sin variar el servicio de redes de baja ya existente. Por lo que el nuevo depósito diseñado de la Sierra de Gongolaz se comunicará con esta red, garantizando la demanda de agua potable para el futuro.

La red de Baja cuenta con una serie de tuberías que intercomunican las diferentes poblaciones y finalizan en los depósitos de abastecimiento de cada una de ellas.

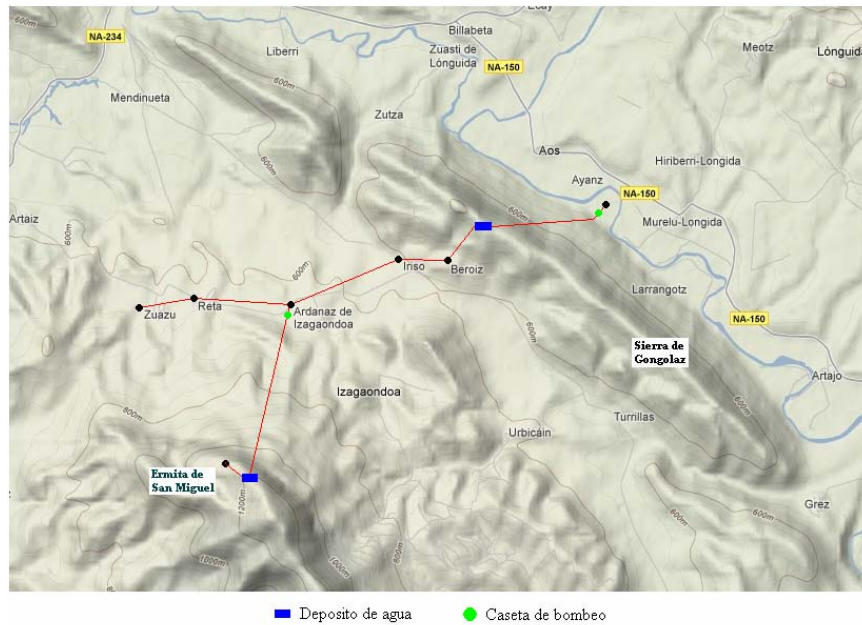
Para no sobre cargar esta red de Baja, se colocaran válvulas reductoras de presión, ya que el depósito se a diseñado en lo alto de la Sierra de Gongolaz y existe una gran diferencia de alturas entre este y los depósitos de abastecimientos situados junto a las localidades de la comarca.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

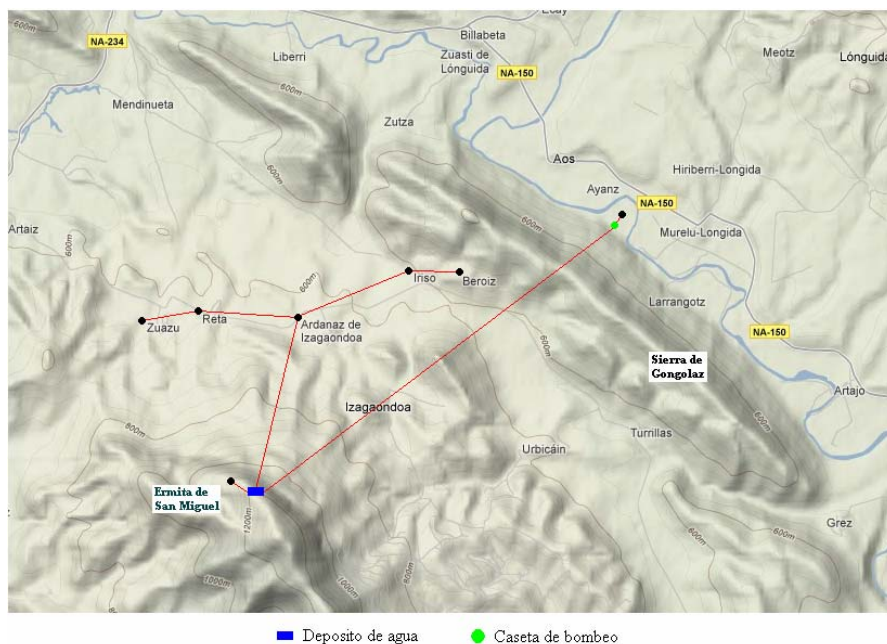
1.4.1. Disposición de conjunto

En los primeros compases de la realización del presente proyecto, se estudiaron dos posibles alternativas, a la hora de hacer frente a la propuesta de abastecimiento de agua potable de la comarca de Izagaondoa, son:

- Colocar un depósito en la sierra de Gongolaz para abastecer los pueblos de la comarca y desde la localidad de Ardanaz bombear agua hasta la ermita de San Miguel.



- Colocar un único depósito junto a la ermita de San miguel que proporcione agua potable al campamento y a toda la comarca de Izagaondoa.



Tras realizar un primer estudio, se optó por utilizar la opción 1, ya que la sierra de Gongolaz se encuentra junto a la fuente superficial de obtención de agua, el río Iratí y aunque en esta opción se construyan dos depósitos, el gasto en conducciones y grupos de bombeo es mucho menor. Por lo que la opción 2 se ha descartado ya que no era factible, debido a que la ermita de San Miguel se encuentra a una altura y a una distancia muy elevadas con respecto al Río Iratí, lo que supone utilizar una caseta de bombeo de mayor dimensión, incrementando así el gasto de la obra.

Una vez elegida la alternativa más conveniente, en los sucesivos puntos del apartado se explicarán los distintos problemas que se han planteado en relación, al sistema de bombeo de mayor rendimiento, serie o paralelo, al número de bombas a utilizar, diámetros de tuberías para el traslado del agua o cumplir la normativa vigente.

1.4.2. Obras de captación y bombeo

Tras la captación de agua del Río Iratí, se ha concluido construir dos depósitos de aproximadamente 50m³ cada uno con el fin de aprovechar los cimientos de la caseta de bombeo de Ayanz y poder así tratar el agua obtenida de la captación.

Como primera fase del actual proyecto se procedió a estudiar diversas alternativas a los bombeos. Estas alternativas se estudian en el documento nº2 del proyecto “Dimensionamiento de los bombeos” con la premisa de conseguir el sistema de bombeo que menos consumo energético tuviese para elevar el agua ya tratada hasta el depósito de suministro.

Tras la realización de todos los cálculos realizados en este documento anteriormente citado, se ha llegado a la conclusión de que:

- El bombeo de Ayanz va a constar de dos bombas colocadas en serie de la marca Grundfos y modelo CR-64, ya que en todos los diámetros analizados tienen un consumo diario inferior a los de las bombas CR-90 y CR-120.

- En el bombeo de Ardanaz se van a montar dos bombas en serie de la marca Grundfos y modelo CR-45, debido a que es el único modelo de la serie CR en el que se puede utilizar únicamente dos bombas en serie para hacer frente a tan elevado desnivel del terreno y por lo tanto el consumo diario es el menor al del resto de posibles soluciones estudiadas.

1.4.3. Obras de conducción

Tanto en la conducción desde Ayanz hasta la Sierra de Gongolaz como en la de Ardanaz hasta lo alto de la Peña de Izaga se a optado por utilizar tuberías de fundición dúctil K-9, debido fundamentalmente a que ambas tuberías deberan soportar una gran presión durante la elevación del agua potable.

Para la obtención del diámetro más adecuado se ha realizado un estudio aproximado del mismo para los caudales que les demanda cada una de las zonas y a continuación se han analizado los diámetros para los distintos grupos de bombeo obteniendo así la anchura más adecuada para las tuberías. Tras realizar los distintos cálculos en el documento nº 2 se ha concluido para las conducciones:

- Para la conducción de Ayanz se obtuvieron las perdidas de altura producidas por la tubería debido al rozamiento del agua sobre ella y se llego a la conclusión de que eran aceptables los diámetros de 100, 125 y 150mm. por lo que se procedió a estudiarlos con los distintos sistemas de bombeo (utilizando así el caudal real). Llegando a la conclusión de que con el diámetro de 150mm. se obtenían las menores perdidas por rozamiento en la tubería y por lo tanto el grupo de bombeo tenia un consumo de energía eléctrica menor al resto de los estudiados.

- Para la conducción de Ardanaz se analizaron las perdidas en la tubería para los distintos diámetros, obteniendo así un diámetro muy pequeño que no existía para las tuberías de fundición dúctil. Por ello se utilizo el menor diámetro comercializado por la marca Rekalde de 80mm. y a partir de este diámetro se analizaron los grupos de bombeo más adecuados para colocar en la instalación.

1.4.4. Depósitos

En el presente proyecto se van construir dos depósitos, un primer depósito regulador de suministro que abastece a los distintos depósitos de las localidades de la comarca de Izagaondoa; y un segundo depósito de abastecimiento, que cubre las demandas de agua potable del camping en lo alto de la Peña de Izaga.

Para su dimensionamiento se ha tenido en cuenta la demanda diaria de la población local, estacional y una reserva para posibles incendios que les obliga el Real Decreto de Octubre de 1996 a los depósitos de menos de 2.000m³.

- El depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz se construirá con una capacidad de $423,5\text{m}^3$ ya que la demanda diaria asciende a los $388,8\text{m}^3$. Se decidió construirlo con una única cuba ya que al tratarse de un depósito de suministro puede ser vaciado para su limpieza sin cortar el suministro de la comarca.

- El depósito de abastecimiento de la Peña de Izaga se construirá con una capacidad de 112m^3 ya que la demanda diaria del camping son 96m^3 tal como se observa en los cálculos realizados. Al tratarse de un depósito de abastecimiento no puede cortarse el caudal de suministro en ningún momento y para poder realizar las medidas de limpieza, se construirá con dos cubas de igual capacidad pudiendo hacer frente una de las cubas al caudal demandado mientras se procede a la limpieza de la otra.

1.5. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS OBRAS

En este Anejo se reseñará un breve resumen de las características principales de las obras proyectadas:

Ayuntamiento o Concejo de Izagaondoa
Número de habitantes del último censo 180
Población de cálculo (25 años) 1000 habitantes
Dotación de cálculo (25 años) 240 l/hab. x día
Volumen de agua diario 400 m.³/día
Caudal continuo equivalente 20,89 l./seg.
Procedencia de las aguas Río Iratí
Tipo de captación/es succión
Tipo de tratamiento de agua potabilización

Elevación de Ayanz:

Altura manométrica 317 m.
Potencia 894,71 Kw./día
Horas diarias de funcionamiento 5,32 h.

Conducción de Ayanz:

Longitud total 892 m.
Diámetro 0.15m., 150 mm.
Material fundición dúctil, K-9
Presiones normalizadas de tuberías 64 atm.

Depósito Regulador de Ayanz:

Tipo hormigón Armado
Número de compartimentos 1
Capacidad 423,5 m.³
Cota absoluta de la solera 895 m.

Red de Distribución: (la existente)

Elevación de Ardanaz:

Altura manométrica 580 m.

Potencia 505,53 Kw./día

Horas diarias de funcionamiento 3,77 h.

Conducción de Ardanaz:

Longitud total 2463.4 m.

Diámetro 0.08 m., 80 mm.

Material fundición dúctil, K-9

Presiones normalizadas de tuberías 64 atm.

Depósito Regulador de Ardanaz:

Tipo hormigón armado

Número de compartimentos 2

Capacidad 112 m.³

Cota absoluta de la solera 1.253 m.

1.6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.6.1. Introducción

La finalidad de las obras definidas en este Proyecto es la construcción de la infraestructura hidráulica en Alta para el abastecimiento de la comarca de Izagaondoa y de un pequeño camping junto a la ermita de San Miguel.

La infraestructura hidráulica proyectada en Izagaondoa consta básicamente de:

Una red de Alta desde Ayanz hasta lo alto de la Sierra de Gongolaz:

Formada por una caseta de bombeo situada junto al pueblo de Ayanz que bombea agua desde el Río Iratí hasta un depósito en lo alto de la Sierra de Gongolaz., a través de una tubería de fundición de aproximadamente 900 m. de longitud y 150mm. de diámetro. De este depósito salen las tuberías que conforman la red de Baja que distribuyen el agua a los depósitos de las distintas poblaciones, cuya definición no es objeto del presente proyecto.

Las obras proyectadas que conforman la red de Alta junto a Ayanz, son:

- Caseta de Bombeo de Ayanz
- Conducción de Ayanz a la Sierra de Gongolaz
- Depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz

Una segunda red de Alta desde Ardanaz hasta la ermita de San Miguel:

Una segunda caseta de bombeo situada en Ardanaz eleva de nuevo el agua hasta lo alto de la peña de Izaga, junto a la ermita de San Miguel, para abastecer de agua potable a un camping de 200 residentes. La tubería utilizada al igual que la anterior es de fundición pero su longitud es aproximadamente de 2,5 Km. y su diámetro de 80 mm.

Las obras proyectadas que conforman la red de Alta junto a Ardanaz, son:

- Caseta de Bombeo de Ardanaz
- Conducción de Ardanaz a la Peña de Izaga
- Depósito regulador de impulsión de la Peña de Izaga

1.6.2. Caseta de bombeo de Ayanz

Esta caseta de bombeo se localiza en el término del Soto junto al Río Iratí en la orilla opuesta de la localidad de Ayanz, al igual que la ubicación de la captación que también se encuentra en el mismo lugar.

Las dimensiones de la caseta son 5.19 x 8.39m., sus muros están contruidos con bloques de hormigón hidrófugo de 39 x 19 x 19 cm. y la cubierta con chapa metálica galvanizada de grapa 60, la cual se asienta sobre unas vigas metálicas IPE 120.

Bajo los cimiento de la caseta se han construido, con el encofrado de la misma, dos depósito de hormigón armado de 4 x 5,2 x 2,6m. El primero de ellos recibe el agua directamente del Río Iratí a través de una tubería DN-300 que esta controlada por una electro-válvula que se activa automáticamente cuando las reservas del depósito comienzan a descender. Un grupo de potabilización de agua bombea y trata esa agua y la manda al segundo depósito de donde es aspirada por el grupo de bombas CR-64 y traslada hasta el depósito de lo alto de la sierra de Gongolaz.

La caseta alberga un grupo de bombeo compuesto por dos bombas CR-64 colocadas en serie, que elevan el agua hasta el depósito de la Sierra de Gongolaz. Se construirá otra línea de bombeo de reserva, similar a la anterior, para posibles averías y ambas trabajarán indistintamente a lo largo del tiempo con el fin de evitar que una línea al estar en desuso se deteriore.

Las características más importantes del grupo de bombeo son:

- Caudal demandado: 41,688 m³/h.
- Depósito a rellenar: 388,8 m³
- Caudal real: 64,333 m³/h.
- Horas de funcionamiento del bombeo: 6,22 por día
- Rendimiento del grupo de bombeo: 80%
- Consumo energético: 988,88 Kw./día

1.6.3. Conducción de Ayanz a la Sierra de Gongolaz

La conducción parte de la caseta de bombeo situada en Ayanz con una cota inicial de la rasante de aproximadamente 453m y finaliza en el depósito regulador de suministro emplazado en la sierra de Gongolaz con una cota final de 770m. Se define por tanto el

desnivel total al que debe elevarse el agua, con un incremento de alturas de 317m.y una longitud de la conducción aproximada de 892m.

El proyecto se ha dimensionado con una tubería de fundición dúctil K-9 de 150mm de diámetro denominada en los siguientes apartados del proyecto como DN-150. Toda la conducción esta revestida internamente con una capa de mortero de cemento aplicada por centrifugado y externamente por dos capas, una primera de cinc metálico electro-depositado y otra segunda pulverizando una fina capa de pintura bituminosa.

A lo largo de su trazado, las tuberías y sus juntas elastoméricas permiten una inclinación máxima de la conducción de 3 grados, por lo que se ha instalado un codo de 45° para hacer frente a la elevación del terreno.

1.6.4. Depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz

El depósito se encuentra situado en lo alto de la Sierra de Gongolaz a 770m de altura con respecto al nivel del mar. Se trata de un depósito regular de suministro, ya que su función es la “suministrar” el caudal de agua necesario a los distintos depósitos de la comarca de Izagaondoa, hasta que estos alcanzan su cota máxima de llenado.

Las demandas de la zona son de 388,8 m³/día por lo que se a dimensionado un depósito de una única cuba de 11 x 11m de base y 3,5m de altura, aunque la cota máxima de llenado son 3,21m. Se ha proyectado en una sola cuba porque al tratarse de un depósito de suministro se puede vaciar completamente para su limpiado ya que con ello no se pierde el abastecimiento de agua a los pueblos, debido a que cada una de las localidades posee su propio depósito.

El depósito cuenta con una escotilla metálica y con unas escaleras para acceder a su interior y poder así proceder a su limpieza, además de elementos fundamentales para la manipulación del agua como son:

- Sensores de nivel que indican al grupo de bombeo cuando tiene que parar de bombear, debido a que se ha alcanzado el nivel máximo o cuando tiene que ponerse en marcha, debido a que a bajado demasiado el almacenamiento de agua.
- Válvulas de cierre

1.6.5. Caseta de bombeo de Ardanaz

Esta caseta de bombeo se localiza en el término de “Fuente de arriba” junto al depósito de abastecimiento de la localidad de Ardanaz, al noroeste del emplazamiento de la misma.

Las dimensiones de la caseta son 5.19 x 8.39m., sus muros están contruidos con bloques de hormigón hidrófugo de 39 x 19 x 19 cm. y la cubierta con chapa metálica galvanizada de grapa 60, la cual se asienta sobre unas vigas metálicas IPE 120.

La caseta alberga un grupo de bombeo compuesto por dos bombas CR-45 colocadas en serie, que elevan el agua hasta el depósito de abastecimiento de la Peña de Izaga. Se construirá otra línea de bombeo de reserva, similar a la anterior, para posibles averías y ambas trabajarán indistintamente a lo largo del tiempo con el fin de evitar que una línea al estar en desuso se deteriore.

Las características más importantes del grupo de bombeo son:

- Caudal demandado: 1,4976 m³/h.
- Depósito a rellenar: 96 m³
- Caudal real: 26,51 m³/h.
- Horas de funcionamiento del bombeo: 3,77 por día
- Rendimiento del grupo de bombeo: 70%
- Consumo energético: 505,53 Kw./día

1.6.6. Conducción de Ardanaz a la Peña de Izaga

La conducción parte de la caseta de bombeo situada en Ardanaz con una cota inicial de la rasante de aproximadamente 670m y finaliza en el depósito regulador de abastecimiento emplazado en la Peña de Izaga con una cota final de 1.250m. Se define por tanto el desnivel total al que debe elevarse el agua, con un incremento de alturas de 580m.y una longitud de la conducción aproximada de 2.463m.

El proyecto se ha dimensionado con una tubería de fundición dúctil K-9 de 80mm de diámetro denominada en los siguientes apartados del proyecto como DN-80.

Toda la conducción esta revestida internamente con una capa de mortero de cemento aplicada por centrifugado y externamente por dos capas, una primera de cinc metálico electro-depositado y otra segunda pulverizando una fina capa de pintura bituminosa.

A lo largo de su trazado, las tuberías y sus juntas elastoméricas permiten una inclinación máxima de la conducción de 3 grados, por lo que se han instalado un total de cinco codos de 45° y un codo de 90°, para hacer frente a la elevación del terreno y a los cambios de dirección de la conducción, ya que se ha procurado llevarla lo más cerca posible de las carreteras con el fin de conseguir en mejor accesos para las obras de construcción y por zonas en donde el incremento de alturas era progresivo y sin grandes cambios de desniveles.

1.6.7. Depósito regulador de impulsión de la Peña de Izaga

El depósito se encuentra situado en lo alto de la Peña de Izaga a 1.250m de altura con respecto al nivel del mar. Se trata de un depósito regular de abastecimiento, ya que su función es la “abastecer” el caudal de agua necesario a los distintos puntos del camping emplazado junto a la ermita de San Miguel.

Las demandas del camping son de 96 m³/día por lo que se ha dimensionado un depósito de dos cubas de 4 x 4m de base y 3,5m de altura, aunque la cota máxima de llenado son 3m. Se ha proyectado en dos cubas porque al tratarse de un depósito de abastecimiento se deberá vaciar completamente para su limpiado y cuando llegará el momento se dejaría sin suministro al camping. Por lo que al tener dos cubas se podrá limpiar una de ellas mientras la otra se encuentra a su nivel máximo pudiendo de esta manera seguir abasteciendo de agua a los residentes.

El depósito cuenta con una escotilla metálica y con unas escaleras para acceder a su interior y poder así proceder a su limpieza, además de elementos fundamentales para la manipulación del agua como son:

- Sensores de nivel que indican al grupo de bombeo cuando tiene que parar de bombear, debido a que se ha alcanzado el nivel máximo o cuando tiene que ponerse en marcha, debido a que bajado demasiado el almacenamiento de agua.
- Válvulas de cierre

1.7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capitulo	Resumen	Euros	%
1.	CONDUCCIÓN DE AYANZ	39.249,73	15,54
2.	CASETA DE BOMBEO DE AYANZ	22.198,43	8,79
3.	DEPÓSITO SIERRA DE GONGOLAZ	57.324,54	22,69
4.	CONDUCCIÓN DE ARDANAZ	70.870,80	28,05
5.	CASETA DE BOMBEO DE ARDANAZ	11.825,03	4,68
6.	DEPÓSITO PEÑA DE IZAGA	31.782,52	12,58
7.	SEGURIDAD Y SALUD	19.383,09	7,67
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		252.634,14	
	10,00 % Gastos generales	25.263,41	
	6,00 % Beneficio industrial	15.158,04	
	SUMA DE G.G. y B.I.	40.421,45	
	16,00 % I.V.A.	46.888,89	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		299.523,03	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		299.523,03	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS VEINTE Y TRES EUROS con CERO Y TRES CÉNTIMOS

Pamplona, a 26 de abril de 2010.

1.8. INDICE DE LA DOCUMENTACION DEL PROYECTO

Integran este Proyecto los documentos reglamentarios que se concretan a continuación:

Documento Nº 1 - MEMORIA

- 1.1. OBJETO DEL PROYECTO
- 1.2. ANTECEDENTES
- 1.3. SITUACIÓN ACTUAL
- 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
 - 1.4.1. Disposición de conjunto
 - 1.4.2. Obras de captación y bombeo
 - 1.4.3. Obras de conducción
 - 1.4.4. Depósitos
- 1.5. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS OBRAS
- 1.6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS
 - 1.6.1. Introducción
 - 1.6.2. Caseta de bombeo de Ayanz
 - 1.6.3. Conducción de Ayanz a la Sierra de Gongolaz
 - 1.6.4. Depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz
 - 1.6.5. Caseta de bombeo de Ardanaz
 - 1.6.6. Conducción de Ardanaz a la Peña de Izaga
 - 1.6.7. Depósito regulador de impulsión de la Peña de Izaga
- 1.7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO
- 1.8. INDICE DE LA DOCUMENTACION DEL PROYECTO
- 1.9. CONCLUSION

Documento Nº 2 - CALCULOS

- 2.1. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA
 - 2.1.1. Estimación de la población
 - 2.1.2. Estimación de las dotaciones
 - 2.1.3. Resumen de las dotaciones
- 2.2. CALCULO DE DISPONIBILIDAD DE AGUA

2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS DEPOSITOS

2.3.1. Deposito de la sierra de Gongolaz

2.3.2. Deposito de la peña de Izaga

2.4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS BOMBEO

2.4.1. Bombeo de Ayanz

2.4.1.1. Aproximación del diámetro

2.4.1.2. Obtención del caudal real

(Diámetros estudiados de 100, 125, 150 y 200 mm.)

2.4.1.3. Resumen de los datos obtenidos

2.4.2. Bombeo de Ardanaz

2.4.2.1. Aproximación del diámetro

2.4.2.2. Obtención del caudal real

(Diámetro estudiado de 80 mm.)

2.4.2.3. Resumen de los datos obtenidos

2.5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CONDUCCIONES

2.5.1. Conducción de Ayanz

2.5.2. Conducción de Ardanaz

Documento N° 3 - PLANOS

3.1. UBICACIÓN Y SITUACIÓN

3.2. CONDUCCIÓN DE AYANZ A LA SIERRA DE GONGOLAZ

3.3. CASETA DE BOMBEO DE AYANZ

3.4. DEPÓSITO DE LA SIERRA DE GONGOLAZ

3.5. CONDUCCIÓN DE ARDANAZ A LA PEÑA DE IZAGA

3.6. CASETA DE BOMBEO DE ARDANAZ

3.7. DEPÓSITO DE LA PEÑA DE IZAGA

Documento N° 4 - PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES

4.1.1. Objeto del pliego

4.1.2. Documentos que definen las obras

4.1.3. Compatibilidad y relación entre dichos documentos

4.1.4. Legislación social

4.1.5. Normas administrativas de tipo general

- 4.1.6. Normas técnicas generales
- 4.1.7. Relaciones entre los documentos del proyecto y la normativa
- 4.1.8. Señalización de las obras
- 4.1.9. Representantes de los contratistas
- 4.2. DESCRIPCION GENERAL DE LAS OBRAS
 - 4.2.1. Introducción
 - 4.2.2. Caseta de bombeo de Ayanz
 - 4.2.3. Conducción de Ayanz a la Sierra de Gongolaz
 - 4.2.4. Depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz
 - 4.2.5. Caseta de bombeo de Ardanaz
 - 4.2.6. Conducción de Ardanaz a la Peña de Izaga
 - 4.2.7. Depósito regulador de impulsión de la Peña de Izaga
- 4.3. MATERIALES, EQUIPOS Y UNIDADES DE OBRA
 - 4.3.1. Agua
 - 4.3.2. Conglomerados hidráulicos
 - 4.3.3. Arenas para morteros
 - 4.3.4. Aditivos y adiciones para hormigones, morteros y pastas
 - 4.3.5. Bloques de hormigón para muros y cerramientos
 - 4.3.6. Tuberías de fundición dúctil
 - 4.3.7. Válvula de mariposa
 - 4.3.8. Válvula de compuerta
 - 4.3.9. Tuberías de PVC
 - 4.3.10. Elementos metálicos galvanizados
 - 4.3.11. Vidrios de seguridad
 - 4.3.12. Betunes asfálticos
 - 4.3.13. Bombas CR
 - 4.3.14. Emulsiones bituminosas

Documento Nº 5 - PRESUPUESTO

5.1. PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1. Conducción de Ayanz

CAPÍTULO 2. Caseta de bombeo de Ayanz

CAPÍTULO 3. Depósito Sierra de Gongolaz

CAPÍTULO 4. Conducción de Ardanaz

CAPÍTULO 5. Caseta de bombeo de Ardanaz

CAPÍTULO 6. Depósito Peña de Izaga

CAPÍTULO 7. Seguridad y Salud

5.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Documento N° 6 - BIBLIOGRAFIA

6.1. NORMATIVA

6.1.1. Normas generales

6.1.2. Normas específicas del proyecto

6.2. LIBROS

6.3. PUBLICACIONES Y CATÁLOGOS

6.4. PAGINAS WEB

6.5. OTROS

1.9. CONCLUSION

Estimando que las obras incluidas en este Proyecto están correctas y suficientemente estudiadas y valoradas, el Ingeniero Director del Proyecto tiene el honor de elevar a la Superioridad este Proyecto para su aprobación.

Pamplona, 26 de Abril de 2010

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: D. Daniel Jiménez Echeverría



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO
IRATI

DOCUMENTO Nº 2 CÁLCULOS

Daniel Jiménez Echeverría

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 26 de Abril de 2010

INDICE

2. CALCULOS

2.1. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA	1
2.1.1. Estimación de la población	1
2.1.2. Estimación de las dotaciones	2
2.1.3. Resumen de las dotaciones	4
2.2. CALCULO DE DISPONIBILIDAD DE AGUA.....	5
2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS DEPOSITOS	6
2.3.1. Deposito de la sierra de Gongolaz	6
2.3.2. Deposito de la Peña de Izaga	6
2.4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS BOMBEOs	8
2.4.1. Bombeo de Ayanz	8
2.4.1.1. Aproximación del diámetro	9
2.4.1.2. Obtención del caudal real	14
(Diámetros estudiados de 100, 125, 150 y 200 mm.)	
2.4.1.3. Resumen de los datos obtenidos	44
2.4.2. Bombeo de Ardanaz	45
2.4.2.1. Aproximación del diámetro	46
2.4.2.2. Obtención del caudal real	47
(Diámetro estudiado de 80 mm.)	
2.4.2.3. Resumen de los datos obtenidos	60
2.5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CONDUCCIONES	61
2.5.1. Conducción de Ayanz	61
2.5.2. Conducción de Ardanaz	62

2.1. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA

En el siguiente apartado, se justificará la evolución en el tiempo de las necesidades de agua en la comarca de Izagaondoa, a partir de los datos actuales de población, industrial y otros usos de agua, su crecimiento y de la dotación unitaria.

Además de las demandas calculadas de esta forma, que comprenden todos los usos del agua dentro de la población, se van a considerar las demandas de agua para riego de zonas verdes y pequeños huertos familiares, así como instalaciones ganaderas, siempre que estén ubicados todos ellos exclusivamente dentro del casco urbano.

2.1.1. Estimación de la población

Para la estimación de la población futura se deberían tomar como base las poblaciones del último censo realizado, así como las de los censos de los 10, 25 y 50 años anteriores, calculándose las tasas de crecimiento anual acumulativo del 2% de la dotación asignada para poblaciones de hasta 6.000 habitantes y del 1% para poblaciones mayores de 6.000 habitantes, mientras que la dotación de la población estacional será constante.

La población actual de Izagaondoa formada por los pueblos de Beroiz (despoblado), Iriso, Ardanaz de Izagaondoa, Reta y Zuazu, es de aproximadamente 180 ciudadanos y la cifra no a variado prácticamente en la última década.

Debido a un estudio de la comarca, no se van a aplicar las tasa de crecimiento anual acumulativo y el proyecto se va a dimensionar para un total de 1000 habitantes, ya que en un futuro se prevé que pueblos colindantes a la comarca y a un campamento que se construirá junto a la ermita de San Miguel, utilicen el suministro de agua potable que se va a proyectar.

Se van a incluir además, los aumentos estacionales de población por razones turísticas, ya que existen dos casas rurales capaces de albergar un máximo de 8 personas cada una. El consumo correspondiente a la población estacional se considerará a dotación constante a lo largo del tiempo, es decir, que no le afectará el aumento anual acumulativo que se produce a lo largo de los años y será de 16 personas.

2.1.2. Estimación de las dotaciones

Población

Las dotaciones, para la población y turismo, serán las siguientes:

NUCLEOS DE POBLACION CON UN NUMERO DE HABITANTES	#	DOTACION (L/HAB. DIA)
Menor de 1.000	##	180
Entre 1.000 y 6.000	##	240
Entre 6.000 y 12.000	##	270
Entre 12.000 y 50.000	##	300
Mayor de 50.000	##	360

Industria

Respecto a las zonas de promoción industrial que puedan establecerse, se puede adoptar la dotación específica de 0,5 l/seg.*ha. por hectárea de zona industrial.

Ganadería

Como dotaciones utilizadas para fines agropecuarios, se tomarán las siguientes:

GANADO	#	DOTACION
Vacuno	#	80 l/cabeza*día
Porcino	#	25 l/cabeza*día
Cunícola-Aviar	#	0,5 l/cabeza*día
Lanar	#	10 l/cabeza*día
Caballar	#	80 l/cabeza*día

Riego de zonas verdes

Para riego de zonas verdes y huertos se utilizarán las siguientes dotaciones:

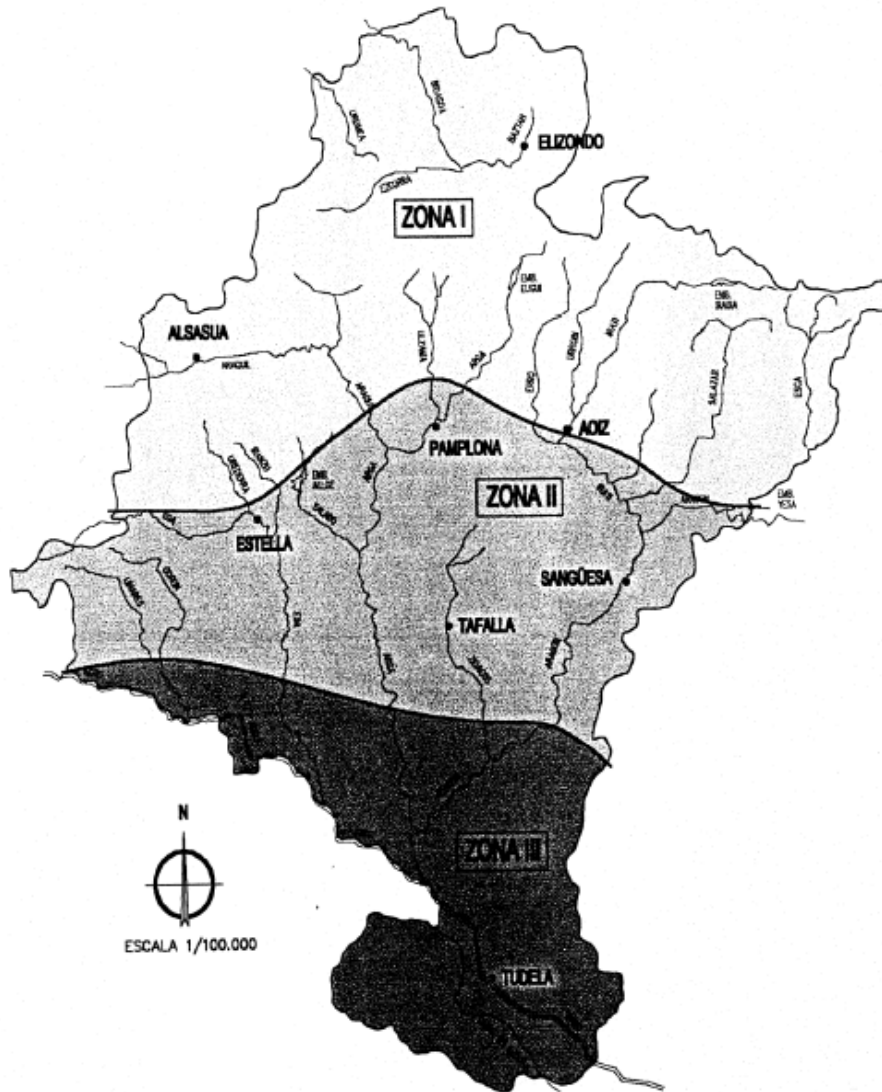
Zona I: 5,5 l/m.² día.

Zona II: 6 l/m.² día.

Zona III: 7,5 l/m.² día.

Como se observa en el mapa de Navarra que se expone a continuación, la comarca de Izagaondoa pertenece a la zona II.

DIVISION EN ZONAS A EFECTOS DE DOTACIONES DE RIEGOS



2.1.3. Resumen de las dotaciones

	ACTUAL	PROYECTO	DOTACION	TOTAL (l/día)
HABITANTES DE DERECHO	180 hab.	1000 hab.	240 (l./hab. día)	240.000
ESTACIONAL	16 hab.	160 hab.	180 (l./hab. día)	28.800
INDUSTRIAS	0 ha.	0 ha.	0,5 (l/seg. ha.)	0
GANADO VACUNO	55 cab.	55 cab.	80 (l/cab. día)	4.400
GANADO PORCINO	1867 cab.	1867 cab.	25 (l/cab. día)	46.675
GANADO AVIAR	0 cab.	0 cab.	0,5 (l/cab. día)	0
GANADO OVINO	5652 cab.	5652 cab.	10 (l/cab. día)	56.520
GANADO CABALLAR	0 cab.	0 cab.	80 (l/cab. día)	0
RIEGO ZONA II	104.100 m. ²	104.100 m. ²	6 (l./m. ² día)	624.600

1.000.995

En la tabla superior se ha obtenido el consumo total diario para toda la zona de Izagaondoa, situando la caseta de bombeo en el término del “Soto” junto al río Iratí.

$$1.000.995 \text{ l./día} \times 1\text{día}/86.400\text{seg.} = \underline{\underline{11.58 \text{ l./seg.}}}$$

A continuación se va a obtener el consumo total diario para el camping que se emplazará junto a la ermita de San Miguel:

	ACTUAL	PROYECTO	DOTACION	TOTAL (l/día)
HABITANTES DEL CAMPING	0 hab.	200 hab.	180 (l./hab. día)	36.000

$$36.000 \text{ l./día} \times 1\text{día}/86.400\text{seg.} = \underline{\underline{0.416 \text{ l./seg.}}}$$

Del consumo total de 11.58 l./seg. suministrado a toda la comarca, se bombearán 0.416 l./seg. desde Ardanaz hasta la ermita de San Miguel para abastecer al futuro camping.

2.2. CALCULO DE DISPONIBILIDAD DE AGUA

Haciendo uso de los datos aportados por la confederación hidrográfica del Ebro, se han obtenidos los caudales máximos y mínimos del río Iratí en el año 2009 a la altura de Aos, 5 kilómetros aguas arriba del punto de captación.

A continuación se adjunta la tabla de datos:

Datos Fijos						
Descripción:	Río Iratí en Aos	Coordenadas UTM:	Huso	X	Y	Z
			30	632860,4	4734583	455,9
Comunidad autónoma:	NAVARRA	Municipio:	LONGUIDA			
Provincia:	NAVARRA	Río:	Iratí			
(*) Casillas en blanco son datos no calculados						
Descripción	Datos Estadísticos Año anterior (2009)					Pluviometría Acumulada Año anterior
	Media Año	Mínimo Año	Fecha Mínimo	Máximo Año	Fecha Máximo	
NIVEL IRATI EN AOS	0,54 m	0,23 m	09/10/2009 14:00	1,87 m	12/02/2009 05:45	
CAUDAL RIO IRATI EN AOS	23,61 m³/s	4,13 m³/s	09/10/2009 14:00	173,45 m³/s	12/02/2009 05:45	
PRECIPITACIÓN. EN AOS				34,2 l/m²	01/12/2009 00:00	693,0 l/m²

Caudal mínimo del río Iratí en 2009:

$$4,13 \text{ m}^3 / \text{s.} = 4130 \text{ l./s.}$$

El volumen de litros por segundo a captar para el abastecimiento de la comarca de Izagaondoa es de 11,58 y el aforo mínimo del río Iratí a lo largo del año pasado fue de 4130 l./s., por lo que se justifican las garantías de abastecimiento de agua.

2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS DEPOSITOS.

2.3.1. Deposito de la sierra de Gongolaz

Se trata de un *depósito regulador de suministro* por que abastece de agua a los depósitos de cada una de las poblaciones de la comarca de Izagaondoa.

Utilizando los cálculos realizados en el punto 2.1, vamos a dimensionar la capacidad del depósito para un día de abastecimiento:

Población	240.000/1.000 (m ³ / día) x 1 día	= 240 m ³
Población estacional	28.800 /1.000 (m ³ / día) x 1 día	= 28.8 m ³
Incendios	(Obtenido de la tabla)	= 120 m ³

		388,8 m ³

Por lo que se construirá un deposito de 423,5 m³, tal y como viene representado en el documento nº 3 plano 4.

2.3.2. Deposito de la peña de Izaga

A diferencia del anterior se trata de un depósito regulador de abastecimiento ya que una vez recibida el agua del bombeo la suministra directamente a la red de del camping.

Utilizando los cálculos realizados en el punto 2.1., vamos a dimensionar la capacidad del depósito para un día de abastecimiento:

Población camping	200 hab. x 180 l./hab. día (dotación) son 36.000 l./día.	
	36.000/1.000 (m ³ / día) x 1 día	= 36 m ³
Incendios	(Obtenido de la tabla)	= 60 m ³

		96 m ³

Por lo que se construirá un depósito de 112 m³, tal y como viene representado en el documento nº 3 plano 7.

Para todos aquellos depósitos con una capacidad inferior a los 2.000 m³, el real decreto de Octubre de 1996 obliga a aumentar su capacidad para poder hacer frente a posibles incendios, en función de la población de hecho como se observa en la siguiente tabla:

POBLACION DE HECHO (AÑO HORIZONTE)	#	VOLUMEN RESERVA (m. ³ .)
Menor de 500	#	60
De 500 a 5.000	#	120
Más de 5.000	#	240

2.4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS BOMBEO

2.4.1. Bombeo de Ayanz

Esquema de cálculos realizado en este apartado:

2.4.2.1 Aproximación del diámetro con el consumo diario que nos demanda la zona:

$$11.58 \text{ l./seg.} / 1000 = 0.01158 \text{ m}^3 / \text{s.} \text{ (Obtenido en el Pto. 2.1.)}$$

2.4.2.2 Obtención del caudal real para las distintas bombas y diámetros

El caudal real obtenido a la hora de igualar las dos ecuaciones de energía (la de la bomba y la del sistema) es superior al caudal a que puede funcionar la bomba CR-45, por lo tanto comenzaremos nuestro estudio a partir de esta bomba, es decir, analizando el funcionamiento de las bombas CR-64, CR-90 y CR-120 para los distintos diámetros:

- Diámetro 100mm.
- Diámetro 125 mm.
- Diámetro 150 mm.
- Diámetro 200 mm.

2.4.2.3 Resumen de los datos obtenidos

2.4.1.1. Aproximación del diámetro con el consumo diario que nos demanda la zona

ELECCION DEL DIAMETRO PARA UNA VELOCIDAD ADECUADA

$$\begin{aligned} \text{Caudal} &= 11,58 \text{ l. / s.} = 0,01158 \text{ m}^3 / \text{s.} \\ \text{Diámetro} &= 80 \text{ mm.} = 0,08 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 Q}{\pi D^2} = 2,30 \text{ m. / s.}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned} \text{Viscosidad} &= 1, \text{E-}06 \text{ m}^2 / \text{s.} \quad (\nu) & h_1 + h_B - h_r &= h_2 \\ \text{Rugosidad} &= 0,0001 \text{ m.} \quad (K \text{ ó } \epsilon) & h_B &= (h_2 + h_1) + h_r \\ \text{Longitud} &= 892 \text{ m.} \quad (L) & h_B &= \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \\ \text{Gravedad} &= 9,8 \text{ m. / s}^2 \quad (g) \end{aligned}$$

Aplico Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad f = 0,0221$$

$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} = 184301$$

$$\underline{f = 0,0221}$$

Obtengo las pérdidas en la tubería :

$$h_r = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \underline{\underline{67 \text{ m.}}}$$

Obtengo la altura de la bomba :

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \underline{\underline{384 \text{ m.}}}$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

Como se observa, para un diámetro de 80mm. las pérdidas son de entorno al 20% de la altura total a la que hay que elevar el agua, por lo que descartaremos el diámetro de 80 mm. para nuestro estudio.

ELECCION DEL DIAMETRO PARA UNA VELOCIDAD ADECUADA

$$\begin{aligned}\text{Caudal} &= 11,58 \text{ l. / s.} = 0,01158 \text{ m}^3 / \text{s.} \\ \text{Diametro} &= 100 \text{ mm.} = 0,1 \text{ m.}\end{aligned}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 Q}{\pi D^2} = 1,47 \text{ m. / s.}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned}\text{Viscosidad} &= 1, \text{E-}06 \text{ m}^2 / \text{s.} & (\nu) & & h_1 + h_B - h_r = h_2 \\ \text{Rugosidad} &= 0,0001 \text{ m.} & (K \text{ ó } \epsilon) & & h_B = (h_2 + h_1) + h_r \\ \text{Longitud} &= 892 \text{ m.} & (L) & & h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \\ \text{Gravedad} &= 9,8 \text{ m. / s}^2 & (g) & & \end{aligned}$$

Aplico Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad f = 0,0215$$
$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} = 147441$$

Obtengo las pérdidas en la tubería :

$$h_r = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \underline{\underline{21 \text{ m.}}}$$

Obtengo la altura de la bomba :

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \boxed{338 \text{ m.}}$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

Para el diámetro de 100mm. las pérdidas se reducen al 6,6% de la altura total, por lo que comenzaremos nuestro estudio a partir de este diámetro.

ELECCION DEL DIAMETRO PARA UNA VELOCIDAD ADECUADA

$$\begin{aligned} \text{Caudal} &= 11,58 \text{ l. / s.} = 0,01158 \text{ m}^3 / \text{s.} \\ \text{Diametro} &= 125 \text{ mm.} = 0,125 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 Q}{\pi D^2} = 0,94 \text{ m. / s.}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned} \text{Viscosidad} &= 1,E-06 \text{ m}^2 / \text{s.} & (\nu) & & h_1 + h_B - h_r = h_2 \\ \text{Rugosidad} &= 0,0001 \text{ m.} & (K \text{ ó } \epsilon) & & h_B = (h_2 + h_1) + h_r \\ \text{Longitud} &= 892 \text{ m.} & (L) & & h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \\ \text{Gravedad} &= 9,8 \text{ m. / s}^2 & (g) & & \end{aligned}$$

Aplico Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad f = 0,0211$$
$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} = 117953$$
$$f = 0,0211$$

Obtengo las pérdidas en la tubería :

$$h_r = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \underline{\underline{7 \text{ m.}}}$$

Obtengo la altura de la bomba :

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \boxed{324 \text{ m.}}$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

ELECCION DEL DIAMETRO PARA UNA VELOCIDAD ADECUADA

$$\begin{aligned}\text{Caudal} &= 11,58 \text{ l. / s.} = 0,01158 \text{ m}^3 / \text{s.} \\ \text{Diametro} &= 150 \text{ mm.} = 0,15 \text{ m.}\end{aligned}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 Q}{\pi D^2} = 0,66 \text{ m. / s.}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned}\text{Viscosidad} &= 1, \text{E-}06 \text{ m}^2 / \text{s.} & (\nu) & & h_1 + h_B - h_r = h_2 \\ \text{Rugosidad} &= 0,0001 \text{ m.} & (K \text{ ó } \epsilon) & & h_B = (h_2 + h_1) + h_r \\ \text{Longitud} &= 892 \text{ m.} & (L) & & h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \\ \text{Gravedad} &= 9,8 \text{ m. / s}^2 & (g) & & \end{aligned}$$

Aplico Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad f = 0,0210$$
$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} = 98294$$
$$f = 0,0210$$

Obtengo las pérdidas en la tubería :

$$h_r = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \underline{\underline{3 \text{ m.}}}$$

Obtengo la altura de la bomba :

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \boxed{320 \text{ m.}}$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

ELECCION DEL DIAMETRO PARA UNA VELOCIDAD ADECUADA

$$\begin{aligned} \text{Caudal} &= 11,58 \text{ l. / s.} = 0,01158 \text{ m}^3 / \text{s.} \\ \text{Diametro} &= 200 \text{ mm.} = 0,2 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 Q}{\pi D^2} = 0,37 \text{ m. / s.}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned} \text{Viscosidad} &= 1,E-06 \text{ m}^2 / \text{s.} \quad (\nu) & h_1 + h_B - h_r &= h_2 \\ \text{Rugosidad} &= 0,0001 \text{ m.} \quad (K \text{ ó } \epsilon) & h_B &= (h_2 + h_1) + h_r \\ \text{Longitud} &= 892 \text{ m.} \quad (L) & h_B &= \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \\ \text{Gravedad} &= 9,8 \text{ m. / s}^2 \quad (g) \end{aligned}$$

Aplico Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad f = 0,0212$$

$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} = 73721$$

$$f = 0,0212$$

Obtengo las pérdidas en la tubería :

$$h_r = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \underline{\underline{1 \text{ m.}}}$$

Obtengo la altura de la bomba :

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \boxed{318 \text{ m.}}$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

Como se observa en este último cálculo, las pérdidas en el sistema son de 1m. por lo que a partir de este diámetro estas van a ser nulas, debido a que al ser la tubería tan ancha la velocidad se disminuye y las pérdidas se reducen, igualandose prácticamente a partir de este diámetro los consumos diarios del grupo de bombeo.

2.4.1.2. Obtención del caudal real para las distintas bombas y diámetros

Diámetro 100mm

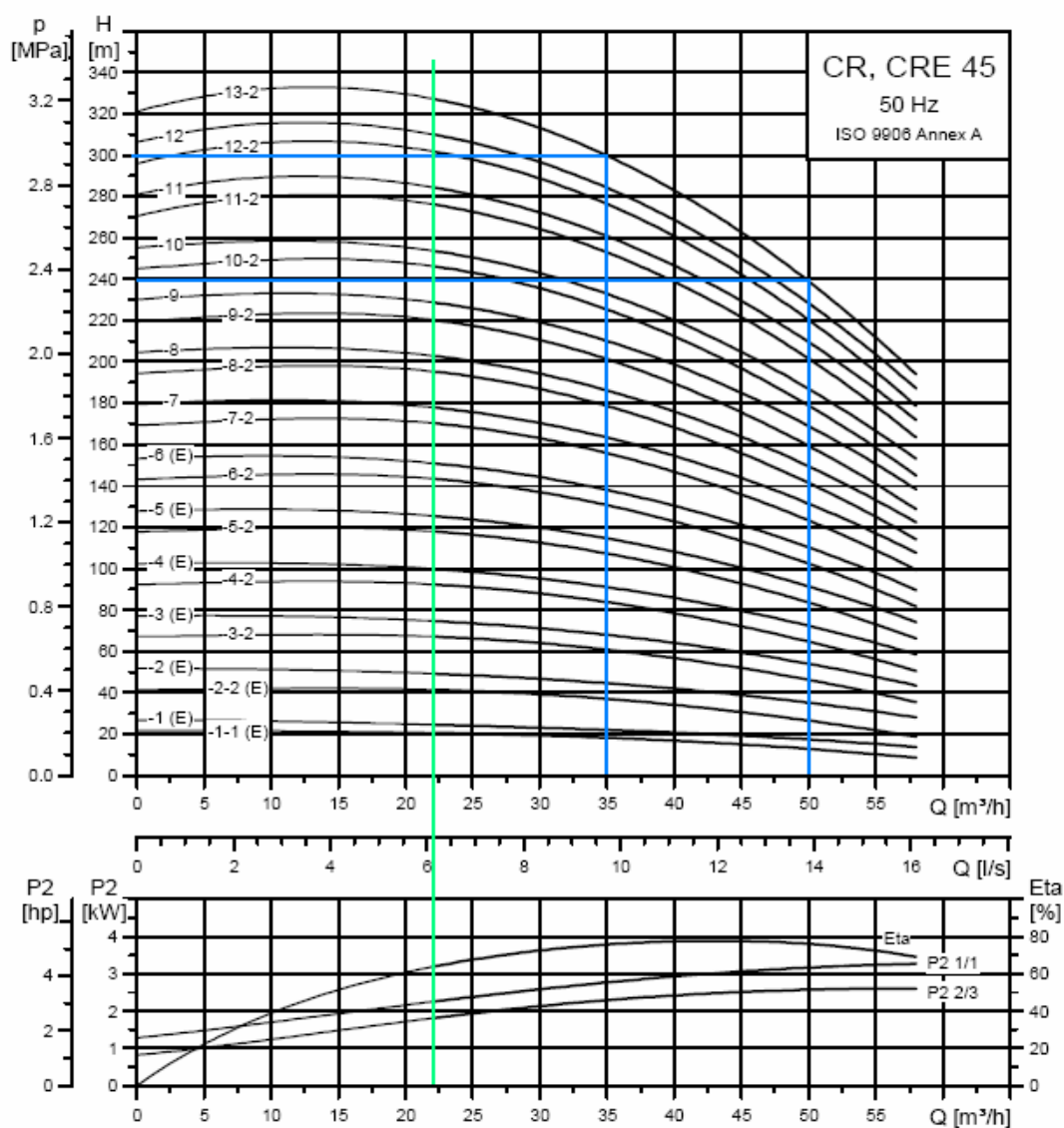
Bombas estudiadas:

- CR-45
- CR-64
- CR-90
- CR-120

Curvas características

CR, CRE 45

CR, CRE 45



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 100 mm. = 0,1 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m. / s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0196$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 144.867 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba (Utilizando dos ptos. de la curva)	300	35	m ³ / h.	0,00972222	m ³ / s
	239	50	m ³ / h.	0,01388889	m ³ / s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_O - c Q^2$

$$H_B = 358,6 - 620047,06 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 717,2 - 1.240.094 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

$Q_{\text{real}} = 0,016999 \text{ m}^3 / \text{s}$
 $61,197 \text{ m}^3 / \text{h.}$
 $V_{\text{real}} = 2,164 \text{ m. / s.}$

Nº de horas que funcionan las bombas: 6,54 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg./ m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 119,57 \text{ Kw.}$$

COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,8

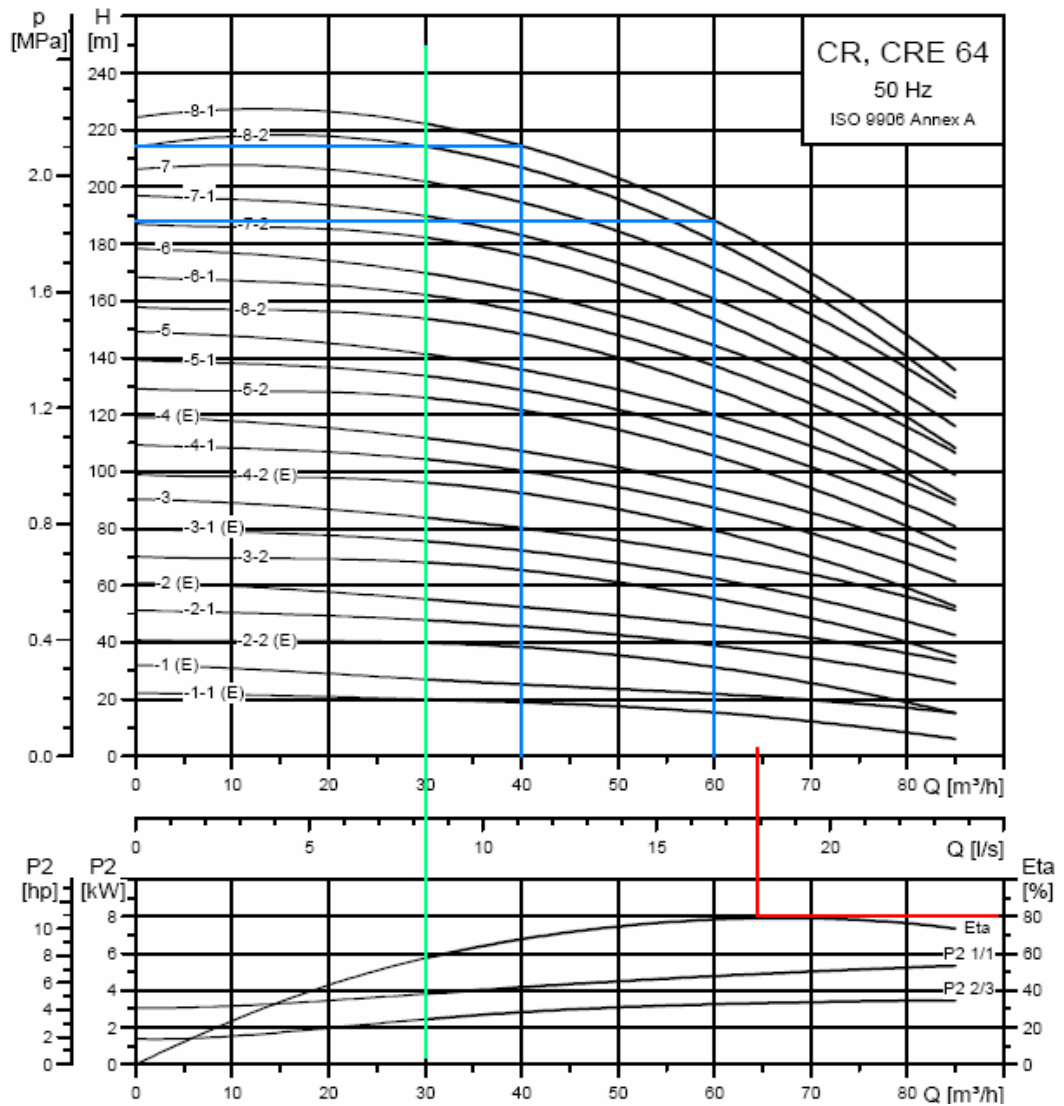
$$P_{\text{electrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 976,90 \text{ Kw. cada día}$$

Q real (61,197 m³ / h.) > Q máx de la bomba (57,5 m³ / h.)

Curvas características

CR, CRE 64

CR, CRE 64



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 100 mm. = 0,1 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0196$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 144.867 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (H_b) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	214	40	m ³ /h.	0,011111111	m ³ /s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	188,5	60	m ³ /h.	0,016666667	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 234,4 - 165240 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que H₀ > Δz)

$$H_B = 468,8 - 330.480 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^{\circ} \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^{\circ} \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,017870 m³/s
64,333 m³/h.
V real = 2,275 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 6,22 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg/m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 127,24 \text{ Kw.}$$

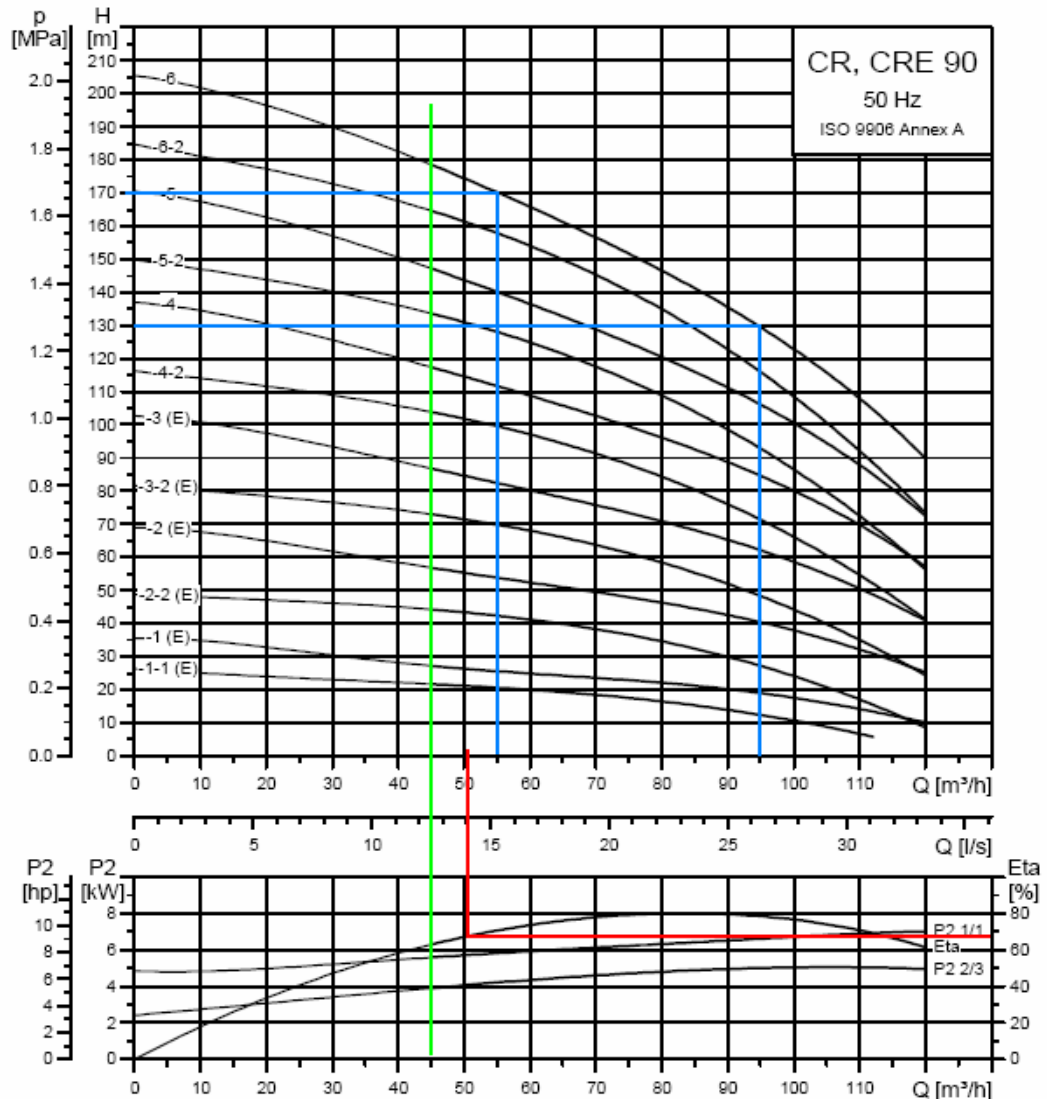
CONSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,8

$$P_{\text{eléctrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 988,88 \text{ Kw. cada día}$$

Curvas características

CR, CRE 90

CR, CRE 90



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 100 mm. = 0,1 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0196$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 144.867 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	170	55	m ³ /h.	0,01527778	m ³ /s
(Utilizando dos pts. de la curva)	130	95	m ³ /h.	0,02638889	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 190,2 - 86400 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 380,3 - 172.800 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,014120 m³/s
50,831 m³/h.
V real = 1,798 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 7,87 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg/m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 95,72 \text{ Kw.}$$

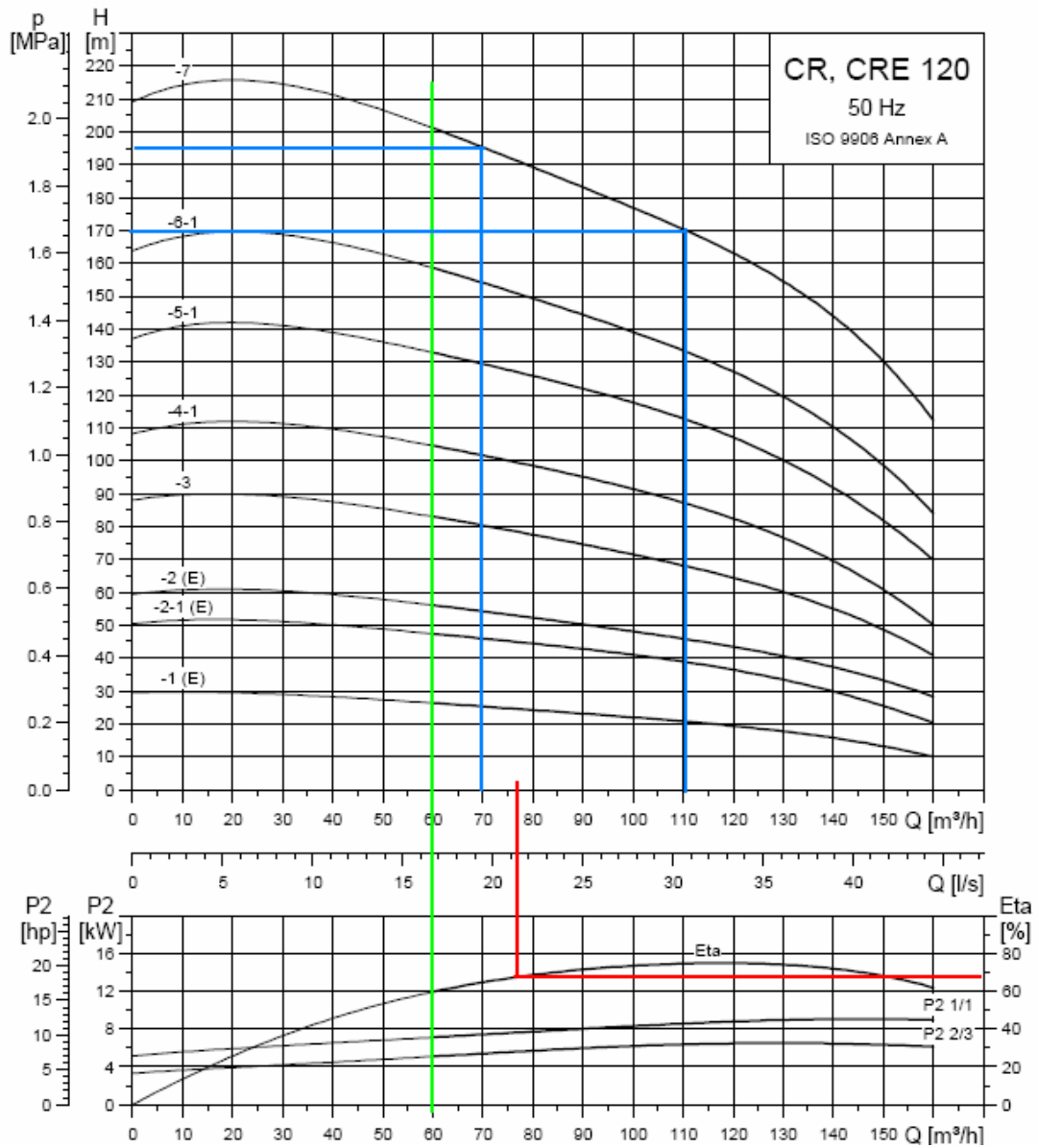
COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,68

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 1107,73 \text{ Kw. cada dia}$$

Curvas características

CR, CRE 120

CR, CRE 120



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro =	100	mm. =	0,1	m.	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$ $f = 0,0196$
Rugosidad =	0,0001	m.	(K ó ε)		
Longitud =	892	m.	(L)		
Gravedad =	9,8	m. / s ²	(g)		

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 144.867 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba		195	70	m ³ / h.	0,01944444	m ³ / s
(Utilizando dos ptos. de la curva)		170	111	m ³ / h.	0,03083333	m ³ / s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 211,5 - 43659,884 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 423 - 87.320 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,021368 m³ / s
76,925 m³ / h.
V real = 2,721 m. / s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 5,20 h.
 Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg / m³
 $P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 160,47 \text{ Kw.}$

COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,68

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 1227,07 \text{ Kw. cada dia}$$

Diámetro 125mm

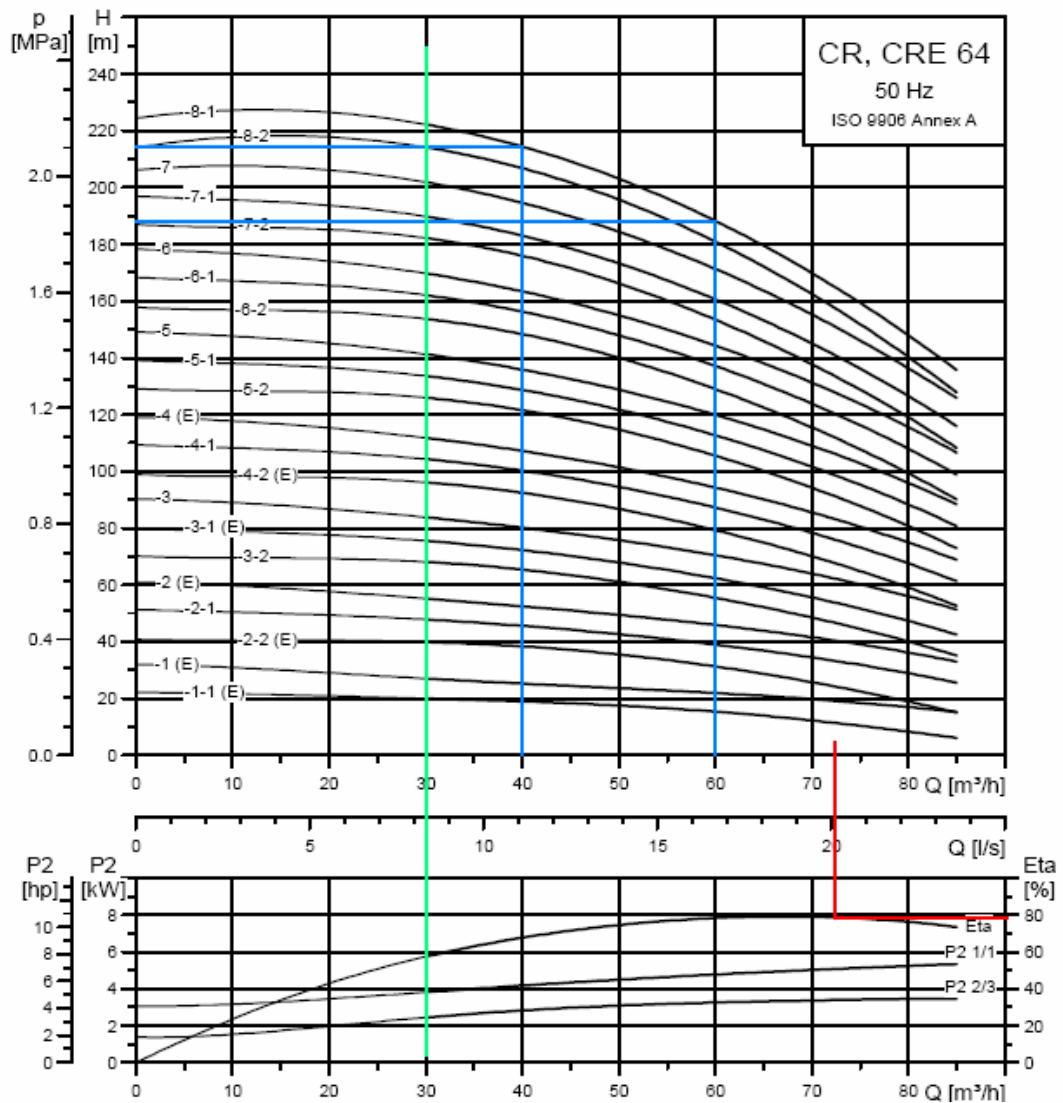
Bombas estudiadas:

- CR-64
- CR-90
- CR-120

Curvas características

CR, CRE 64

CR, CRE 64



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_r) + h_f$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:


Diametro =	125 mm. =	0,125 m.	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$
Rugosidad =	0,0001 m.	(K ó ε)	
Longitud =	892 m.	(L)	
Gravedad =	9,8 m. / s ²	(g)	

$$f = 0,0186$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 44.993 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba		214	40	m ³ / h.	0,011111111	m ³ / s
(Utilizando dos ptos. de la curva)		188,5	60	m ³ / h.	0,01666667	m ³ / s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 234,4 - 165240 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 468,8 - 330.480 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,020107 m³ / s
72,385 m³ / h.

V real = 1,638 m. / s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 5,53 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg. / m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 132,10 \text{ Kw.}$$

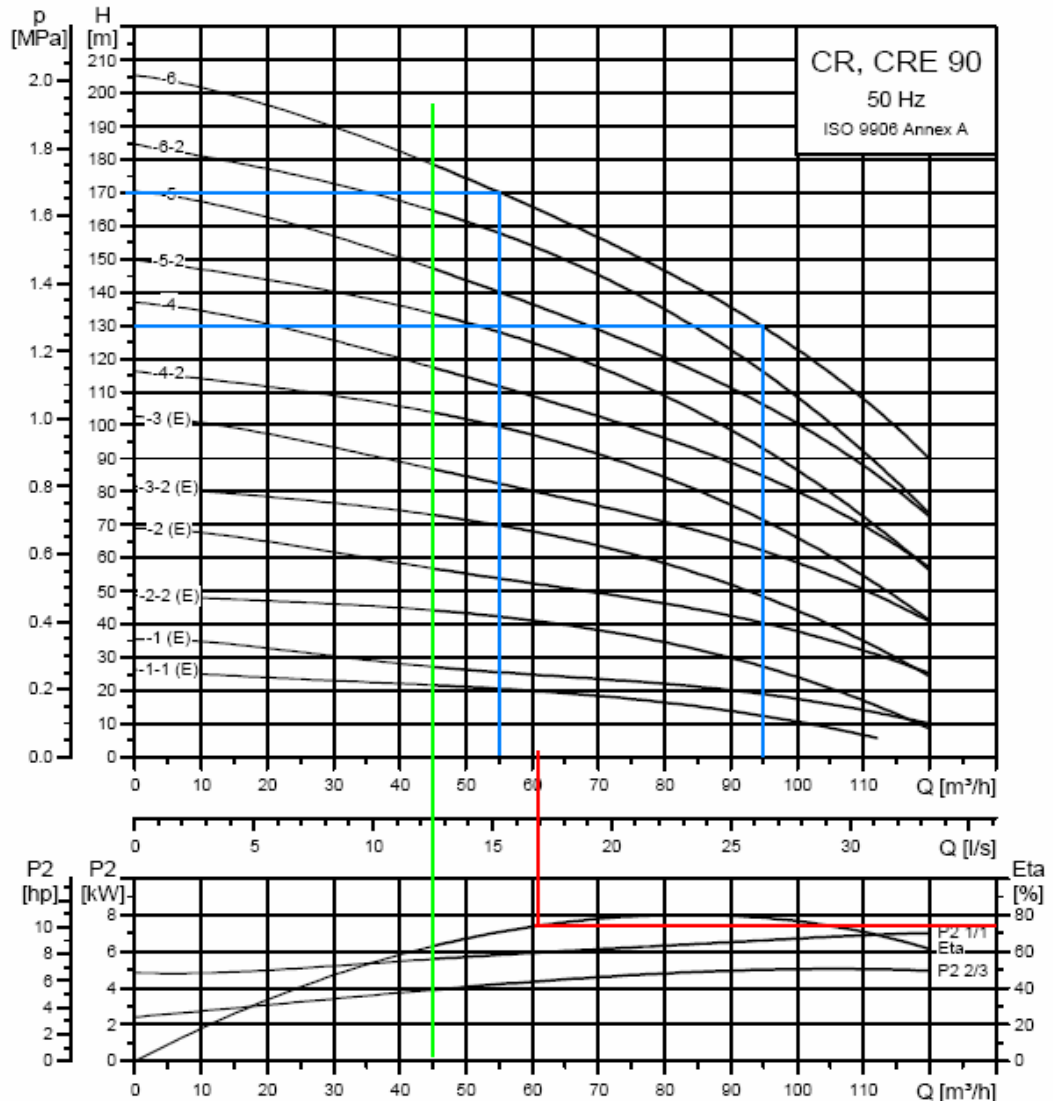
COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,79

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 924,01 \text{ Kw. cada dia}$$

Curvas características

CR, CRE 90

CR, CRE 90



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_r) + h_f$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 125 mm. = 0,125 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m. / s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0186$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 44.993 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	170	55	m ³ / h.	0,01527778	m ³ / s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	130	95	m ³ / h.	0,02638889	m ³ / s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 190,2 - 86400 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 380,3 - 172.800 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,017053 m³ / s
61,390 m³ / h.

V real = 1,390 m. / s.

Nº de horas que funcionan las bombas:

6,52 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas:

ρ = 1000 Kg / m³

$$P_B = \eta (\rho g H_B Q_{real}) = 110,33 \text{ Kw.}$$

COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS:

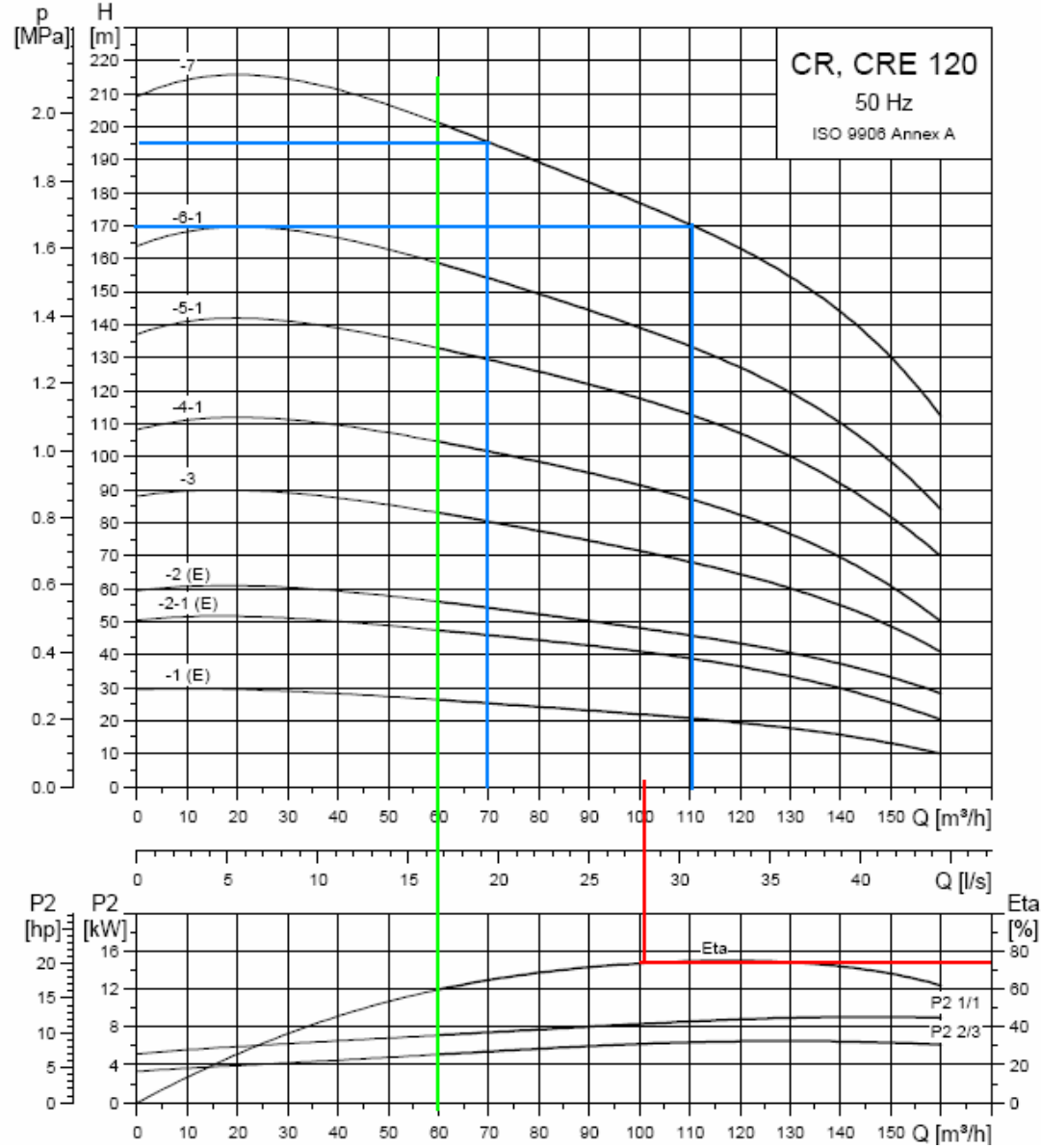
η = 0,74

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 971,42 \text{ Kw. cada dia}$$

Curvas características

CR, CRE 120

CR, CRE 120



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_r) + h_1$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro =	125 mm. =	0,125 m.	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$ $f = 0,0186$
Rugosidad =	0,0001 m.	(K ó ε)	
Longitud =	892 m.	(L)	
Gravedad =	9,8 m. / s ²	(g)	

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 44.993 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba		195	70	m ³ / h.	0,01944444	m ³ / s
(Utilizando dos ptos. de la curva)		170	111	m ³ / h.	0,03083333	m ³ / s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 211,5 - 43659,884 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (n° de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 423 - 87.320 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,028306 m³ / s
101,902 m³ / h.
V real = 2,307 m. / s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 3,93 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg / m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 195,87 \text{ Kw.}$$

COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,74

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 1039,01 \text{ Kw. cada dia}$$

Diámetro 150mm

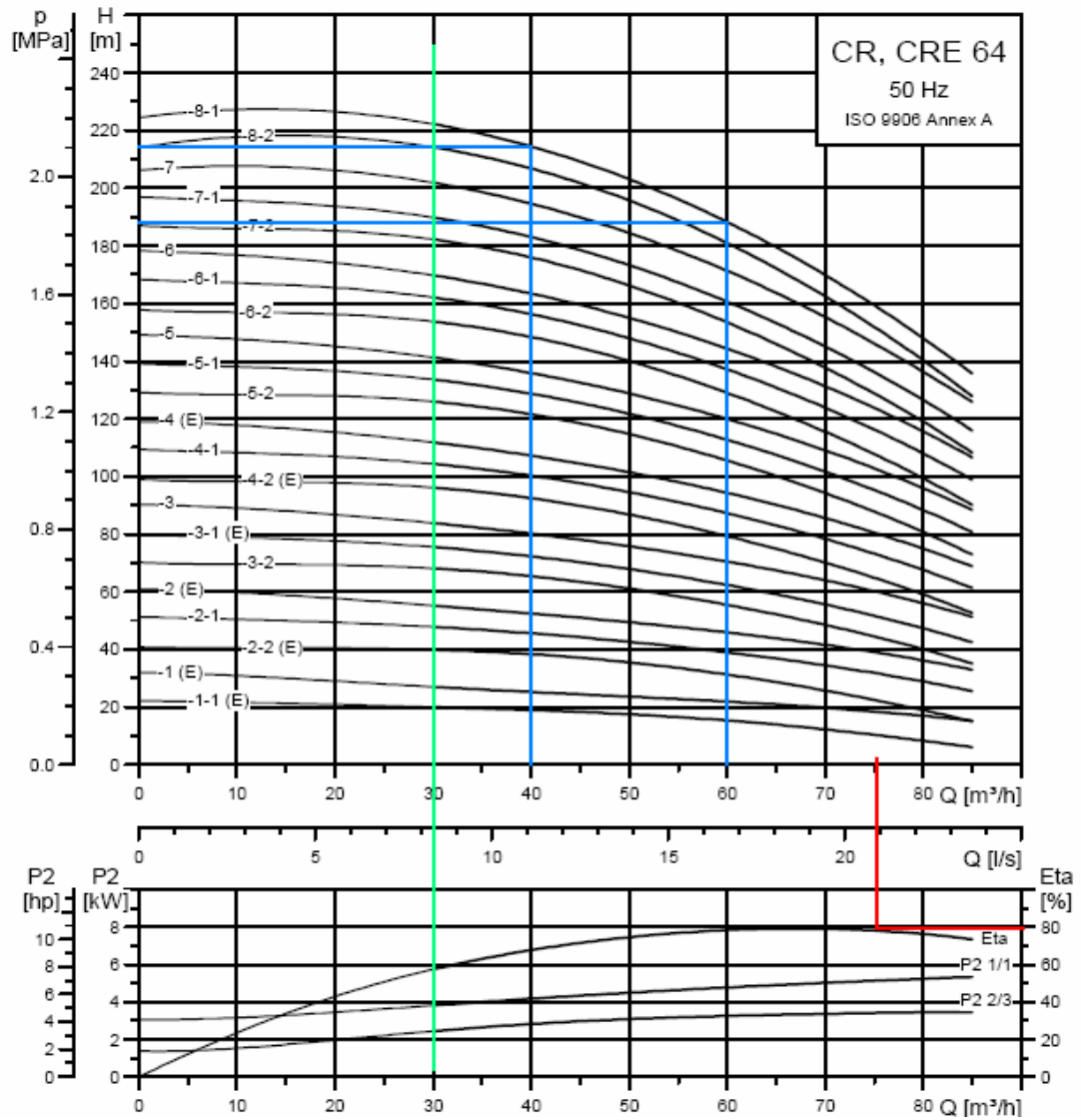
Bombas estudiadas:

- CR-64
- CR-90
- CR-120

Curvas características

CR, CRE 64

CR, CRE 64



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 150 mm. = 0,15 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m. / s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0178$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 17.325 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	214	40	m ³ / h.	0,01111111 m ³ / s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	188,5	60	m ³ / h.	0,01666667 m ³ / s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 234,4 - 165240 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 468,8 - 330.480 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,020891 m³ / s
75,209 m³ / h.
V real = 1,182 m. / s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 5,32 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg / m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 132,90 \text{ Kw.}$$

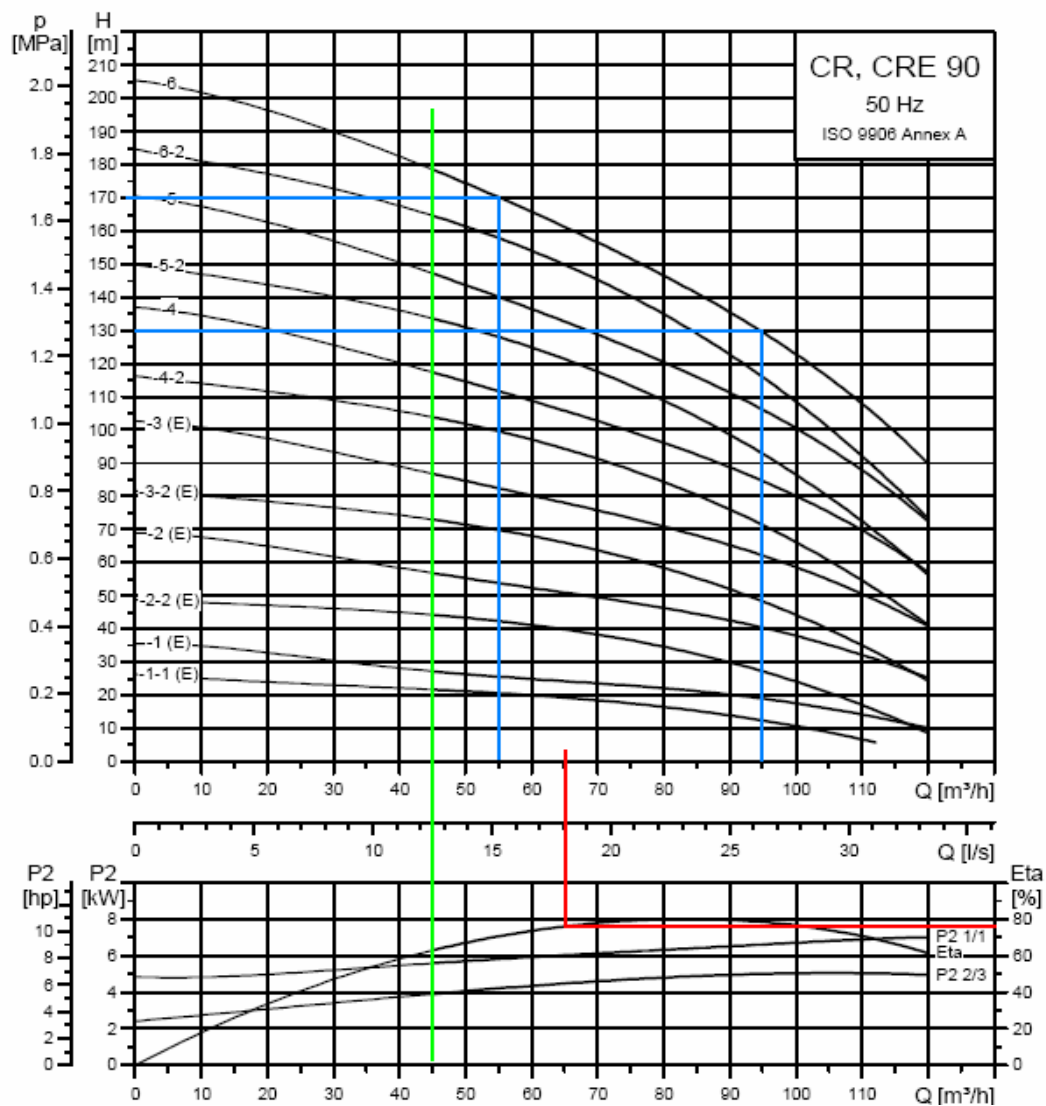
COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,79

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 894,71 \text{ Kw. cada dia}$$

Curvas características

CR, CRE 90

CR, CRE 90



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$= 317 \text{ m.}$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 150 mm. = 0,15 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0178$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 17.325 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	↙	170	55	m ³ /h.	0,01527778	m ³ /s
(Utilizando dos ptos. de la curva)		130	95	m ³ /h.	0,02638889	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 190,2 - 86400 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 380,3 - 172.800 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,018251 m³/s
65,705 m³/h.
V real = 1,033 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 6,09 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg./m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 115,46 \text{ Kw.}$$

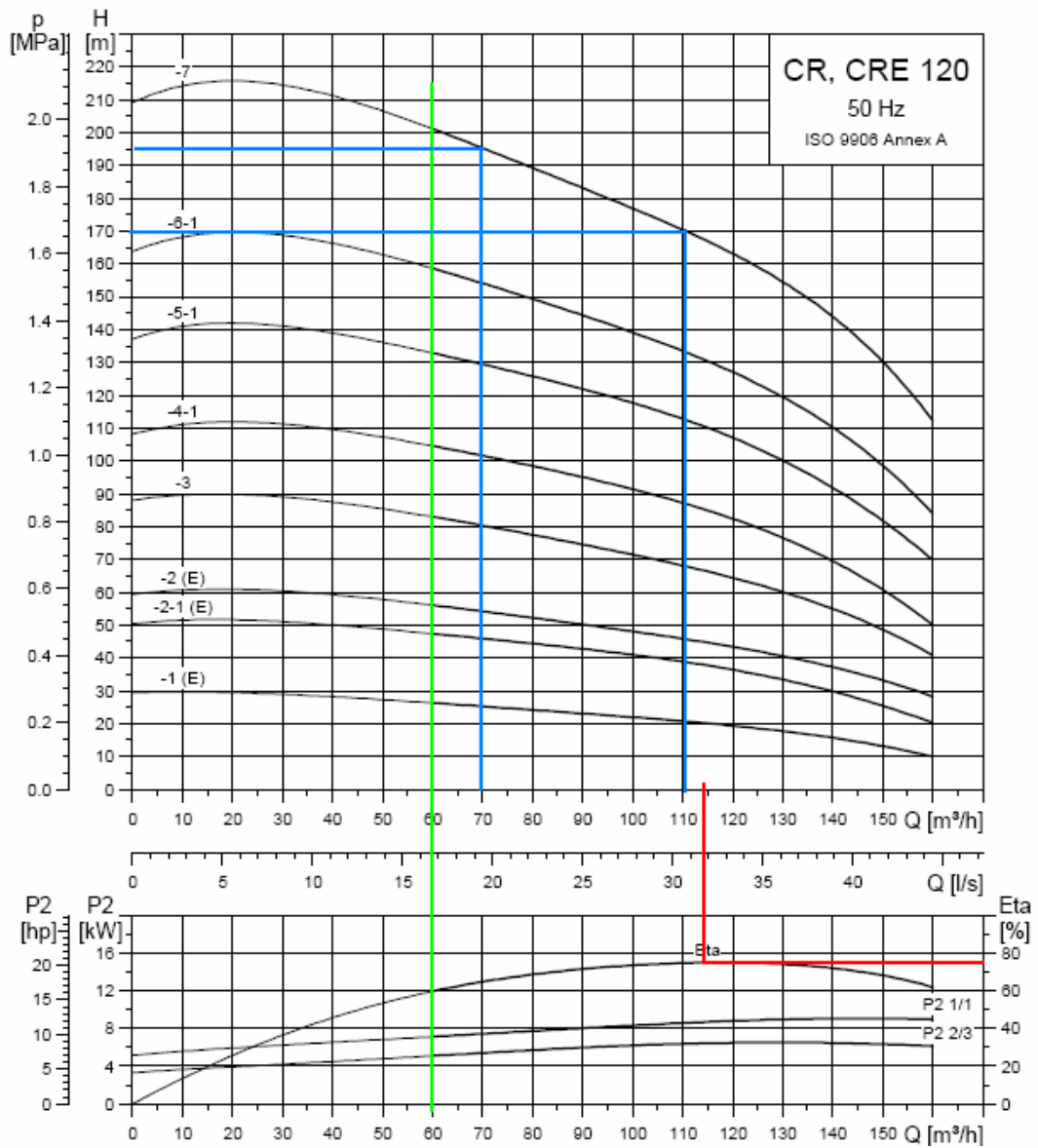
COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,76

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 924,90 \text{ Kw. cada día}$$

Curvas características

CR, CRE 120

CR, CRE 120



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 150 mm. = 0,15 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0178$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 17.325 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	↙	195	70	m ³ /h.	0,01944444	m ³ /s
(Utilizando dos ptos. de la curva)		170	111	m ³ /h.	0,03083333	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 211,5 - 43659,884 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 423 - 87.320 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

$Q_{\text{real}} = 0,031829 \text{ m}^3/\text{s}$
 $114,585 \text{ m}^3/\text{h.}$
 $V_{\text{real}} = 1,801 \text{ m./s.}$

Nº de horas que funcionan las bombas: 3,49 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg/m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 208,71 \text{ Kw.}$$

CONSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,75

$$P_{\text{electrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 971,44 \text{ Kw. cada dia}$$

Diámetro 200mm

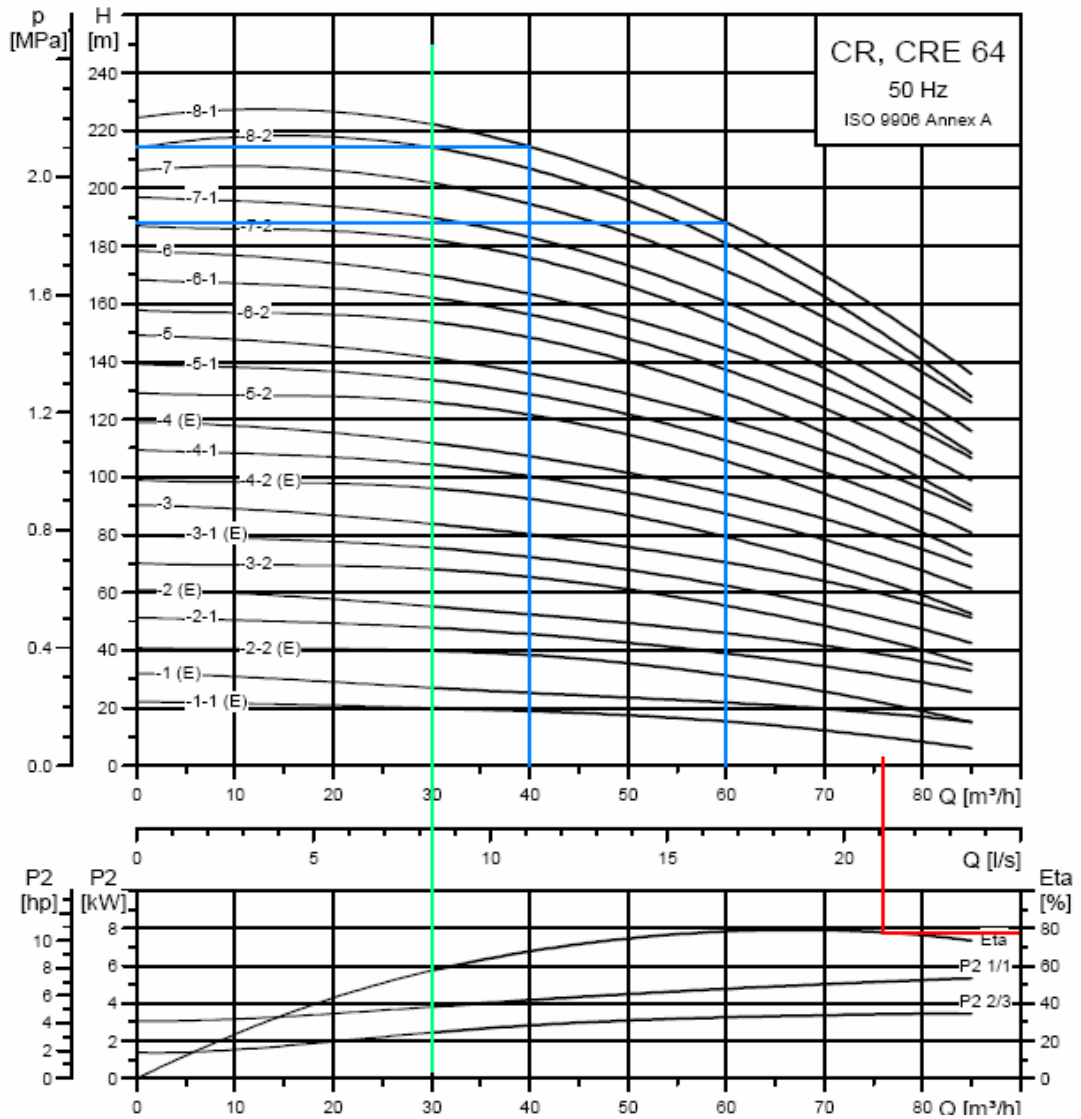
Bombas estudiadas:

- CR-64
- CR-90
- CR-120

Curvas características

CR, CRE 64

CR, CRE 64



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_r) + h_1$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 200 mm. = 0,2 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0167$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 3.850 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (H_b) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	214	40	m ³ /h.	0,011111111	m ³ /s
(Utilizando dos pto. de la curva)	188,5	60	m ³ /h.	0,016666667	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_O - c Q^2$

$$H_B = 234,4 - 165240 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que H_o > Δz)

$$H_B = 468,8 - 330.480 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_o * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,021308 m³/s
76,710 m³/h.
V real = 0,678 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 5,21 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg./m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 133,12 \text{ Kw.}$$

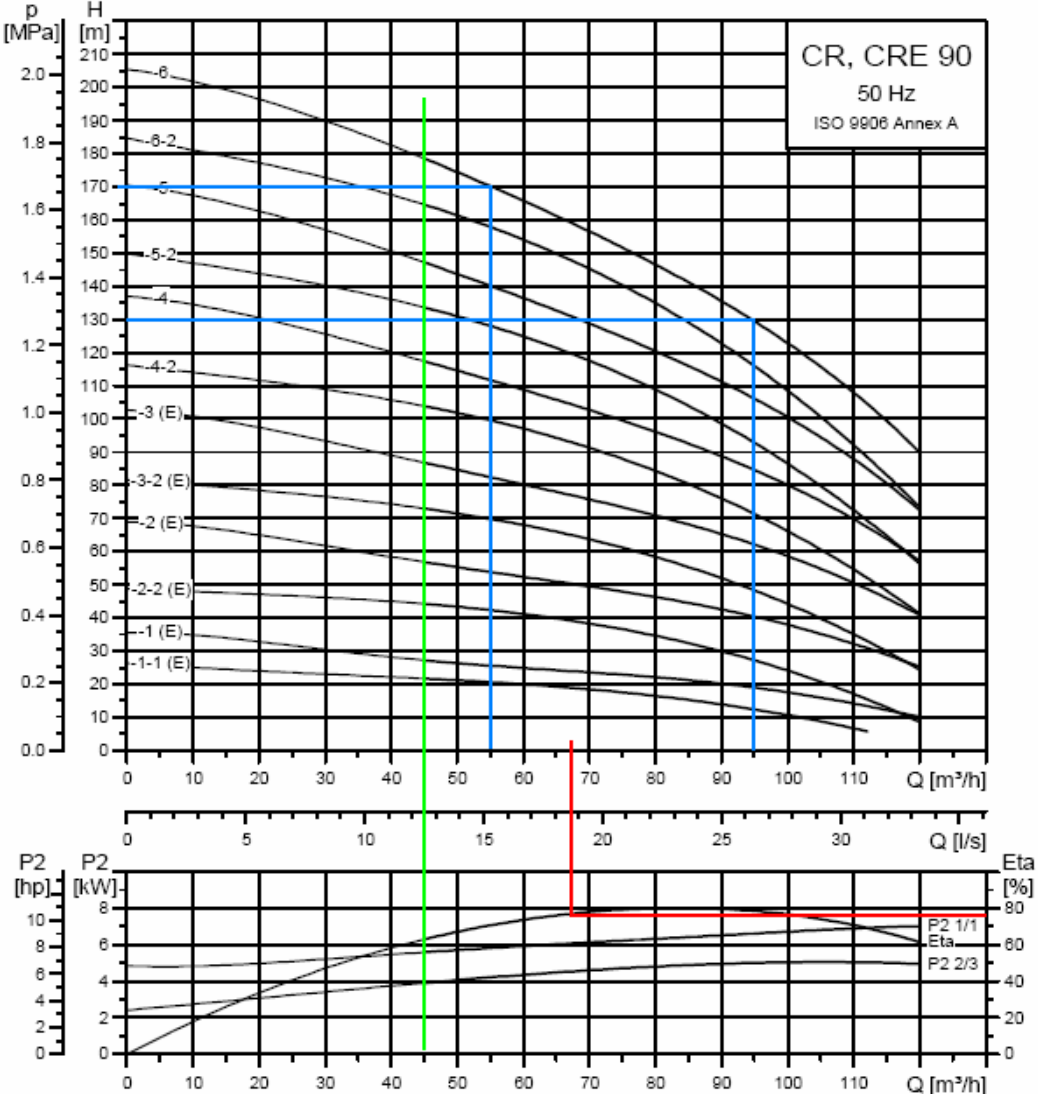
CONSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,78

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 889,95 \text{ Kw. cada dia}$$

Curvas características

CR, CRE 90

CR, CRE 90



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 200 mm. = 0,2 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0167$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 3.850 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	170	55	m ³ /h.	0,01527778	m ³ /s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	130	95	m ³ /h.	0,02638889	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 190,2 - 86400 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 380,3 - 172.800 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^{\circ} \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^{\circ} \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g\pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,018935 m³/s
68,165 m³/h.
V real = 0,603 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas:

$$\frac{400}{0,603} = 5,87 \text{ h.}$$

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas:

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

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 118,16 \text{ Kw.}$$

CONSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS:

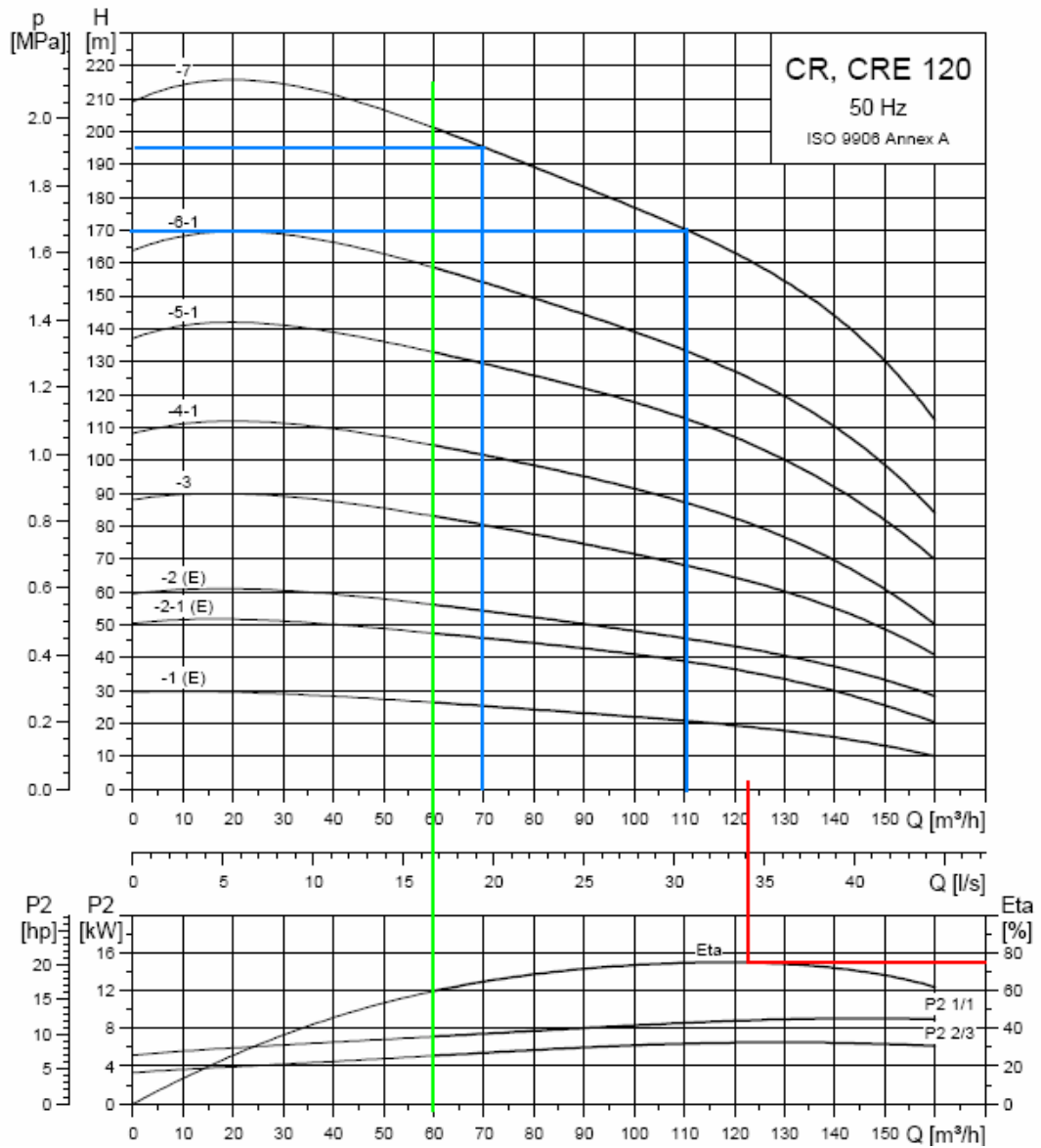
$$\eta = 0,77$$

$$P_{\text{electrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 900,47 \text{ Kw. cada dia}$$

Curvas características

CR, CRE 120

CR, CRE 120



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 317 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 200 mm. = 0,2 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 892 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0167$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 317 + 3.850 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (H_b) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	195	70	m ³ /h.	0,01944444	m ³ /s
(Utilizando dos pts. de la curva)	170	111	m ³ /h.	0,03083333	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 211,5 - 43659,884 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que H₀ > Δz)

$$H_B = 423 - 87.320 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

$Q_{\text{real}} = 0,034100 \text{ m}^3/\text{s}$
 $122,761 \text{ m}^3/\text{h.}$
 $V_{\text{real}} = 1,085 \text{ m./s.}$

Nº de horas que funcionan las bombas: 3,26 h.

Capacidad del deposito : 400 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg./m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 214,86 \text{ Kw.}$$

CONSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,75

$$P_{\text{electrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 933,47 \text{ Kw. cada dia}$$

2.4.1.3 Resumen de los datos obtenidos

		POTENCIA (Kw por día)	RENDIMIENTO	CAUDAL REAL m ³ / h.	VELOCIDAD m. / s
ø 100mm.	CR-64	988,98	0,8	64,33	2,275
	CR-90	1107,73	0,68	50,831	1,798
	CR-120	1227,07	0,68	76,925	2,721
ø 125mm.	CR-64	924,01	0,79	72,385	1,638
	CR-90	971,42	0,74	61,39	1,39
	CR-120	1039,01	0,74	101,902	2,307
ø 150mm.	CR-64	894,71	0,79	75,209	1,182
	CR-90	924,9	0,76	65,705	1,033
	CR-120	971,44	0,75	114,585	1,801
ø 200mm.	CR-64	889,95	0,78	76,71	0,678
	CR-90	900,47	0,77	68,165	0,603
	CR-120	933,47	0,75	122,761	1,085

2.4.2. Bombeo de Ardanaz

Esquema de cálculos realizado en este apartado:

2.4.2.1 Aproximación del diámetro con el consumo diario que nos demanda el camping:

$$0.416 \text{ l./seg.} / 1000 = 0.000416 \text{ m}^3 / \text{s. (Obtenido en el Pto. 2.1.)}$$

2.4.2.2 Obtención del caudal real para las distintas bombas

Se va a analizar el funcionamiento de las bombas CR-10, CR-15, CR-20, CR-32, CR-45 y CR-64 para el siguiente diámetro:

- Diámetro 80mm.

2.4.2.3 Resumen de los datos obtenidos

2.4.2.1 Aproximación del diámetro con el consumo diario que nos demanda el camping

ELECCION DEL DIAMETRO PARA UNA VELOCIDAD ADECUADA

$$\begin{aligned} \text{Caudal} &= 0,416 \text{ l. / s.} = 0,000416 \text{ m}^3 / \text{s.} \\ \text{Diámetro} &= 80 \text{ mm.} = 0,08 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 Q}{\pi D^2} = 0,08 \text{ m. / s.}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned} \text{Viscosidad} &= 1, \text{E-}06 \text{ m}^2 / \text{s.} \quad (\nu) & h_1 + h_B - h_r &= h_2 \\ \text{Rugosidad} &= 0,0001 \text{ m.} \quad (K \text{ ó } \epsilon) & h_B &= (h_2 + h_1) + h_r \\ \text{Longitud} &= 2463,4 \text{ m.} \quad (L) & h_B &= \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \\ \text{Gravedad} &= 9,8 \text{ m. / s}^2 \quad (g) \end{aligned}$$

Aplico Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad f = 0,0361$$

$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} = 6621$$

$$f = 0,0361$$

Obtengo las pérdidas en la tubería :

$$h_r = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \underline{\underline{0 \text{ m.}}}$$

Obtengo la altura de la bomba :

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \boxed{580 \text{ m.}}$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 580 \text{ m.}$$

Para el diámetro más pequeño de tubería de fundición nos dan unas pérdidas nulas, por lo que adaptamos el de 80mm. ya que aunque analicemos los siguientes diámetros las pérdidas van a seguir nulas y solo vamos a conseguir incrementar con esto el precio de la red de tuberías.

2.4.2.2 Obtención del caudal real para las distintas bombas

Diámetro 80mm

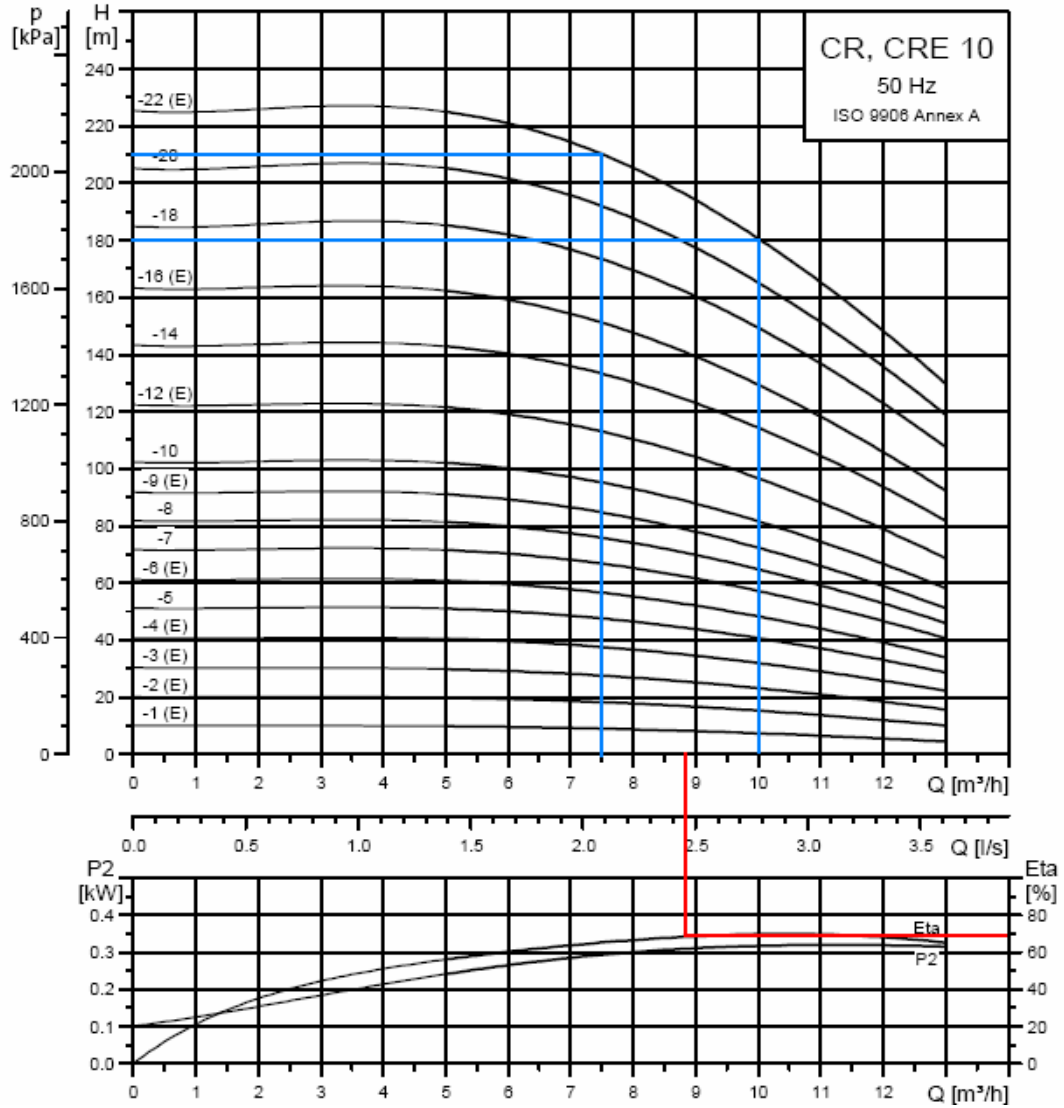
Bombas estudiadas:

- CR-10
- CR-15
- CR-20
- CR-32
- CR-45
- CR-64

Curvas características

CR, CRE 10

CR, CRE 10



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 580 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 80 mm. = 0,08 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 2463,4 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0207$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 580 + 1.290.051 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	210	7,5	m ³ /h.	0,00208333	m ³ /s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	180	10	m ³ /h.	0,00277778	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_O - c Q^2$

$$H_B = 248,6 - 8886857,1 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 3 para que Ho > Δz)

$$H_B = 745,7 - 26.660.571 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,002435 m³/s
8,766 m³/h.

V real = 0,484 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas:

11,41 h.

Capacidad del deposito : 100 m³

Potencia consumida por las bombas:

ρ = 1000 Kg./m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 42,07 \text{ Kw.}$$

COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS:

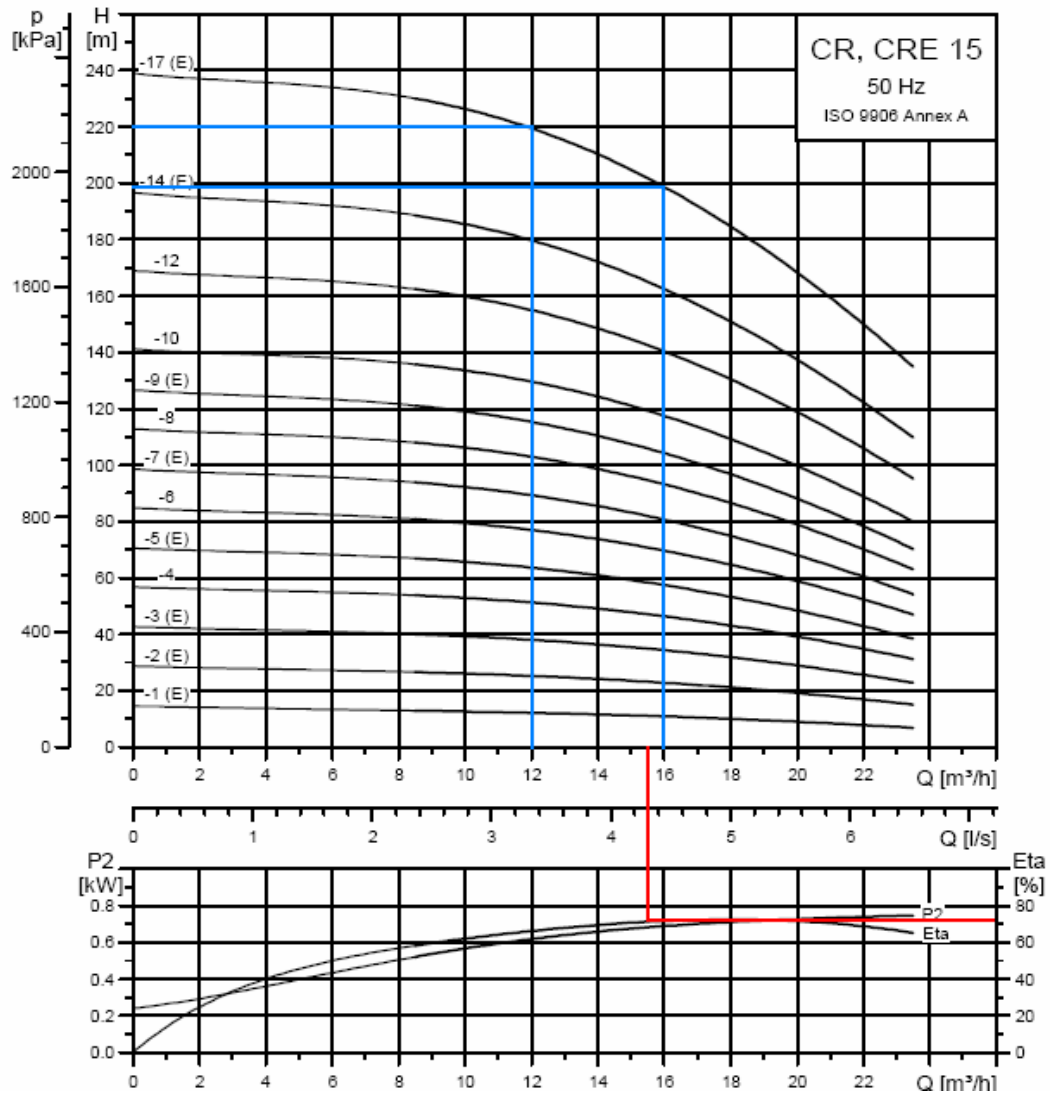
η = 0,69

$$P_{\text{electrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 695,53 \text{ Kw. cada dia}$$

Curvas características

CR, CRE 15

CR, CRE 15



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_r) + h_1$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 580 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 80 mm. = 0,08 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 2463,4 m. (L)

Gravedad = 9,8 m. / s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0207$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 580 + 1.290.051 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	220	12	m ³ / h.	0,00333333 m ³ / s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	199	16	m ³ / h.	0,00444444 m ³ / s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_O - c Q^2$

$$H_B = 247 - 2430000 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 3 para que Ho > Δz)

$$H_B = 741 - 7.290.000 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

$Q_{real} = 0,004332 \text{ m}^3 / \text{s}$
 $15,594 \text{ m}^3 / \text{h.}$
 $V_{real} = 0,862 \text{ m. / s.}$

Nº de horas que funcionan las bombas:

$$6,41 \text{ h.}$$

Capacidad del deposito : 100 m³

Potencia consumida por las bombas:

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

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 76,95 \text{ Kw.}$$

COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS:

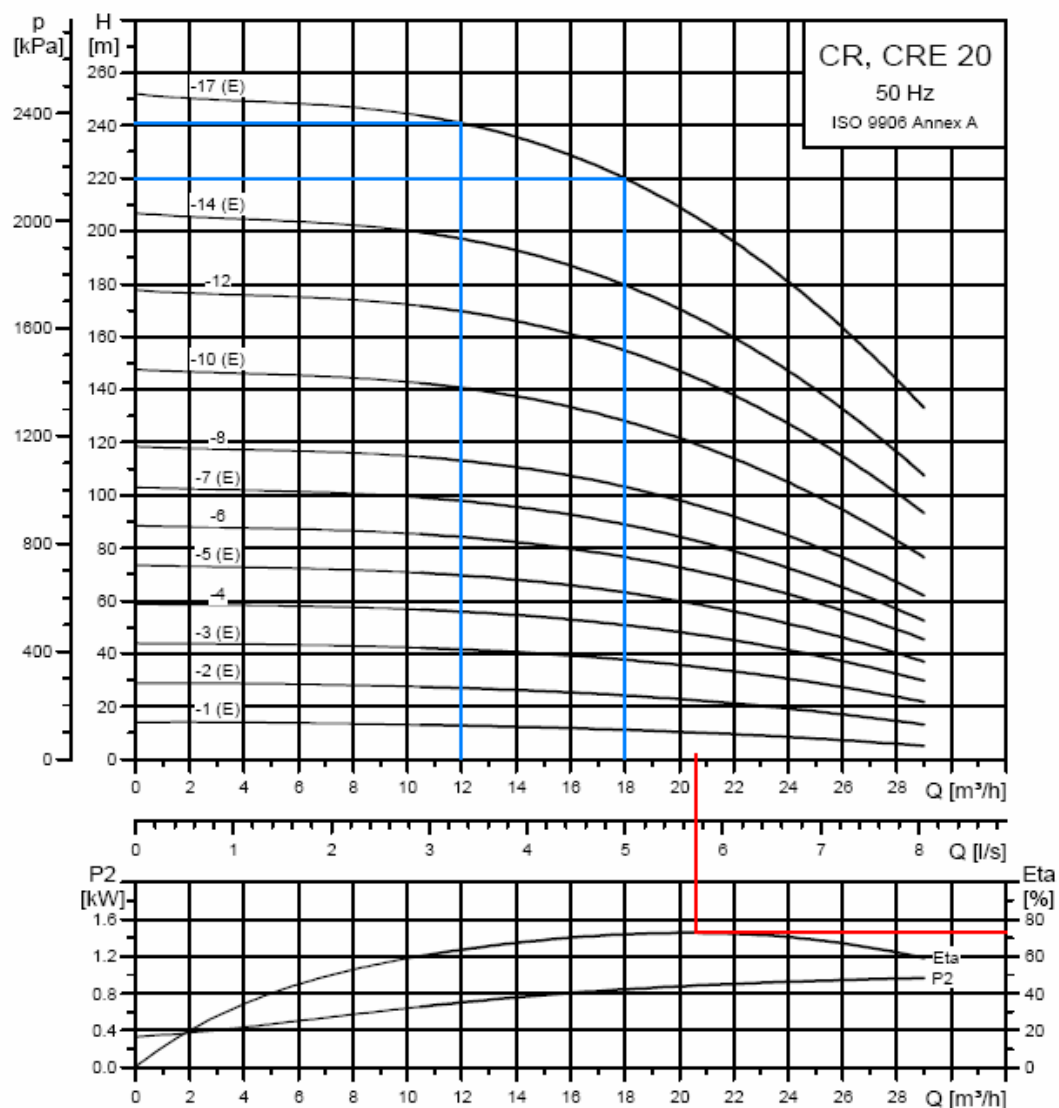
$$\eta = 0,72$$

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 685,33 \text{ Kw. cada día}$$

Curvas características

CR, CRE 20

CR, CRE 20



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 580 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 80 mm. = 0,08 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 2463,4 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0207$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 580 + 1.290.051 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	241	12	m ³ / h.	0,003333333	m ³ / s
(Utilizando dos pts. de la curva)	220	18	m ³ / h.	0,005	m ³ / s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 257,8 - 1512000 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 3 para que Ho > Δz)

$$H_B = 773,4 - 4.536.000 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{real} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

$Q_{real} = 0,005762 \text{ m}^3 / \text{s}$
 $20,742 \text{ m}^3 / \text{h.}$
 $V_{real} = 1,146 \text{ m. / s.}$

Nº de horas que funcionan las bombas:

Capacidad del deposito : 100 m³

4,82 h.

Potencia consumida por las bombas:

ρ = 1000 Kg./m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{real}) = 105,50 \text{ Kw.}$$

CONSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS:

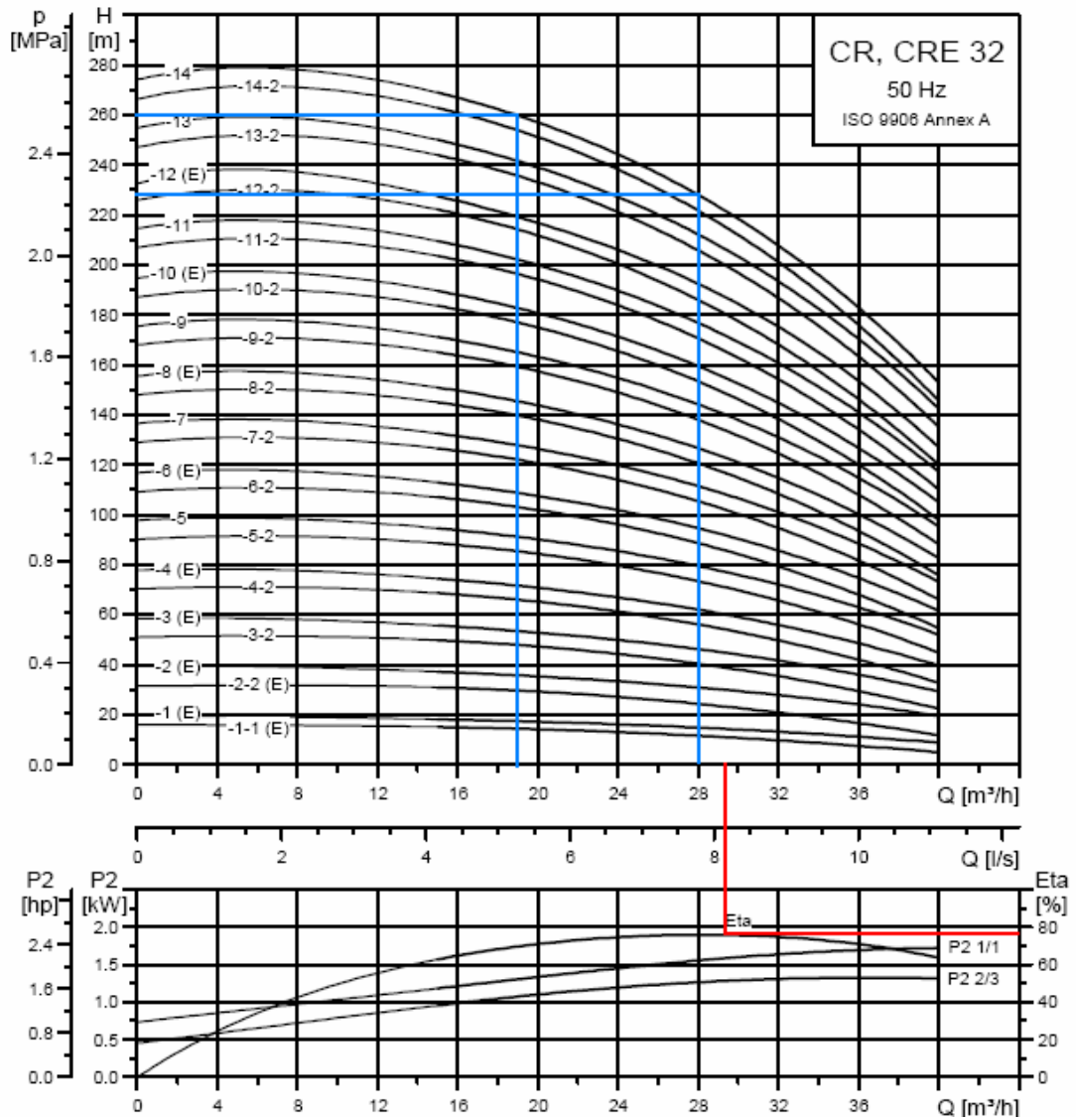
η = 0,73

$$P_{electrica} = (P_B / \eta) * h_{de funcionamiento} = 696,77 \text{ Kw. cada día}$$

Curvas características

CR, CRE 32

CR, CRE 32



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 580 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 80 mm. = 0,08 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 2463,4 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0207$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 580 + 1.290.051 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	260	19	m ³ /h.	0,00527778	m ³ /s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	228	28	m ³ /h.	0,00777778	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 287,3 - 980425,53 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 3 para que Ho > Δz)

$$H_B = 861,9 - 2.941.277 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,008163 m³/s
29,386 m³/h.
V real = 1,624 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 3,40 h.

Capacidad del deposito : 100 m³

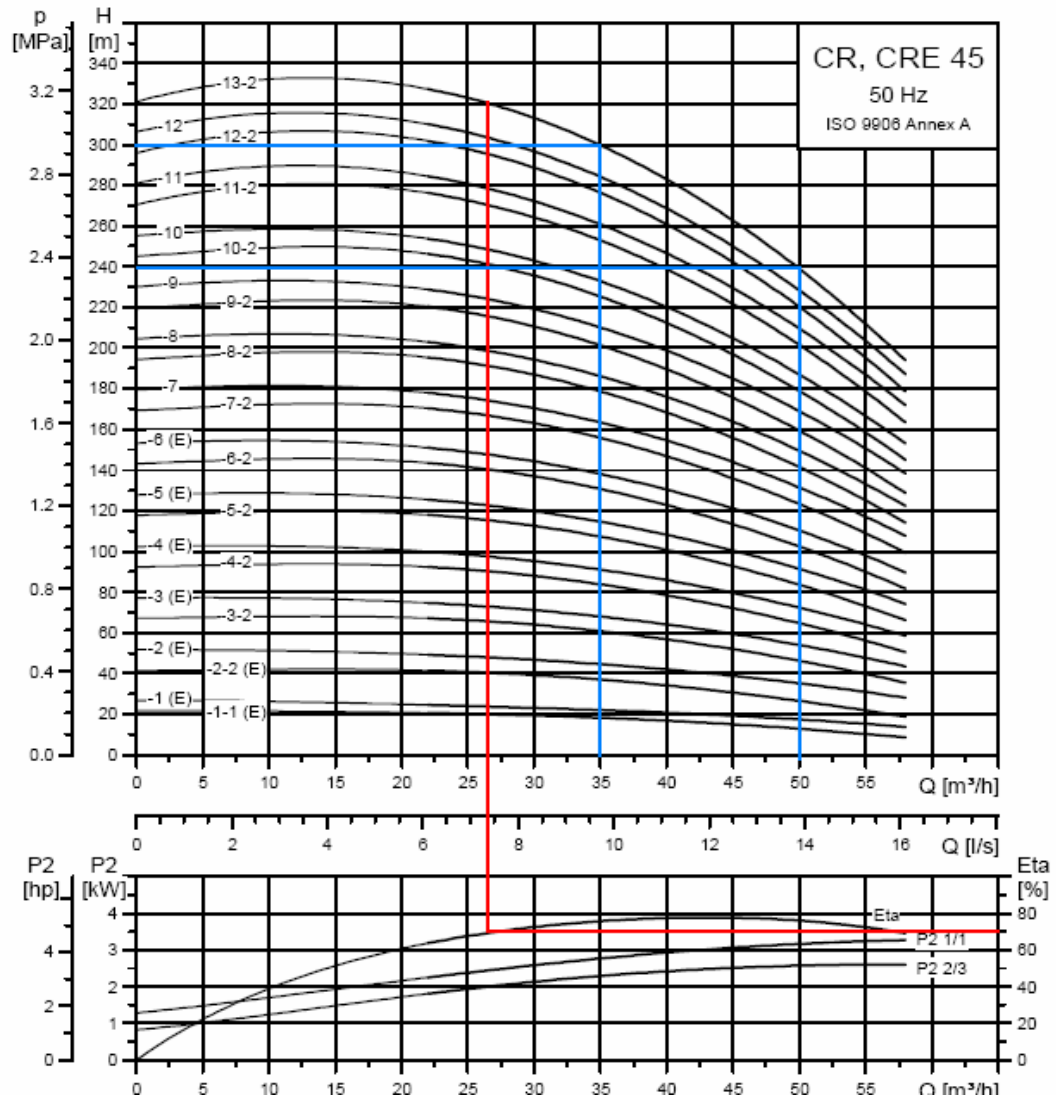
Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg./m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 159,82 \text{ Kw.}$$

COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,76

$$P_{\text{electrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 715,61 \text{ Kw. cada día}$$

CR, CRE 45



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_r) - h_1$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 580 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 80 mm. = 0,08 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 2463,4 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0207$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 580 + 1.290.051 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	300	35	m ³ /h.	0,00972222	m ³ /s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	239	50	m ³ /h.	0,01388889	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_0 - c Q^2$

$$H_B = 358,6 - 620047,06 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 2 para que Ho > Δz)

$$H_B = 717,2 - 1.240.094 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,007364 m³/s
26,511 m³/h.

V real = 1,465 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas: 3,77 h.

Capacidad del deposito : 100 m³

Potencia consumida por las bombas: ρ = 1000 Kg./m³

$$P_B = n (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 93,82 \text{ Kw.}$$

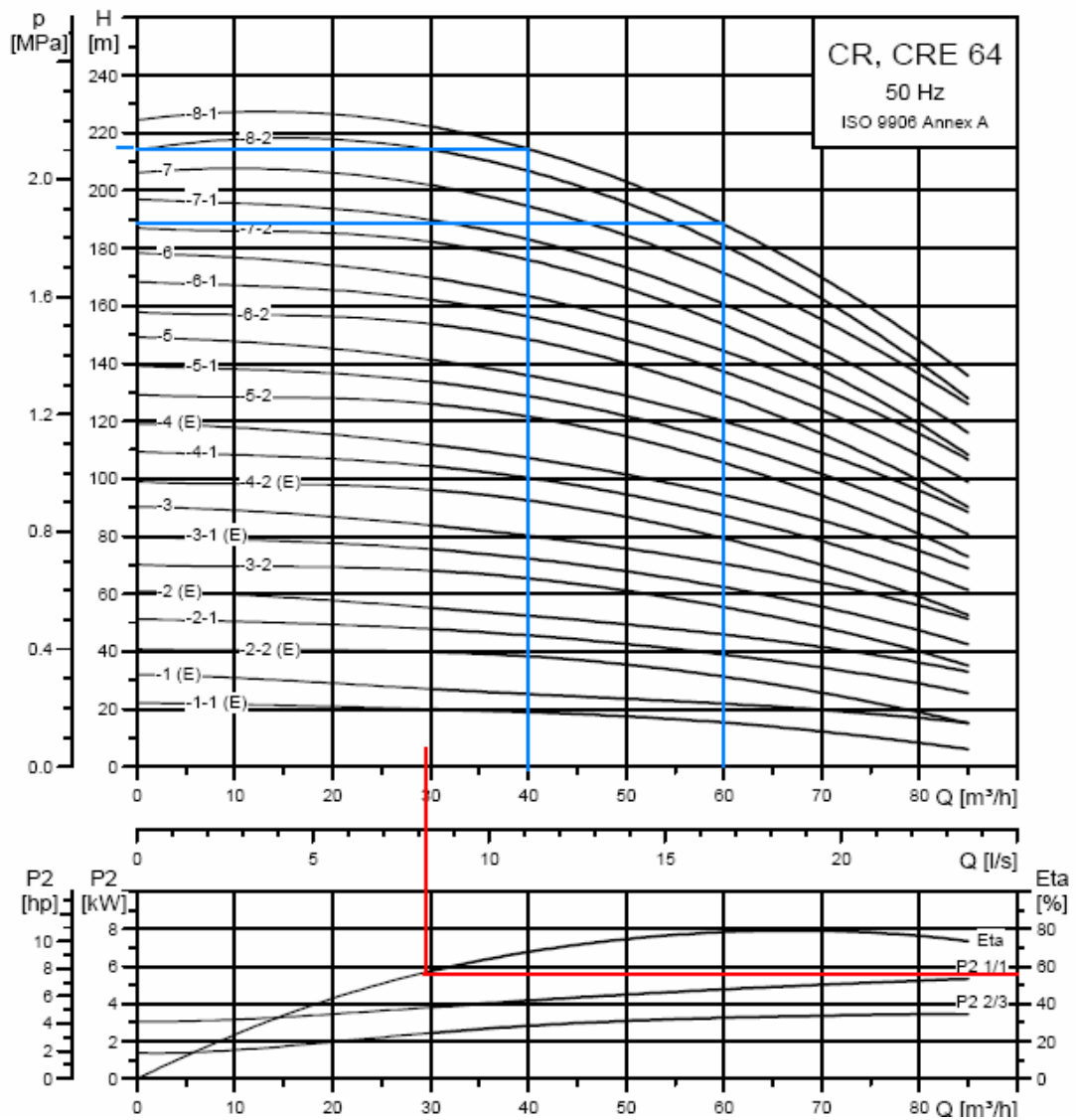
COMSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS: η = 0,7

$$P_{\text{electrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 505,53 \text{ Kw. cada dia}$$

Curvas características

CR, CRE 64

CR, CRE 64



Energía disipada en el sistema:

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \Delta Z + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right) Q^2$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1$$

$$= 580 \text{ m.}$$

Por ser regimen turbulento el Reinold no influye en la fórmula de Colebrook y nos queda:

Diametro = 80 mm. = 0,08 m.

Rugosidad = 0,0001 m. (K ó ε)

Longitud = 2463,4 m. (L)

Gravedad = 9,8 m./s² (g)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0207$$

La ecuación de la energía nos queda:

$$H_B = 580 + 1.290.051 Q^2$$

Energía aportada por el bombeo: Altura (Hb) : Caudal (Q) :

Curva de la bomba	214	40	m ³ /h.	0,011111111	m ³ /s
(Utilizando dos ptos. de la curva)	188,5	60	m ³ /h.	0,016666667	m ³ /s

Ecuacion energetica de la bomba: $H_B = H_O - c Q^2$

$$H_B = 234,4 - 165240 Q^2$$

Para el caso de varias bombas en serie la ecuacion será : (nº de bombas : 3 para que Ho > Δz)

$$H_B = 703,2 - 495.720 Q^2$$

Obtención del caudal real : (se igualan las alturas de las bombas en ambos sistemas)

$$Q_{\text{real}} = \sqrt{\left(\frac{(H_0 * N^0 \text{ bombas}) - \Delta Z}{(c * N^0 \text{ bombas}) + \left(f \frac{8L}{g \pi^2 D^5} \right)} \right)}$$

Q real = 0,008306 m³/s
29,902 m³/h.
V real = 1,652 m./s.

Nº de horas que funcionan las bombas:

$$\frac{3,34}{h.}$$

Capacidad del deposito : 100 m³

Potencia consumida por las bombas:

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

$$P_B = \eta (\rho g H_B Q_{\text{real}}) = 163,37 \text{ Kw.}$$

CONSUMO DIARIO DEL GRUPO DE BOMBAS:

$$\eta = 0,56$$

$$P_{\text{eléctrica}} = (P_B / \eta) * h_{\text{de funcionamiento}} = 975,63 \text{ Kw. cada día}$$

2.4.2.3 Resumen de los datos obtenidos

		POTENCIA (Kw por día)	RENDIMIENTO	CAUDAL REAL m ³ / h.	VELOCIDAD m. / s
ø 80mm.	CR-10	695,53	0,69	8,766	0,484
	CR-15	685,33	0,72	15,594	0,862
	CR-20	696,77	0,73	20,742	1,146
	CR-32	715,61	0,76	29,386	1,624
	CR-45	505,53	0,7	26,511	1,465
	CR-64	975,63	0,56	29,902	1,652

2.5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CONDUCCIONES

- En ambas conducciones se utiliza una tubería para agua potable que cumple con la normativa EN 545.

- Sistema de unión, junta de elastómero (EPDM) EN 681
- Sistema de gestión de calidad EN ISO 9001
- Sistema de calidad medioambiental EN 14001
- La rugosidad absoluta según la norma es de 0.1 mm.

2.5.1. Conducción de Ayanz

ELECCION DEL DIAMETRO PARA UNA VELOCIDAD ADECUADA

$$\text{Caudal} = 20,891 \text{ l. / s.} = 0,020891 \text{ m}^3 / \text{s.}$$

$$\text{Diametro} = 150 \text{ mm.} = 0,15 \text{ m.}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 Q}{\pi D^2} = 1,18 \text{ m. / s.}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE LA BOMBA

$$\text{Viscosidad} = 1, \text{E-}06 \text{ m}^2 / \text{s.} \quad (\nu)$$

$$\text{Rugosidad} = 0,0001 \text{ m.} \quad (\kappa \text{ ó } \epsilon)$$

$$\text{Longitud} = 892 \text{ m.} \quad (L)$$

$$\text{Gravedad} = 9,8 \text{ m. / s}^2 \quad (g)$$

$$h_1 + h_B - h_r = h_2$$

$$h_B = (h_2 + h_1) + h_r$$

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Aplico Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,0198$$

$$f = 0,0198$$

$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} = 177328$$

Obtengo las pérdidas en la tubería :

$$h_r = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 8 \text{ m.}$$

Obtengo la altura de la bomba :

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 325 \text{ m.}$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 317 \text{ m.}$$

2.5.2. Conducción de Ardanaz

ELECCION DEL DIAMETRO PARA UNA VELOCIDAD ADECUADA

$$\begin{aligned} \text{Caudal} &= 7,364 \text{ l. / s.} = 0,007364 \text{ m}^3 / \text{s.} \\ \text{Diametro} &= 80 \text{ mm.} = 0,08 \text{ m.} \\ V &= \frac{Q}{A} = \frac{4 Q}{\pi D^2} = 1,47 \text{ m. / s.} \end{aligned}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned} \text{Viscosidad} &= 1, \text{E-}06 \text{ m}^2 / \text{s.} & (v) & & h_1 + h_B - h_r = h_2 \\ \text{Rugosidad} &= 0,0001 \text{ m.} & (K \text{ ó } \epsilon) & & h_B = (h_2 + h_1) + h_r \\ \text{Longitud} &= 2463,4 \text{ m.} & (L) & & h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \\ \text{Gravedad} &= 9,8 \text{ m. / s}^2 & (g) & & \end{aligned}$$

Aplico Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad f = 0,0227$$

$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} = 117202$$

$$f = 0,0227$$

Obtengo las pérdidas en la tubería :

$$h_r = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 77 \text{ m.}$$

Obtengo la altura de la bomba :

$$h_B = \Delta Z + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 657 \text{ m.}$$

$$\Delta Z = z_2 - z_1 = 580 \text{ m.}$$



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO
IRATI

DOCUMENTO Nº 3 PLANOS

Daniel Jiménez Echeverría

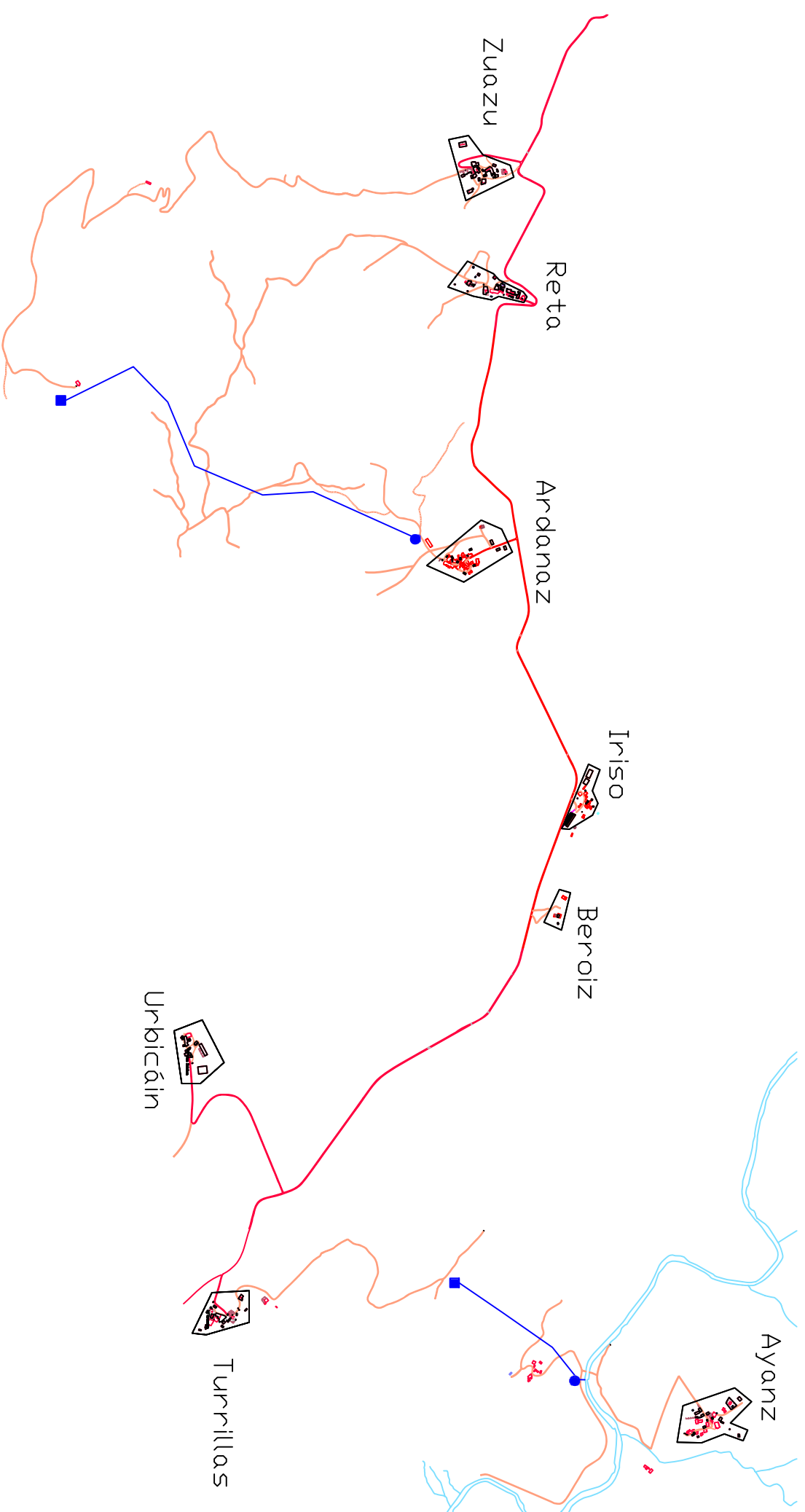
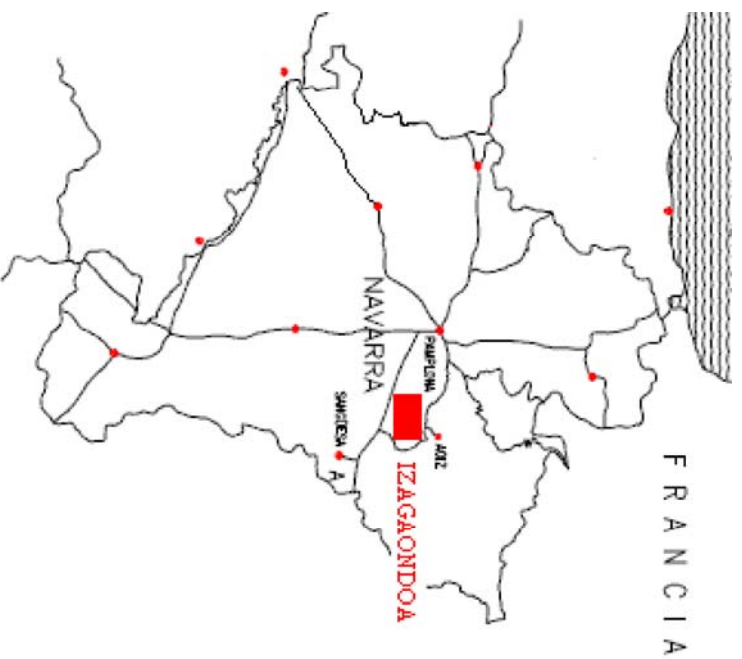
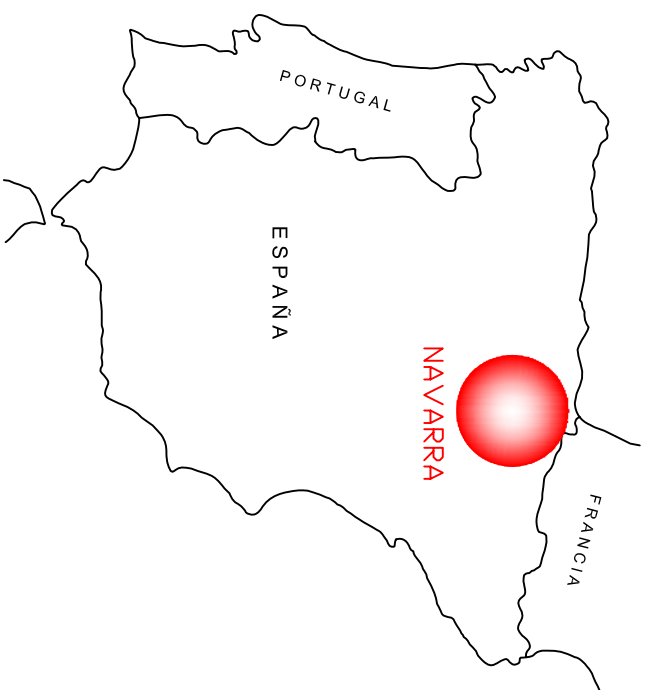
Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 26 de Abril de 2010

INDICE


3 PLANOS

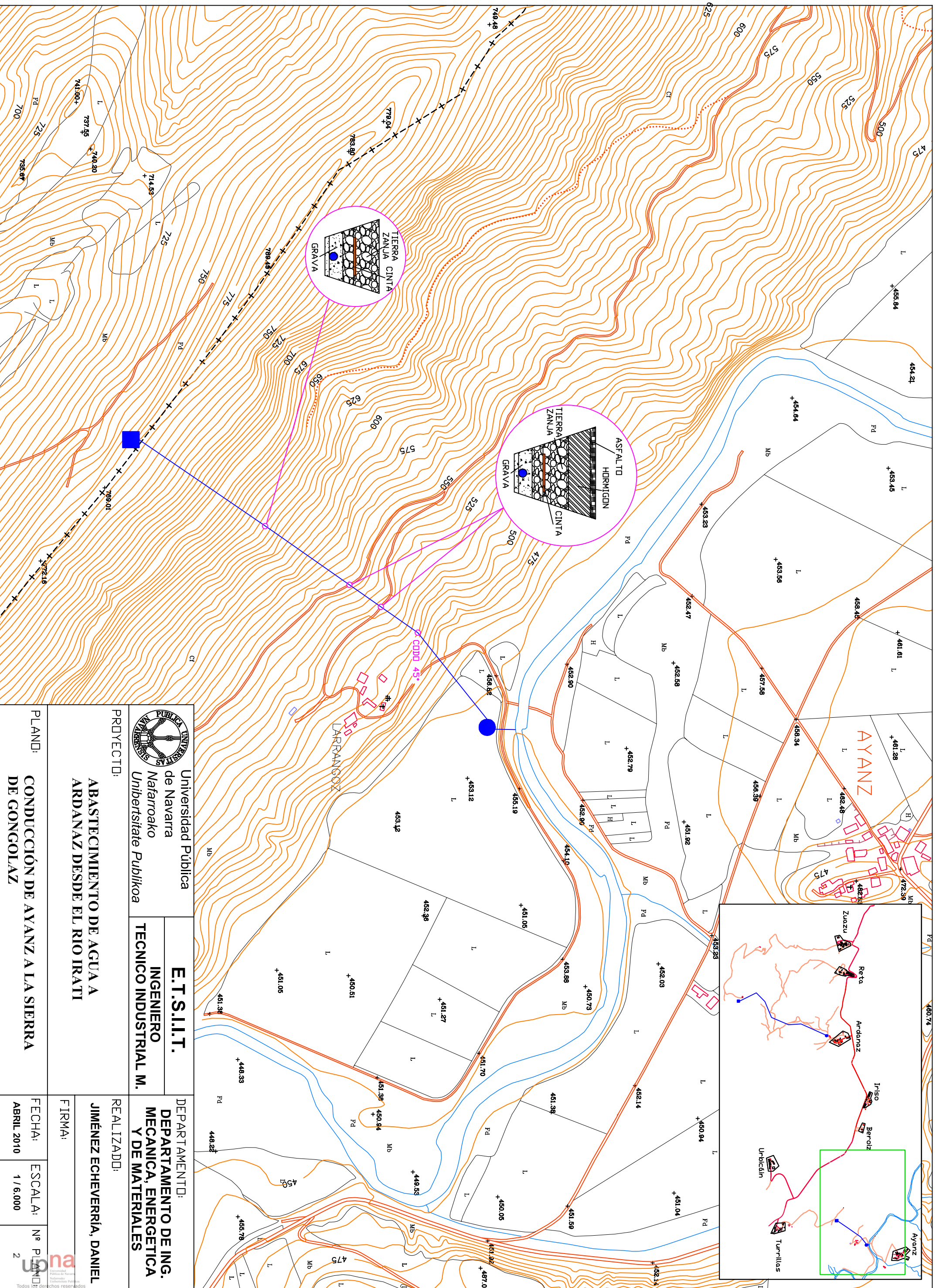
3.1. UBICACIÓN Y SITUACIÓN	1
3.2. CONDUCCIÓN DE AYANZ A LA SIERRA DE GONGOLAZ	2
3.3. CASETA DE BOMBEO DE AYANZ	3
3.4. DEPÓSITO DE LA SIERRA DE GONGOLAZ	4
3.5. CONDUCCIÓN DE ARDANAZ A LA PEÑA DE IZAGA	5
3.6. CASETA DE BOMBEO DE ARDANAZ	6
3.7. DEPÓSITO DE LA PEÑA DE IZAGA	7



Leyenda

- POBLACIONES COMARCA IZAGAONDOA
- CARRETERA NA-234
- CARRETERAS COMARCALES
- RIO IRATI Y AFLUENTES
- RED DE TUBERIAS PROYECTADAS
- DEPOSITO
- CASETA DE BOMBEO

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES
		REALIZADO: JIMÉNEZ ECHEVERRÍA, DANIEL
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO IRATI		FIRMA:
PLANO: UBICACION Y SITUACION		FECHA: ABRIL 2010
		ESCALA: 1 / 30.000
		Nº PLANO: 1




 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE ING.
 MECANICA, ENERGETICA
 Y DE MATERIALES**

PROYECTO:

**ABASTECIMIENTO DE AGUA A
 ARDANAZ DESDE EL RIO IRATI**

REALIZADO:

JIMÉNEZ ECHEVERRÍA, DANIEL

FIRMA:

PLANO:

**CONDUCCIÓN DE AYANZA A LA SIERRA
 DE GONGOLAZ**

FECHA:

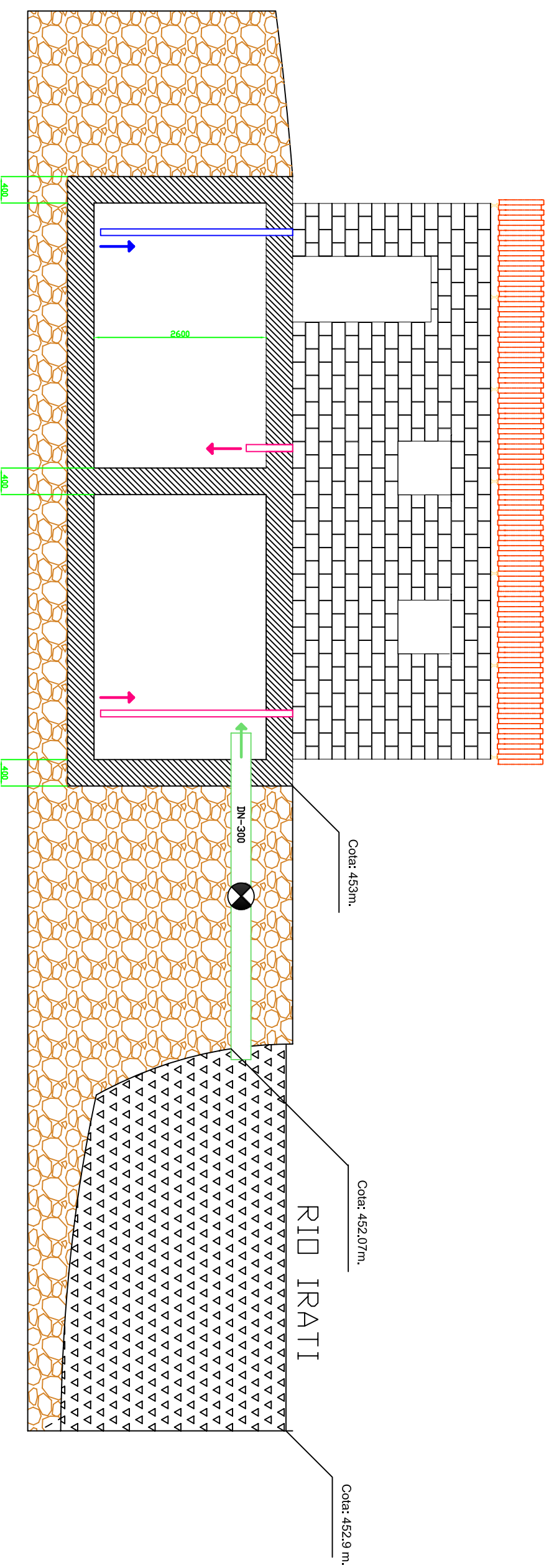
ABRIL 2010

ESCALA:

1 / 6.000

Nº PLANO:

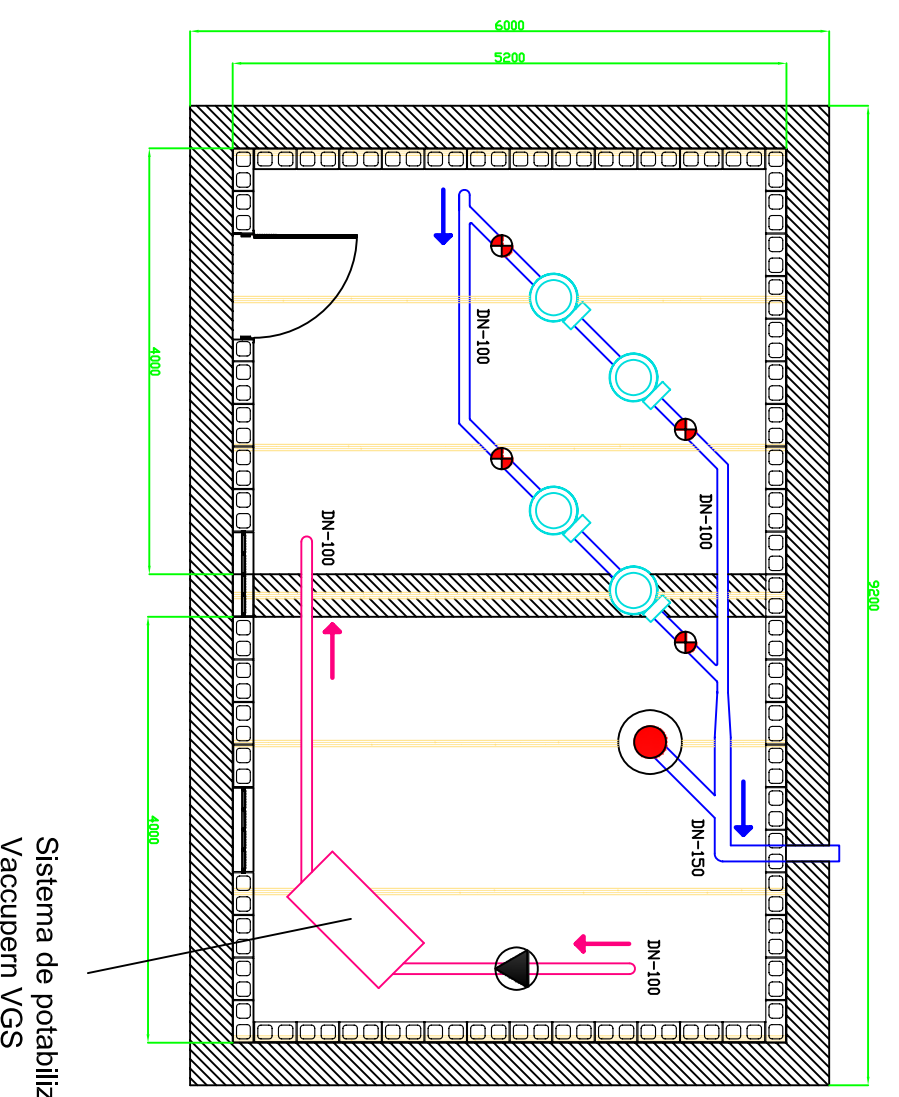
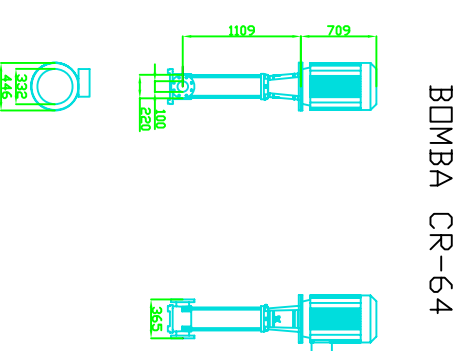
2



Leyenda

- Bloque de hormigón hidrófugo de 39*19*19
- Viga metálica IPN 120
- Remate chapa metálica Ondulada Galvanizada (Graca 60)
- Bomba multicelular vertical CR- 64
- Antiarrete
- Válvulas de compuerta
- Electroválvula
- Bomba Gundfos TP(B)

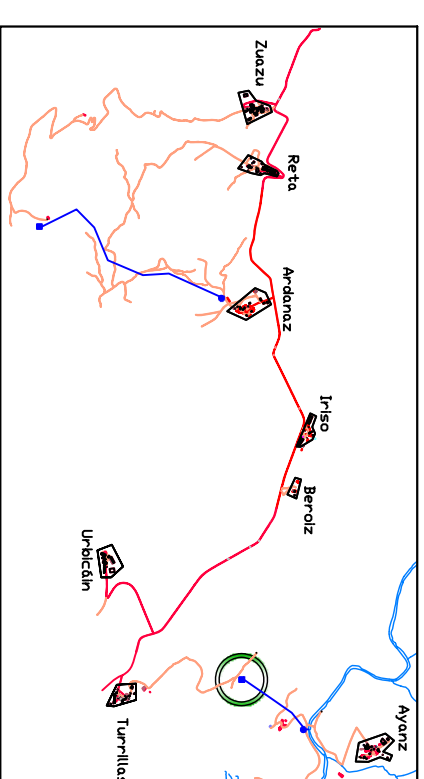
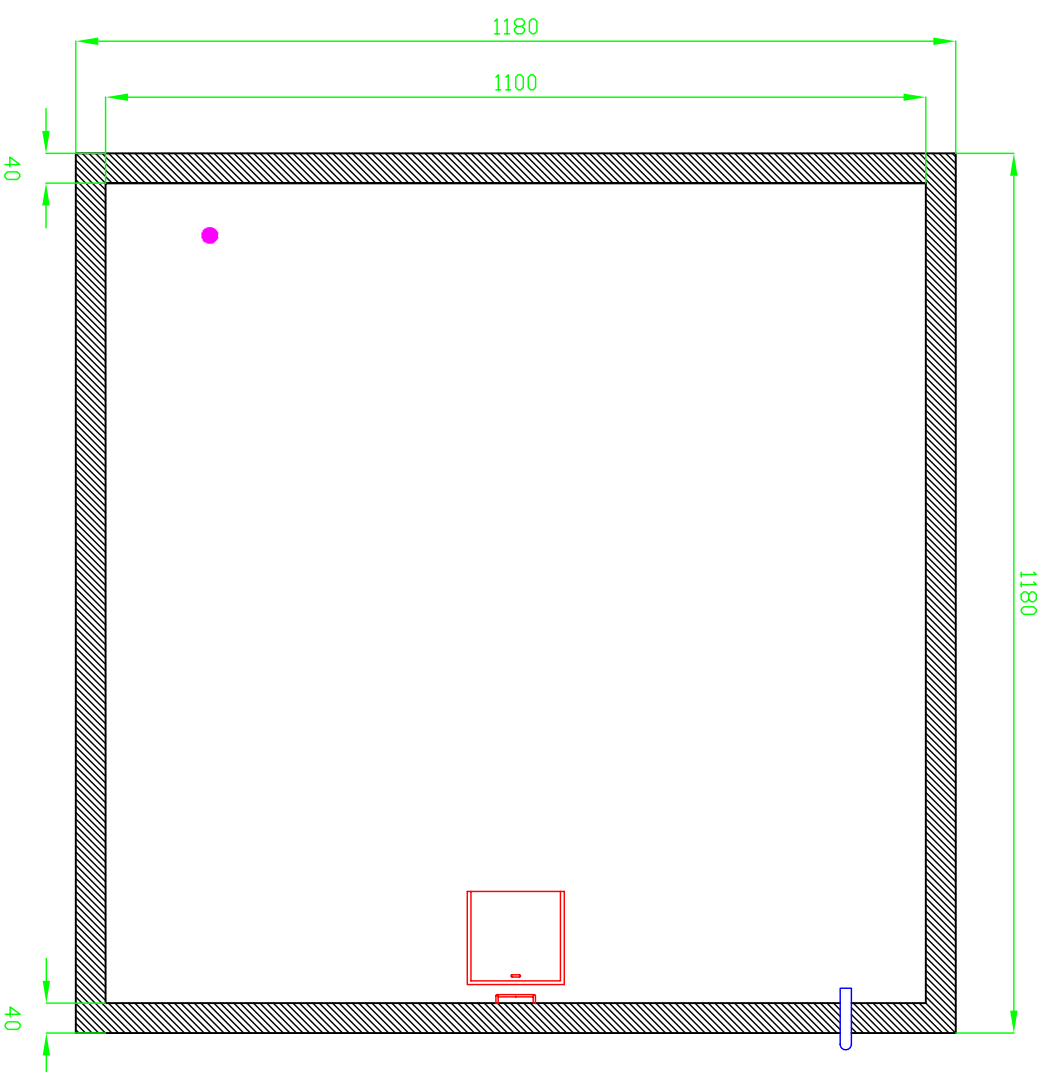
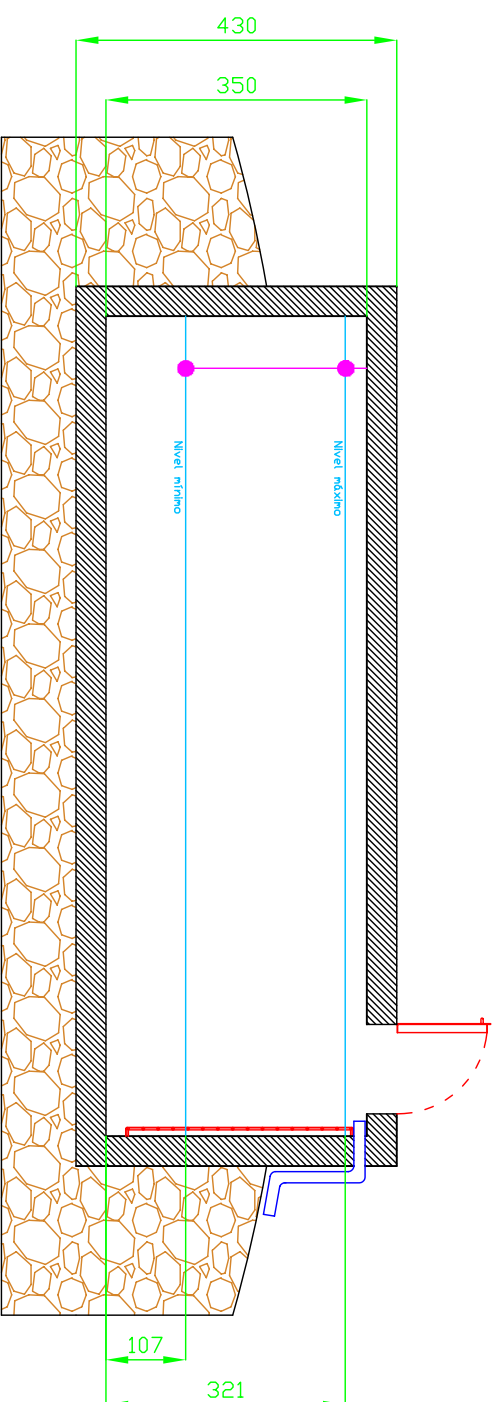
DIMENSIONES







Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.
	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES




PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO IRATI	REALIZADO: JIMÉNEZ ECHEVERRÍA, DANIEL
PLANO: CASETA DE BOMBEO DE AYANZ	FIRMA:

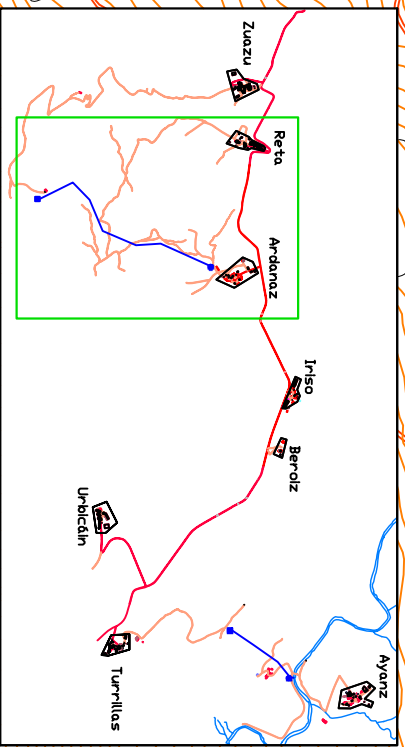
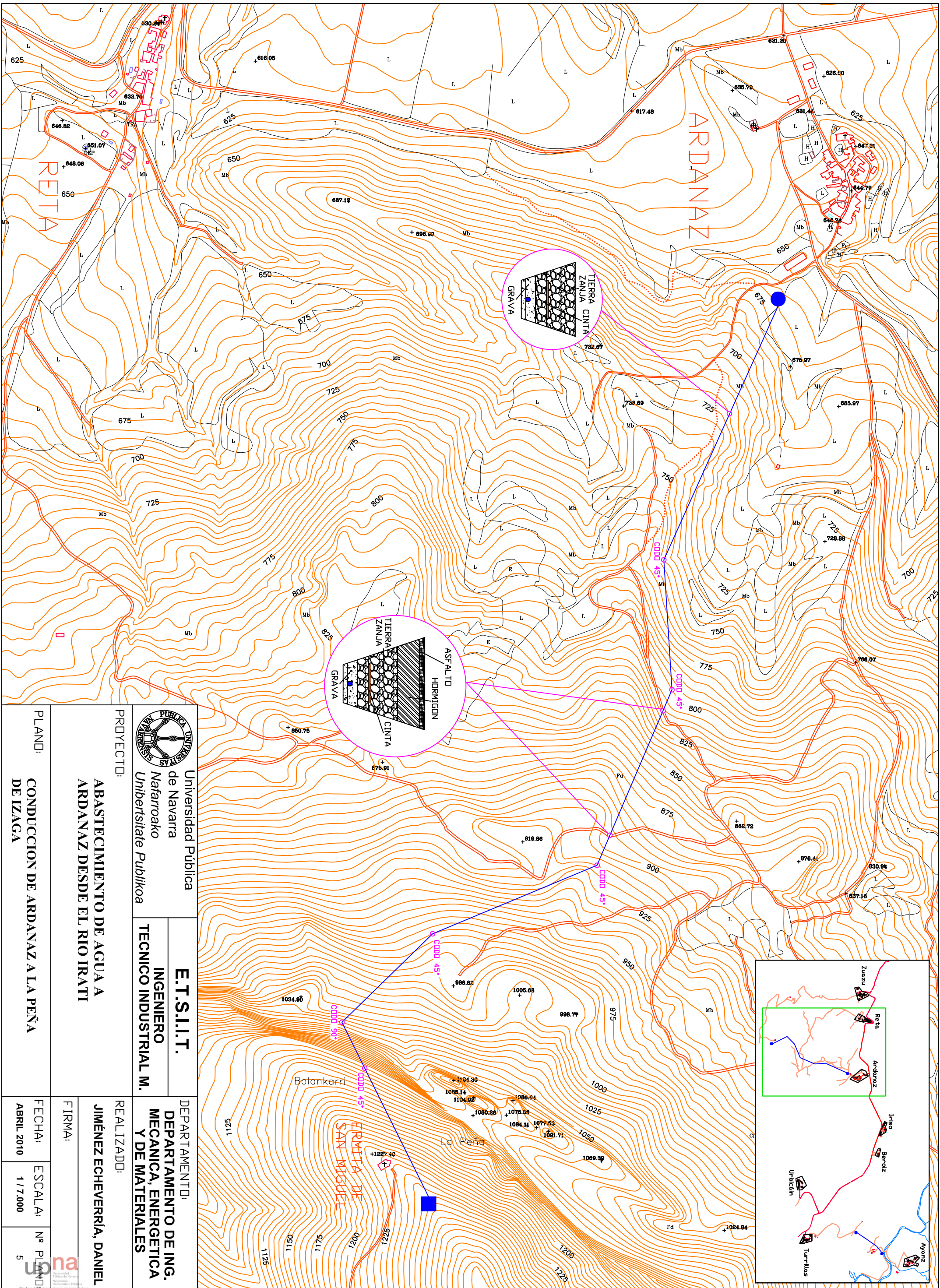
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1 / 70	Nº PLANO: 3
-------------------	----------------	-------------



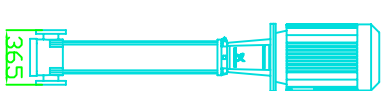
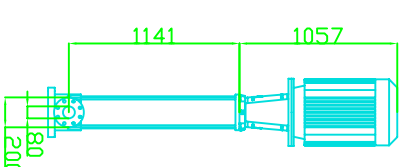
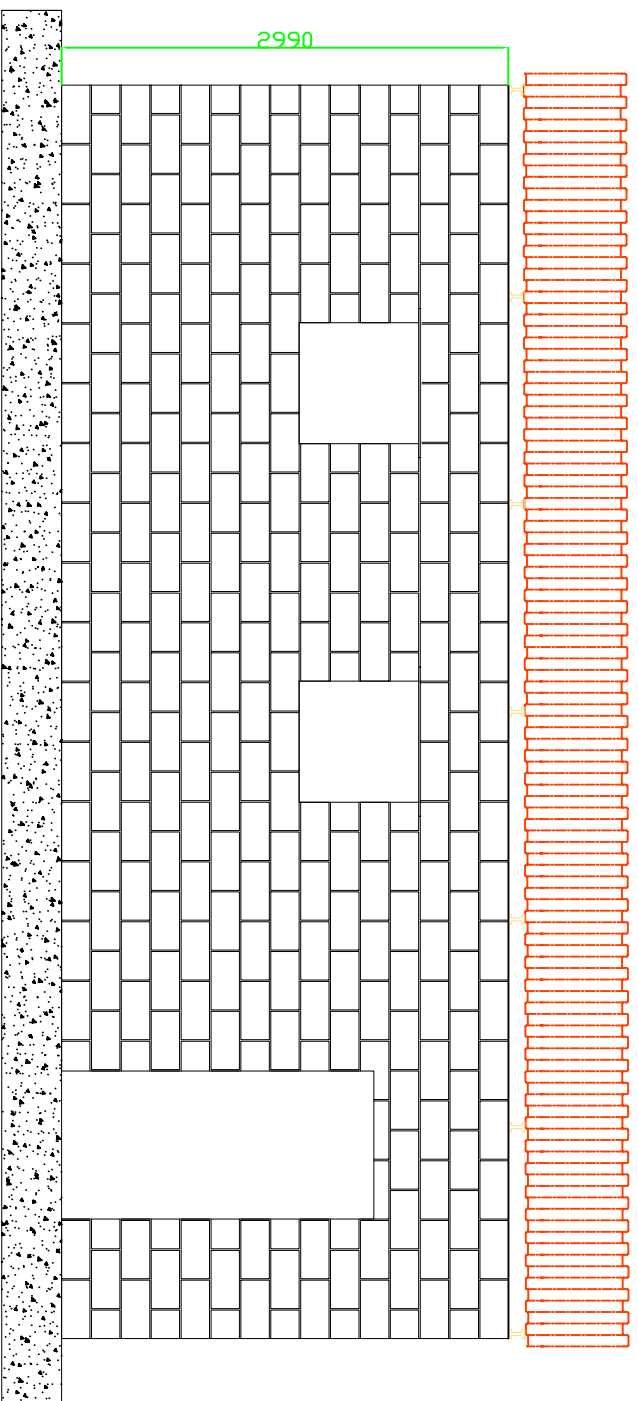
Leyenda

-  Tubería DN-150
-  Sondas de nivel
-  Escotilla de entrada al depósito
-  Escalera de acceso

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES	PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO IRATI	REALIZADO: JIMÉNEZ ECHEVERRÍA, DANIEL
			PLANO: DEPOSITO DE LA SIERRA DE GONGOLAZ	FIRMA: 
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1 / 100	Nº PLANO: 4	 <small> Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa Todos los derechos reservados Estuioak guztiak erresaltatu dira </small>	









UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA Nafarroako Unibertsitate Publikoa	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa
	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.
DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES	REALIZADO: JIMÉNEZ ECHEVERRÍA, DANIEL
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO IRATI	FIRMA:
PLANO: CONDUCCION DE ARDANAZ A LA PEÑA DE IZAGA	FECHA: ABRIL 2010
	ESCALA: 1 / 7.000
	Nº PLANO: 5

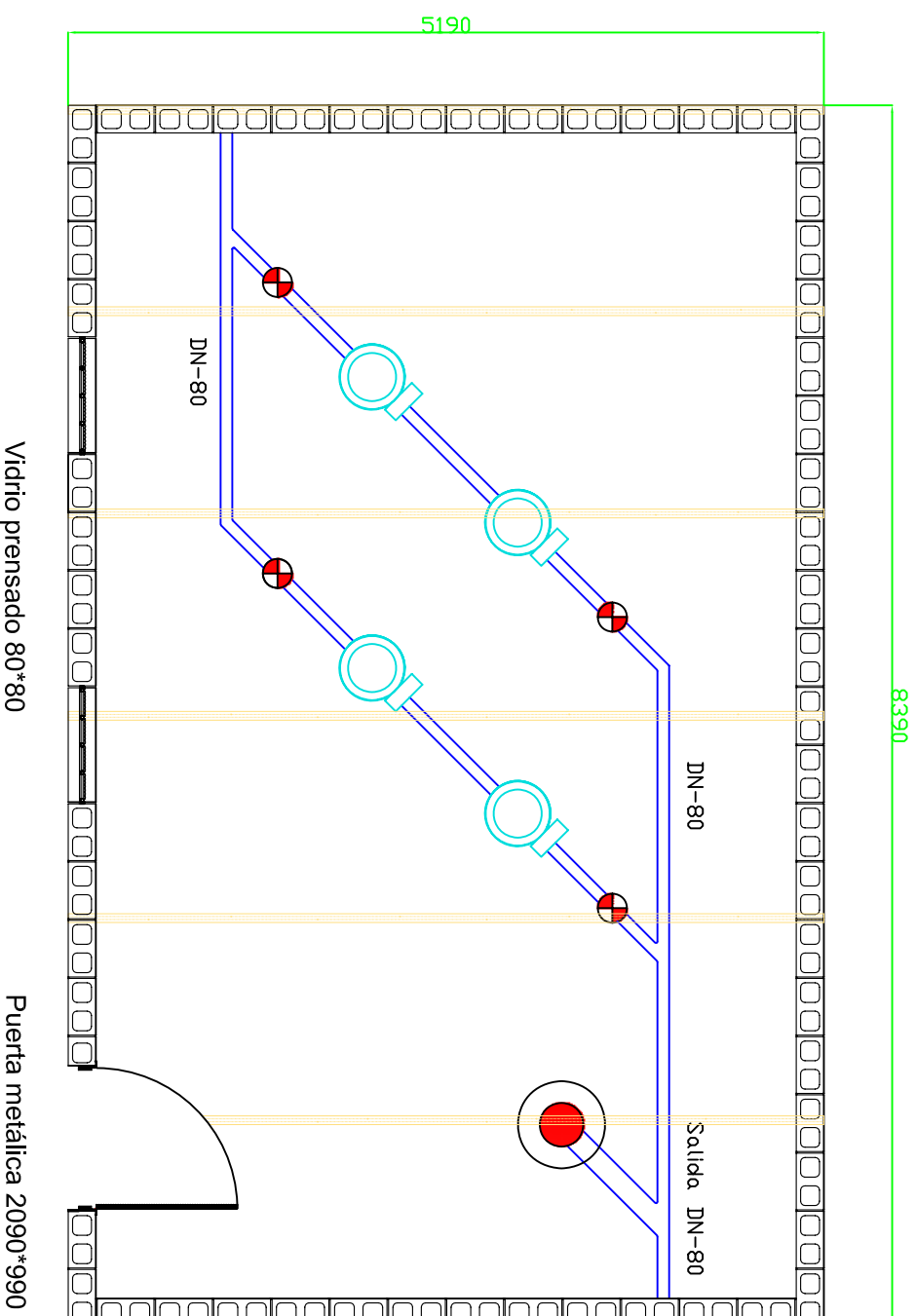



DIMENSIONES
BOMBA CR-45

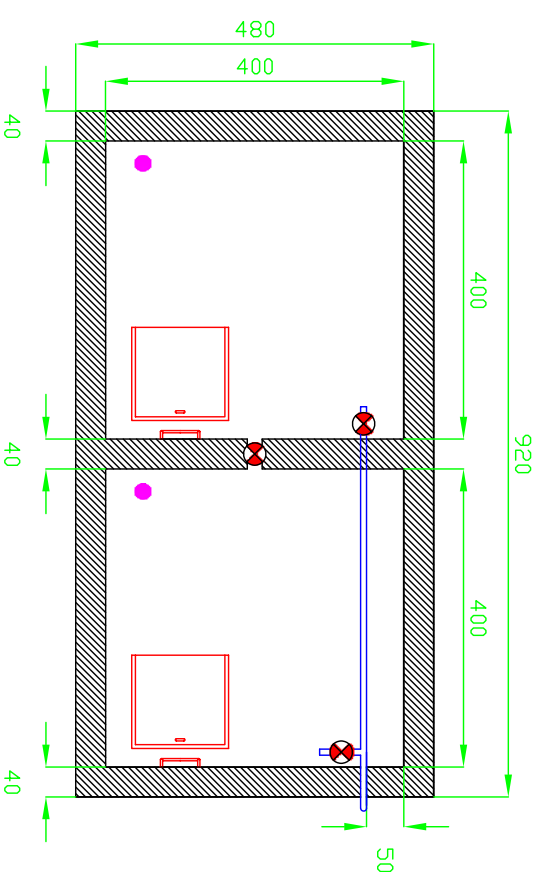
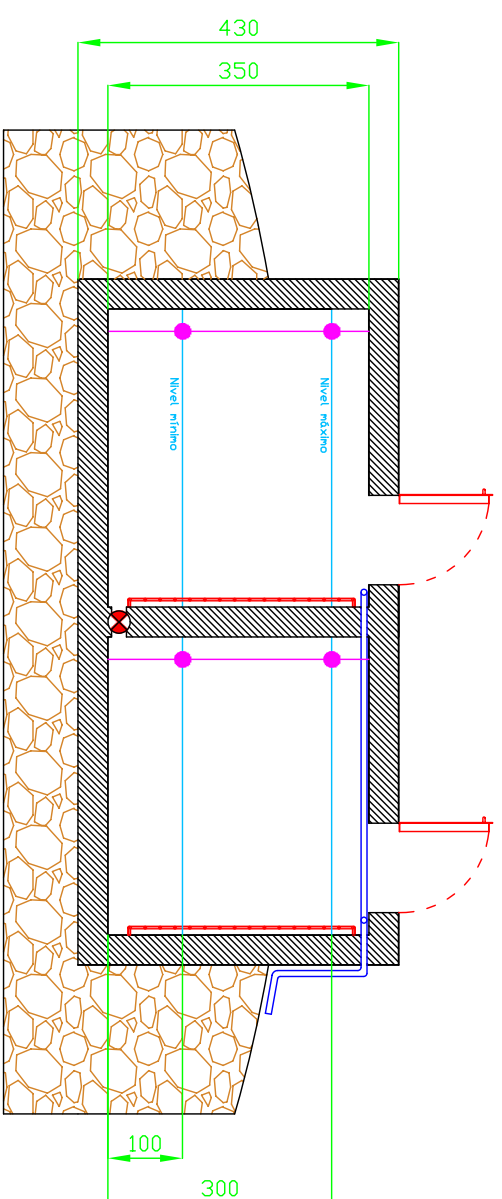
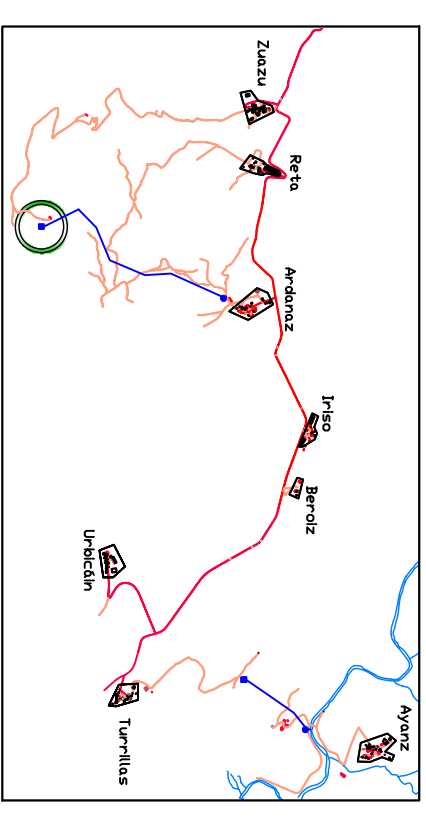


Leyenda






-  Bloque de hormigón hidrófugo de 39*19*19
-  Viga metálica IPN 120
-  Remate chapa metálica Ondulada Galvanizada (Graca 60)
-  Bomba multicelular vertical CR-45
-  Antiariete
-  Válvulas de compuerta


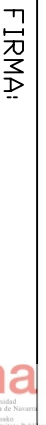


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES
		REALIZADO: JIMÉNEZ ECHEVERRÍA, DANIEL
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO IRATI	FIRMA:	FECHA: ABRIL 2010
PLANO: CASETA DE BOMBEO DE ARDANAZ	ESCALA: 1 / 50	Nº PLANO: 6



Leyenda

-  Tubería DN-80
-  Sondas de nivel
-  Escotilla de entrada al depósito
-  Escalera de acceso
-  Válvula de compuerta

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES
	PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO IRATI	REALIZADO: JIMÉNEZ ECHEVERRÍA, DANIEL
PLANO: DEPOSITO DE LA PEÑA DE IZAGA	FIRMA: 	FECHA: ABRIL 2010
	ESCALA: 1 / 100	Nº PLANO: 7



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO
IRATI

DOCUMENTO Nº 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Jiménez Echeverría

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 26 de Abril de 2010

INDICE

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES	1
4.1.1. Objeto del pliego	1
4.1.2. Documentos que definen las obras	1
4.1.3. Compatibilidad y relación entre dichos documentos	1
4.1.4. Legislación social	1
4.1.5. Normas administrativas de tipo general	1
4.1.6. Normas técnicas generales	2
4.1.7. Relaciones entre los documentos del proyecto y la normativa	4
4.1.8. Señalización de las obras	4
4.1.9. Representantes de los contratistas	4
4.2. DESCRIPCION GENERAL DE LAS OBRAS	6
4.2.1. Introducción	6
4.2.2. Caseta de bombeo de Ayanz	7
4.2.3. Conducción de Ayanz a la Sierra de Gongolaz	7
4.2.4. Depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz	8
4.2.5. Caseta de bombeo de Ardanaz	9
4.2.6. Conducción de Ardanaz a la Peña de Izaga	9
4.2.7. Depósito regulador de abastecimiento de la Peña de Izaga	10
4.3. MATERIALES, EQUIPOS Y UNIDADES DE OBRA	11
4.3.1. Agua	11
4.3.2. Conglomerados hidráulicos	13
4.3.3. Arenas para morteros	18
4.3.4. Aditivos y adiciones para hormigones, morteros y pastas	19
4.3.5. Bloques de hormigón para muros y cerramientos	21
4.3.6. Tuberías de fundición dúctil	23
4.3.7. Válvula de mariposa	27

4.3.8. Válvula de compuerta	29
4.3.9. Tuberías de PVC	31
4.3.10. Elementos metálicos galvanizados	34
4.3.11. Vidrios de seguridad	35
4.3.12. Betunes asfálticos	37
4.3.13. Bombas CR	38
4.3.14. Emulsiones bituminosas	45

4.1. PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES

4.1.1. Objeto del pliego

El presente Pliego de condiciones tiene por objeto definir las condiciones que han de regir en la ejecución de las obras comprendidas en el "Proyecto de Abastecimiento de agua a Ardanaz desde el Río Irati".

4.1.2. Documentos que definen las obras

Los documentos que definen las obras son los planos que acompañan a este Proyecto, las Prescripciones Técnicas incluidas en el presente Pliego y las descripciones técnicas que figuran en la Memoria.

4.1.3. Compatibilidad y relación entre dichos documentos

Se considera en principio que concuerdan todos los Documentos que definen las obras. Sin embargo, en caso de discrepancia se considerará la prioridad de este Pliego sobre los planos y la de éstos sobre la Memoria.

En caso de discrepancia entre las cotas que figuren en los planos y las medidas de los elementos acotados, se dará en principio validez a dicha medidas, debiendo en todo caso precisar la conformidad de la Dirección de Obra.

4.1.4. Legislación social

El Contratista está obligado al cumplimiento del Estatuto de los trabajadores, así como de todas las disposiciones y normativas en vigor o que se dicten en los sucesivos puntos tanto en materia laboral como social.

4.1.5. Normas administrativas de tipo general

Será de obligado cumplimiento todo lo establecido en la Normativa Legal sobre contratos con el Estado. En consecuencia serán de aplicación las disposiciones que, sin se indican a continuación.

En todo lo que no esté expresamente previsto en el presente Pliego, ni se oponga a él, será de aplicación las siguientes disposiciones:

- Texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 2/2000 del 16 de Junio).
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado (Decreto 3854/1970) de 31 de Diciembre.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden de 9 de abril de 1964) (Capítulos VI y VII).
- Ley de prevención de riesgos laborales, 31/1995 de 8 de Noviembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

4.1.6. Normas técnicas generales

Las Normas Técnicas referidas a continuación son de aplicación en las partes correspondientes de Proyecto que ordenan, en todos los puntos no mencionados o no modificados por el presente Pliego de Condiciones Técnicas.

- Pliego de Prescripciones Técnicas para la Ejecución de Obras Hidráulicas (Julio de 1989).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las Obras de Carreteras y Puentes, de la Dirección General de Carreteras (PG-3/75), corregida con fecha 1 de Agosto de 2001.
- Norma de Construcción sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02) aprobada por R.D. 997/2002, de 27 de Septiembre.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) aprobada por R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre.
- 6.1 y 2-IC Instrucción 6.1 y 2-IC de la Dirección General de Carreteras sobre secciones de firme, Orden de 23 de Mayo de 1989.

- Instrucción para la recepción de cementos RC-97, aprobados por R.D. 776/1997 de 30 de Mayo.
- Recomendaciones sobre actividades mínimas a exigir al contratista para el autocontrol de obras, 1.990.
- Norma de Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo para la ejecución de ensayos de materiales, actualmente en vigor.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden de 9 de abril de 1964) (Capítulos VI y VII).
- Ley de prevención de riesgos laborales, 31/1995 de 8 de Noviembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Métodos de Ensayo de Laboratorio Central de Ensayos de Materiales. (M.E.L.C.)
- Normas U.N.E.
- Norma Básica de la Edificación NBE EA-95 “Estructuras de acero en edificación”, aprobada por el Real Decreto 1829/1995 de 10 de Noviembre (BOE de 18 de Enero de 1996).
- Normas tecnológicas de la edificación
- Reglamento Nacional del Trabajo para la Industria de la Construcción y Obras Públicas (Orden Ministerial de 1 de Abril de 1964).

Serán de aplicación, asimismo, todas aquellas normas de obligado cumplimiento provenientes de la Presidencia del Gobierno y demás Ministerios relacionados con la Construcción y Obras Públicas, que están vigentes en el momento de la ejecución de las obras, y especialmente las de seguridad y señalización.

Será responsabilidad del Contratista conocerlas y hacerlas cumplir, sin poder alegar en ningún caso que no se le hay hecho comunicación explícita.

En el caso de que se presenten discrepancias entre algunas condiciones impuestas en las Normas señaladas, salvo manifestación expresa en contrario por parte del Autor del Proyecto, se sobreentenderá que es válida la más restrictiva.

Las condiciones exigidas en el presente Pliego deben entenderse como condiciones mínimas.

4.1.7 Relaciones entre los documentos del proyecto y la normativa

4.1.7.1. Contradicciones entre el Proyecto y la Legislación Administrativa General

En este caso prevalecen las disposiciones generales (Leyes, Reglamentos y R.D.).

4.1.7.2. Contradicciones entre el Proyecto y la Normativa Técnica

Como criterio general, prevalecerá lo establecido en el Proyecto, salvo que en el Pliego se haga remisión expresa de que es de aplicación preferente un Artículo preciso de una Norma concreta, en cuyo caso prevalecerá lo establecido en dicho Artículo.

4.1.8. Señalización de las obras

El Contratista quedará obligado a señalar a su costa las obras objeto del contrato, utilizando, cuando existan, las señales vigentes establecidas por el Estado.

En todo caso se atenderá a las disposiciones vigentes sobre Seguridad y Salud en el Trabajo.

4.1.9. Representantes de los contratistas

Durante la ejecución de las obras, la Administración estará representada por un equipo designado al efecto, al que en lo sucesivo se denominará Dirección de Obra.

Dicho equipo estará dirigido por un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, quien cuidará, fundamentalmente, de la inspección y vigilancia de la ejecución de las obras, de forma que se cumpla, lo más estrictamente posible, las cláusulas y el espíritu que rigen en el contrato de ejecución. Suplirá las deficiencias e imprevisiones del Proyecto, aconsejando incluso al constructor de las obras, si lo precisa, sobre la mejor forma de resolver sus dificultades y la manera de realizar los trabajos, sin que esto represente merma alguna de las aplicaciones y responsabilidades que como Adjudicatario le corresponden en la ejecución de las obras.

El Adjudicatario, que en lo sucesivo denominaremos Contratista, destinará un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, con atribuciones y poder suficientes para la aceptación en nombre del Contratista de certificaciones de obra, liquidaciones provisionales o definitivas de parte o de la totalidad de las obras, precios contradictorios (si se precisan), cambios en los planes de trabajo comprometidos, etc.

Este Ingeniero, que tendrá atribuciones de Jefe de los Trabajos de Ejecución, residirá a pie de obra y con él se entenderá directamente la Administración en todo lo referente a la ejecución de las obras.

4.2. DESCRIPCION GENERAL DE LAS OBRAS

4.2.1. Introducción

La finalidad de las obras definidas en este Proyecto es la construcción de la infraestructura hidráulica en Alta para el abastecimiento de la comarca de Izagaondoa y de un pequeño camping junto a la ermita de San Miguel.

La infraestructura hidráulica proyectada en Izagaondoa consta básicamente de:

- *Una red de Alta desde Ayanz hasta lo alto de la Sierra de Gongolaz:*

Formada por una caseta de bombeo situada junto al pueblo de Ayanz que bombea agua desde el Río Iratí hasta un depósito en lo alto de la Sierra de Gongolaz., a través de una tubería de fundición de aproximadamente 900 m. de longitud y 150mm. de diámetro. De este depósito salen las tuberías que conforman la red de Baja que distribuyen el agua a los depósitos de las distintas poblaciones, cuya definición no es objeto del presente proyecto.

Las obras proyectadas que conforman la red de Alta junto a Ayanz, son:

- Caseta de Bombeo de Ayanz
- Conducción de Ayanz a la Sierra de Gongolaz
- Depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz

- *Una segunda red de Alta desde Ardanaz hasta la ermita de San Miguel:*

Una segunda caseta de bombeo situada en Ardanaz eleva de nuevo el agua hasta lo alto de la Peña de Izaga, junto a la ermita de San Miguel, para abastecer de agua potable a un camping de 200 residentes. La tubería utilizada al igual que la anterior es de fundición pero su longitud es aproximadamente de 2,5 Km. y su diámetro de 80 mm.

Las obras proyectadas que conforman la red de Alta junto a Ardanaz, son:

- Caseta de Bombeo de Ardanaz
- Conducción de Ardanaz a la Peña de Izaga
- Depósito regulador de impulsión de la Peña de Izaga

4.2.2. Caseta de bombeo de Ayanz

Esta caseta de bombeo se localiza en el término del Soto junto al Río Iratí en la orilla opuesta de la localidad de Ayanz, al igual que la ubicación de la captación que también se encuentra en el mismo lugar.

Las dimensiones de la caseta son 5.19 x 8,39m., sus muros están contruidos con bloques de hormigón hidrófugo de 39 x 19 x 19 cm. y la cubierta con chapa metálica galvanizada de grapa 60, la cual se asienta sobre unas vigas metálicas IPE 120.

Bajo los cimiento de la caseta se han construido, con el encofrado de la misma, dos depósito de hormigón armado de 4 x 5,2 x 2,6m. El primero de ellos recibe el agua directamente del Río Iratí a través de una tubería DN-300 que esta controlada por una electro-válvula que se activa automáticamente cuando las reservas del depósito comienzan a descender. Un grupo de potabilización de agua bombea y trata esa agua y la manda al segundo depósito de donde es aspirada por el grupo de bombas CR-64 y traslada hasta el depósito de lo alto de la sierra de Gongolaz.

La caseta alberga un grupo de bombeo compuesto por dos bombas CR-64 colocadas en serie, que elevan el agua hasta el depósito de la Sierra de Gongolaz. Se construirá otra línea de bombeo de reserva, similar a la anterior, para posibles averías y ambas trabajarán indistintamente a lo largo del tiempo con el fin de evitar que una línea al estar en desuso se deteriore.

Las características más importantes del grupo de bombeo son:

- Caudal demandado: 41,688 m³/h.
- Depósito a rellenar: 388,8 m³
- Caudal real: 64,333 m³/h.
- Horas de funcionamiento del bombeo: 6,22 por día
- Rendimiento del grupo de bombeo: 80%
- Consumo energético: 988,88 Kw./día

4.2.3. Conducción de Ayanz a la Sierra de Gongolaz

La conducción parte de la caseta de bombeo situada en Ayanz con una cota inicial de la rasante de aproximadamente 453m y finaliza en el depósito regulador de suministro emplazado en la sierra de Gongolaz con una cota final de 770m. Se define por tanto el

desnivel total al que debe elevarse el agua, con un incremento de alturas de 317m.y una longitud de la conducción aproximada de 892m.

El proyecto se ha dimensionado con una tubería de fundición dúctil K-9 de 150mm de diámetro denominada en los siguientes apartados del proyecto como DN-150. Toda la conducción esta revestida internamente con una capa de mortero de cemento aplicada por centrifugado y externamente por dos capas, una primera de cinc metálico electro-depositado y otra segunda pulverizando una fina capa de pintura bituminosa.

A lo largo de su trazado, las tuberías y sus juntas elastoméricas permiten una inclinación máxima de la conducción de 3 grados, por lo que se ha instalado un codo de 45° para hacer frente a la elevación del terreno.

4.2.4. Depósito regulador de suministro de la Sierra de Gongolaz

El depósito se encuentra situado en lo alto de la Sierra de Gongolaz a 770m de altura con respecto al nivel del mar. Se trata de un depósito regular de suministro, ya que su función es la “suministrar” el caudal de agua necesario a los distintos depósitos de la comarca de Izagaondoa, hasta que estos alcanzan su cota máxima de llenado.

Las demandas de la zona son de 388,8 m³/día por lo que se a dimensionado un depósito de una única cuba de 11 x 11m de base y 3,5m de altura, aunque la cota máxima de llenado son 3,21m. Se ha proyectado en una sola cuba porque al tratarse de un depósito de suministro se puede vaciar completamente para su limpiado ya que con ello no se pierde el abastecimiento de agua a los pueblos, debido a que cada una de las localidades posee su propio depósito.

El depósito cuenta con una escotilla metálica y con unas escaleras para acceder a su interior y poder así proceder a su limpieza, además de elementos fundamentales para la manipulación del agua como son:

- Sensores de nivel que indican al grupo de bombeo cuando tiene que parar de bombear, debido a que se ha alcanzado el nivel máximo o cuando tiene que ponerse en marcha, debido a que a bajado demasiado el almacenamiento de agua.
- Válvulas de cierre

4.2.5. Caseta de bombeo de Ardanaz

Esta caseta de bombeo se localiza en el término de “Fuente de arriba” junto al depósito de abastecimiento de la localidad de Ardanaz, al noroeste del emplazamiento de la misma.

Las dimensiones de la caseta son 5.19 x 8.39m., sus muros están contruidos con bloques de hormigón hidrófugo de 39 x 19 x 19 cm. y la cubierta con chapa metálica galvanizada de grapa 60, la cual se asienta sobre unas vigas metálicas IPE 120.

La caseta alberga un grupo de bombeo compuesto por dos bombas CR-45 colocadas en serie, que elevan el agua hasta el depósito de abastecimiento de la Peña de Izaga. Se construirá otra línea de bombeo de reserva, similar a la anterior, para posibles averías y ambas trabajarán indistintamente a lo largo del tiempo con el fin de evitar que una línea al estar en desuso se deteriore.

Las características más importantes del grupo de bombeo son:

- Caudal demandado: 1,4976 m³/h.
- Depósito a rellenar: 96 m³
- Caudal real: 26,51 m³/h.
- Horas de funcionamiento del bombeo: 3,77 por día
- Rendimiento del grupo de bombeo: 70%
- Consumo energético: 505,53 Kw./día

4.2.6. Conducción de Ardanaz a la Peña de Izaga

La conducción parte de la caseta de bombeo situada en Ardanaz con una cota inicial de la rasante de aproximadamente 670m y finaliza en el depósito regulador de abastecimiento emplazado en la Peña de Izaga con una cota final de 1.250m. Se define por tanto el desnivel total al que debe elevarse el agua, con un incremento de alturas de 580m.y una longitud de la conducción aproximada de 2.463m.

El proyecto se ha dimensionado con una tubería de fundición dúctil K-9 de 80mm de diámetro denominada en los siguientes apartados del proyecto como DN-80.

Toda la conducción esta revestida internamente con una capa de mortero de cemento aplicada por centrifugado y externamente por dos capas, una primera de cinc metálico electro-depositado y otra segunda pulverizando una fina capa de pintura bituminosa.

A lo largo de su trazado, las tuberías y sus juntas elastoméricas permiten una inclinación máxima de la conducción de 3 grados, por lo que se han instalado un total de cinco codos de 45° y un codo de 90°, para hacer frente a la elevación del terreno y a los cambios de dirección de la conducción, ya que se ha procurado llevarla lo más cerca posible de las carreteras con el fin de conseguir en mejor accesos para las obras de construcción y por zonas en donde el incremento de alturas era progresivo y sin grandes cambios de desniveles.

4.2.7. Depósito regulador de abastecimiento de la Peña de Izaga

El depósito se encuentra situado en lo alto de la Peña de Izaga a 1.250m de altura con respecto al nivel del mar. Se trata de un depósito regular de abastecimiento, ya que su función es la “abastecer” el caudal de agua necesario a los distintos puntos del camping emplazado junto a la ermita de San Miguel.

Las demandas del camping son de 96 m³/día por lo que se ha dimensionado un depósito de dos cubas de 4 x 4m de base y 3,5m de altura, aunque la cota máxima de llenado son 3m. Se ha proyectado en dos cubas porque al tratarse de un depósito de abastecimiento se deberá vaciar completamente para su limpiado y cuando llegará el momento se dejaría sin suministro al camping. Por lo que al tener dos cubas se podrá limpiar una de ellas mientras la otra se encuentra a su nivel máximo pudiendo de esta manera seguir abasteciendo de agua a los residentes.

El depósito cuenta con una escotilla metálica y con unas escaleras para acceder a su interior y poder así proceder a su limpieza, además de elementos fundamentales para la manipulación del agua como son:

- Sensores de nivel que indican al grupo de bombeo cuando tiene que parar de bombear, debido a que se ha alcanzado el nivel máximo o cuando tiene que ponerse en marcha, debido a que bajado demasiado el almacenamiento de agua.
- Válvulas de cierre

4.3. MATERIALES, EQUIPOS Y UNIDADES DE OBRA

4.3.1. Agua

El agua tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones cumplirá todas las condiciones que figuran en el artículo 27º de la Instrucción EHE y también todas las que se relacionan a continuación:

- Contenido en anhídrido sulfúrico (SO₃): menor que tres décimas de gramo por litro (0,30 g/l).
- Materia orgánica expresada en oxígeno consumido: menor que tres décimas de gramo por litro (0,30 g/l).
- Contenido en sulfatos expresados en azufre: menor que cinco décimas de gramo por litro (0,50 g/l).
- Exentas de hidratos de carbono en cualquier cantidad.
- Grado de acidez (pH) mayor que sesenta y cinco décimas (6,5).

En el caso de que cualquiera de las condiciones de la Instrucción EHE, difiera de su homóloga en la relación anterior, se entenderá que el agua ha de satisfacer la más restrictiva de ambas.

La comprobación de que el agua cumple las condiciones que se le exigen en este Pliego tendrá lugar mediante la realización de los ensayos químicos correspondientes. La Dirección de Obra podrá exigir la repetición de dichos ensayos si lo estima oportuno.

Sólo se autorizará el empleo de agua que no cumpla íntegramente las condiciones citadas anteriormente si se justifica, mediante los ensayos que proceda, que no resulta perjudicial para el hormigón.

4.3.1.1. Ensayos

Será de obligado cumplimiento para el agua de amasado lo emanado del Artículo 81º, apartado 81.2. de la Instrucción EHE.

Se realizarán los ensayos de recepción según cuadro adjunto, realizándose la toma de muestras según la UNE 7236:71 y los análisis por los métodos de las normas indicadas.

TAMAÑO DEL LOTE: Según EHE suministro de aguas no potables sin experiencias previas.		
CARACTERÍSTICAS A DETERMINAR MEDIANTE ENSAYO	NORMAS DE ENSAYO	TAMAÑO DE LA MUESTRA
1. Exponente de hidrógeno pH	UNE 7234:71	1 muestra
2. Sustancias disueltas	UNE 7130:58	1 muestra
3. Sulfatos SO ₄ ⁼	UNE 7131:58	1 muestra
4. Ión Cloro Cl ⁻	UNE 7178:60	1 muestra
5. Hidratos de carbono	UNE 7132:58	1 muestra
6. Sustancias orgánicas solubles en éter.	UNE 7235:71	1 muestra

Los ensayos 1 al 6 se realizarán con carácter general cuando no se posean antecedentes de su utilización según EHE.

Si no cumple alguna de las características, o en caso de duda, el agua es rechazable, salvo justificación especial de que no altera, perjudicialmente las propiedades exigidas al hormigón o mortero.

Sería aconsejable realizar el análisis de las anteriores magnitudes con la siguiente frecuencia:

- Una vez a la semana.
- Cuando cambien las características organolépticas del agua.
- Durante y después de avenidas, de cualquier magnitud.

El Ingeniero Director aprobará el laboratorio homologado que ha de realizar los ensayos, correspondiendo su abono al Contratista. Este no recibirá contraprestación alguna por este motivo, al estar incluido el precio de los ensayos en las unidades de obras que empleen agua para el amasado de cementos.

4.3.1.2. Medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forma parte.

4.3.2. Conglomerados hidráulicos

4.3.2.1. Condiciones Generales

Son productos que amasados con agua fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los compuestos resultantes de su hidratación estables en tales condiciones. Los conglomerantes que se utilizarán en estas obras son los cementos.

- El cemento para los hormigones será Portland, CEM I 32,5 ó 42,5.
- El cemento para filler en mezclas bituminosas será del tipo CEM V/A 32,5.
- Se podrán emplear otros con aprobación expresa del Director de Obra.

4.3.2.2. Prescripciones y características de los cementos

Todo cemento a emplear en obra habrá de cumplir cuanto se establece en la vigente "Instrucción para la recepción de Cementos (RC-97)".

Además, cumplirá, entre otras, las siguientes Normas UNE citadas en el anexo final de la RC-97:

- UNE 80.301-96. Cementos: cementos comunes. Comparación, especificaciones y criterios de conformidad.
- UNE 80.303-96. Cementos resistentes a los sulfatos y/o al agua de mar.
- UNE 80.401-91. Métodos de ensayo de cementos. Métodos de toma y preparación muestras de cemento.
- UNE 80.402-87. Suministro y control de recepción de los cementos.

Será de obligado cumplimiento los artículos 26º y 81º de la Instrucción "EHE" del Ministerio de Fomento.

4.3.2.3. Prescripciones y características generales

En general los cementos a utilizar en proyecto cumplirán las condiciones siguientes:

- a) La expansión en la prueba de autoclave habrá de ser inferior al siete por mil.
- b) El contenido de cal total libre en el cemento (óxido cálcico más hidróxido cálcico), determinado según el método de ensayo UNE 7.251 (ASTM C114-61), deberá ser inferior al uno con dos por ciento (1,2%) del peso total.
- c) El contenido de aluminio tricálcico (C3A) no excederá del seis por ciento (6%) del peso del cemento.

d) El contenido de silicato tricálcico (C3S) no excederá del cincuenta por ciento (50%) del peso del cemento.

e) Es admisible sustituir la condición d) por la siguiente: la suma del contenido en el cemento de aluminato tricálcico (C3A) y de silicato tricálcico (C3S) no excederá del cincuenta y ocho por ciento (58%) del peso del cemento. Presentará un contenido en Ferroatuminato Tetracálcico FAC4 tal que la suma de los contenidos de AC3 y FAC4 sea inferior al dieciocho por ciento (18%).

f) El cálculo de los contenidos de C3A y C3S se hará por el concepto de la composición potencial del cemento.

g) Las resistencia del mortero normal de cemento en ensayos realizados de acuerdo con el Pliego de Condiciones para recepción de Conglomerantes Hidráulicos, deberán alcanzar a los veintiocho días (28) y sobre el noventa por ciento (90%) de las probetas, una resistencia no inferior a cuatrocientos kilogramos por centímetros cuadrados (400 Kg/cm²).

h) El cemento habrá de tener características homogéneas durante la ejecución de cada obra, y no deberá presentar desviaciones en su resistencia, a la rotura por compresión a los veintiocho días (28), superiores al diez por ciento (10%) de la resistencia media del noventa por ciento (90%) de las probetas ensayadas, eliminando el cinco por ciento (5%) de los ensayos que hayan dado resistencia más elevadas, y el cinco por ciento (5%) de los ensayos correspondientes a las resistencia más bajas.

El número mínimo de resultados de ensayos para aplicar la anterior prescripción será de treinta (30).

i) La norma anterior relativa a la regularidad de la resistencia a compresión puede sustituirse por la equivalencia siguiente:

El coeficiente de dispersión (desviación media cuadrática relativa) de los resultados de rotura a compresión a veintiocho (28) días, considerados como mínimo treinta (30) resultados, no será superior a seis centésimas (0,06).

j) La temperatura del cemento a su llegada a la obra no será superior a sesenta grados centígrados (60°), ni a cincuenta grados centígrados (50°) en el momento de su empleo.

4.3.2.4. Control de calidad

Cada entrega de cemento en obra, vendrá acompañado del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumple las

prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.

Si la partida resulta identificable a juicio del Ingeniero Director, al documento de garantía se agregarán otros con los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de la fábrica. Para comprobación de la garantía, el Ingeniero Director de las obras ordenará la toma de muestras y realización de ensayos.

El número de muestras a tomar será:

- Una por cada cien (100) toneladas, si la partida resulta identificable.
- Una por cada veinticinco (25) toneladas o por cada embarque, en caso contrario

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Químicos: Pérdida al fuego, residuo insoluble, óxido magnésico y trióxido de azufre.
- Físicos: Finura de molino, tiempos de fraguado, expansión y resistencia a flexotracción y compresión.

Los ensayos serán realizados por el laboratorio homologado que apruebe el Ingeniero Director y el abono de los mismos corresponderá al Contratista, que no tendrá derecho a ninguna contraprestación económica, al incluir el precio del cemento en los costos de los ensayos aquí exigidos.

4.3.2.5. Envasado e identificación

Bien en el albarán que acompañará a cada partida o bien en los propios sacos, si es ésta la forma de suministro, se detallarán, como mínimo, los datos siguientes:

- a) Nombre del fabricante o marca comercial del cemento
- b) Designación del cemento según el Pliego Vigente
- c) Clase y límite de porcentaje de las adiciones activas que contenga el cemento, en el caso de que se trate de los tipos portland con adiciones activas, siderúrgico o puzolánico
- d) Peso neto

También deberá figurar el "Distintivo de Calidad" (DISCAL), según regula la Orden Ministerial de 31 de Diciembre de 1964. De la veracidad de los datos anteriores será responsable el fabricante del cemento.

Si el cemento se expide en sacos, éstos llevarán la impresión señalada como obligatoria, y los colores reglamentarios para cada tipo de cemento, por el vigente Pliego.

4.3.2.6. Transporte y Almacenamiento

El transporte podrá verificarse en sacos o a granel. El almacenamiento tendrá siempre lugar manteniendo debidamente separados los distintos tipos de cementos y de forma que no haya posibilidad de confusión.

Se tendrá en cuenta que para todo tipo de cemento la capacidad de almacenamiento deberá ser igual o mayor a las necesidades de un mes y que el cemento habrá de ser empleado en un plazo máximo de tres meses a partir de su fecha de recepción.

Los sacos empleados para el transporte de cemento serán de plástico o de papel, en cuyo último caso estarán constituidos por cuatro (4) hojas de papel como mínimo, y se conservarán en buen estado, no presentando desgarrones, zonas húmedas ni fugas.

A la recepción en obra de cada partida, la Dirección de Obra examinará el estado de los sacos y procederá a dar su conformidad para que se pase a controlar el material o a rechazarlo.

Estos sacos empleados para el transporte del cemento se almacenarán en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad, tanto del suelo como de las paredes. A tal efecto los sacos se apilarán sobre tarimas, separados de las paredes del almacén, dejando corredores entre las distintas pilas para permitir el paso del personal y conseguir una máxima aireación del local. Cada cuatro (4) capas de sacos, como máximo, se colocará un tablero o tarima que permita el paso de aire a través de las propias pilas que forman los sacos.

La Dirección de Obra comprobará, con la frecuencia que crea necesaria que del trato dado a los sacos durante su descarga no se producen desperfectos que puedan afectar a la calidad del material; y de no ser así, impondrá el sistema de descarga que estime más conveniente.

Cuando el sistema de transporte sea a granel, el Contratista comunicará a la Dirección de Obra con la debida antelación el sistema que va a utilizar, con objeto de obtener la autorización correspondiente.

Las cisternas empleadas para el transporte de cemento estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los silos de almacenamiento.

El cemento transportado en cisternas se almacenará en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad.

A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquellas otras referentes a la capacidad de la cisterna, rendimiento del suministro, etc., que

estime necesarias la Dirección de Obra, procederá, ésta, a aprobar o a rechazar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.

La Dirección de Obra comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que durante el vaciado de las cisternas no se llevan a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material; de no ser así, suspenderá la operación hasta que se tomen las medidas necesarias para que aquélla se realice de acuerdo con sus exigencias.

4.3.2.7. Recepción

Cada partida llegará a obra acompañada de su correspondiente documento de origen, en el que figurará el tipo, clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas en la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos. El fabricante enviará además si se le solicita, copia de los resultados de análisis y ensayos correspondientes a cada partida.

De cada partida que se reciba se tomarán muestras y se realizarán los ensayos de finura de molido, pérdida al fuego, residuo soluble, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y flexotracción y expansión en autoclave. La Dirección de Obra podrá autorizar el prescindir de alguno o algunos de dichos ensayos si el cemento posee el "Distintivo de Calidad" (DISCAL), o si con cada partida el fabricante acompaña un certificado de ensayo que corresponda a una fabricación sometida a un sistema de control de calidad avalado por organismo o entidad ajena a la propia factoría, y de suficiente garantía o juicio de dicha Dirección.

En principio se rechazará todo cemento que a su llegada a obra tenga temperatura superior a sesenta grados centígrados (60° C) o que tenga temperatura superior a cincuenta grados centígrados (50° C) en el momento de su empleo.

Si alguna partida de cemento diese una velocidad de fraguado excesivamente rápida por faltarle tiempo de ensilado, o si llegase con temperatura superior a la admitida, se podrá recibir condicionalmente, almacenándola separada de las demás y dejándola en reposo hasta comprobar que todas sus características han pasado a ser las adecuadas. Sólo en este caso, y previa autorización de la Dirección de Obra, podrá ser utilizada.

Cuando el cemento haya estado almacenado, en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo superior a un (1) mes, se procederá a comprobar que sus características continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte (20) días anteriores a su empleo se realizarán, como mínimo, los ensayos de fraguado y resistencia mecánicas a tres (3) y

siete (7) días sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse.

De cualquier modo, salvo en los casos en que el nuevo período de fraguado resulte incompatible con las condiciones particulares de la obra, la sanción definitiva acerca de la idoneidad del cemento en el momento de su utilización vendrá dada por los resultados que se obtengan de resistencia mecánica a veintiocho (28) días del hormigón con él fabricado.

En ambientes muy húmedos, o en el caso de condiciones atmosféricas especiales, la Dirección de Obra podrá variar el plazo de un (1) mes, anteriormente indicado, para la comprobación de continuidad de las características del cemento.

4.3.2.8. Medición y abono

El costo del cemento y su empleo se considera incluido en cada una de las unidades de obra en que se utilice.

4.3.3. Arenas para morteros

Se designarán así los áridos finos empleados en la ejecución de morteros y podrán emplearse arenas naturales o procedentes de machaqueo.

El tamaño máximo de los granos no será superior a 5 milímetros, ni mayor que la tercera parte del tendel en la ejecución de fábricas. Se rechazarán las arenas cuyos granos no sean redondeados o poliédricos.

Los límites granulométricos, están definidos en el siguiente cuadro:

ABERTURA TAMIZ	% QUE PASA
5	100%
2,50	60 a 100%
1,25	30 a 100%
0,63	15 a 70%
0,32	5 a 70%
0,16	0 a 30%

No se utilizarán aquellos áridos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo a la norma UNE 7-082, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

El contenido de yeso, mica, feldespatos descompuestos, y piritas, no será superior al dos por ciento (2%).

4.3.3.1. Recepción y control de las arenas

En la primera entrega y cada vez que cambien sensiblemente las características de la arena, se comprobará que cumple lo especificado en este pliego mediante ensayo, en las mismas condiciones expuestas en el epígrafe precedente y anteriores.

4.3.3.2. Medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forma parte.

4.3.4. Aditivos y adiciones para hormigones, morteros y pastas

Si fuese necesaria la utilización de aditivos y adiciones en hormigones, independientemente de la aprobación, o no, por el Ingeniero Director, deberán de cumplir las condiciones especificadas en este artículo.

A efectos de este Pliego, se tomará la definición dada por la Norma UNE 83-200-90 según la cual se define el Aditivo como aquel producto que incorporado, en pequeña proporción al hormigón, mortero o pasta antes o durante el amasado o, posteriormente, durante un amasado suplementario, produce las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características o de su comportamiento en estado fresco o endurecido.

Por pequeña proporción, salvo casos especiales, se entiende una cantidad igual o menor del 5% de la masa de cemento.

Se cumplirá también todo lo especificado en el artículo 29.1 y 29.2 de la Instrucción EHE, respecto a aditivos y adiciones, así como lo prescrito en el Pliego de Carreteras vigente PG-3/1975.

4.3.4.1. Clasificación de los aditivos y adiciones

A efectos de este Pliego, se tomará la clasificación dada por la Norma UNE-83-200-90, basada en la función principal que ejercen sobre las propiedades o características de los hormigones, morteros o pastas en estado fresco o endurecido.

4.3.4.2. Condiciones generales que deben cumplir todos los aditivos químicos

1. Deben ser de marcas de conocida solvencia y suficientemente experimentadas en las obras.

2. Antes de emplear cualquier aditivo habrá de ser comprobado su comportamiento mediante ensayos de laboratorio utilizando la misma marca y tipo de conglomerante y los áridos procedentes de la misma cantera o yacimientos naturales que haya de utilizarse en la ejecución de los hormigones de la obra.

3. A igualdad de temperatura, la densidad y viscosidad de los aditivos, líquidos o de sus soluciones o suspensiones en agua, serán uniformemente en todas las partidas suministradas y así mismo el color se mantendrá invariable.

4. Se permitirá el empleo de aditivos en los que mediante análisis químicos cualitativos, se encuentren cloruros, sulfatos o cualquier otra materia nociva para el hormigón en cantidades superiores a los límites equivalentes para una unidad de volumen de hormigón o mortero que se toleran en el agua de amasado. Se exceptuarán los casos extraordinarios de empleo autorizado de cloruro cálcico.

5. La solubilidad en el agua deber ser total en las concentraciones utilizadas en obra.

6. El aditivo debe ser neutro frente a los componentes del cemento y los áridos, incluso a largo tiempo.

7. Los aditivos químicos pueden suministrarse en estado líquido o sólido, pero en este último caso deben ser fácilmente solubles en agua o dispersables, con la estabilidad necesaria para asegurar la homogeneidad de su concentración por lo menos durante diez (10) horas.

8. Para que pueda ser autorizado el empleo de cualquier aditivo químico es condición necesaria que el fabricante o vendedor especifique cuales son las sustancias activas y las inertes que entran en la composición del producto.

4.3.4.3. Medición y abono

La medición y el abono de estos materiales se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

4.3.5. Bloques de hormigón para muros y cerramientos

Bloques de hormigón para muros y cerramientos serán elementos prefabricados de hormigón en masa de forma sensiblemente ortoédrica, usados en la construcción de muros o tabiques.

4.3.5.1. Normativa técnica aplicable

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción (RB-90).

Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este Pliego, cumplirán las de la vigente "Instrucción para el proyecto y la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado (EHE)".

4.3.5.2. Clasificación

- Según la forma los bloques se clasifican en:
 - Bloque macizo, pieza de forma paralelepípedica rectangular.
 - Bloque hueco, pieza de forma paralelepípedica rectangular, con perforaciones uniformemente repartidas de eje normal al plano de asiento y de volumen inferior a los dos tercios (2/3) del volumen total del bloque.
 - Bloques especiales, piezas de formas diversas usadas en la formación de esquinas, ángulos, huecos, dinteles, pilares, etc.

- Según la densidad aparente los bloques se clasifican en:
 - Bloque normal, cuya densidad aparente es superior a 1.900Kg./m^3
 - Bloque semiligero, cuya densidad está comprendida entre 1.300 y 1.900Kg./m^3
 - Bloque celular, cuya densidad aparente es igual o menor a 800Kg./m^3

4.3.5.3. Condiciones generales

Los bloques no presentarán grietas, fisuras ni eflorescencias, en el caso de bloques para cara vista no se admitirán coqueras, desconchones ni desportillamientos. La textura de las caras destinadas a ser revestidas será lo suficientemente rugosa como para permitir una buena adherencia del revestimiento.

4.3.5.4. Materiales

Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón cumplirán las condiciones exigidas en la vigente "Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón armado o en masa", además de las que se fijan en este Pliego.

Los áridos se dosificarán en un mínimo de tres (3) tamaños y el mayor no cabe exceder de la mitad del espesor mínimo de las paredes de la pieza.

La resistencia a compresión del hormigón constitutivo de los bloques será, según sea la resistencia a compresión del bloque, la que figura en la tabla siguiente:

RESISTENCIA MINIMA A COMPRESION EN Kp/cm2	
DEL BLOQUE	DEL HORMIGON
160	320
120	240
100	200
80	160
60	120
40	80

4.3.5.5. Recepción

- Ensayos de recepción según utilización del material:
 - Ensayos 1 a 5: Con carácter general como control previo según RB-90
 - Ensayo 6: En caso de fábrica resistente
 - Ensayos 7, 8 y 9: Ubicados en fachadas y separadores elementos comunes
 - Ensayo 9: En división de distintos sectores de incendios o utilización en revestimientos de estructuras.

- Tamaño del lote: 5.000 bloques o fracción por tipo conforme a RB-90

CARACTERÍSTICAS A DETERMINAR MEDIANTE ENSAYO	NORMAS DE ENSAYO	TAMAÑO DE LA MUESTRA
1. Dimensiones y comprobación de la forma	UNE 41167	6 piezas
2. Sección bruta. Sección neta e índice de macizo	UNE 41168	3 piezas
3. Absorción de agua	UNE 41170	3 piezas
4. Succión	UNE 41171	3 piezas
5. Peso medio y densidad media	RB-90	6 piezas
6. Resistencia a la compresión	UNE 41172	6 piezas
7. Resistencia térmica	UNE 92204	10 m2
8. Aislamiento acústico	UNE 74040-3P	10 m2
9. Resistencia al fuego	UNE 23093	10 m2

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de las condiciones exigidas, su recepción podrá realizarse comprobando únicamente sus características aparentes.

4.3.5.6. Medición y abono

La medición y el abono de este material se realizarán de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de la cual forma parte.

4.3.6. **Tuberías de fundición dúctil**

4.3.6.1. Normativa

Cumplen las especificaciones establecidas en las siguientes normas:

- ISO 2531: Tubos, uniones y piezas accesorias en fundición dúctil para canalizaciones con presión.
- ISO 8179-1: Tubos de fundición dúctil. Revestimiento externo de Cinc. Parte 1: Zinc metálico y capa de acabado.
- UNE-EN 681-1: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.

- UNE EN ISO 9002: Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación.

- UNE-EN 545: tubos y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.

- ISO 7005-2: Bridas metálicas. Parte 2: Bridas de Fundición.

4.3.6.2. Descripción

Los tubos son colados por centrifugación en molde metálico y están provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos.

Este tipo de unión es de un diseño tal que proporciona una serie de características funcionales como desviaciones angulares, aislamiento eléctrico entre tubos, buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno, etc.

Se entiende por fundición de hierro cualquiera de los productos clasificados en la serie F-800, de las Normas del Instituto del hierro y del acero, hoy CENIM, o en su defecto los incluidos en la especificación « fundición y clasificación ». Se tendrán en cuenta las normas UNE vigentes sobre « Accesorios de Fundición », « Bridas de fundición » y « Fundición gris ».

Para el piecerío de tuberías se recomienda el uso de fundiciones obtenidas a partir de fundición gris por adición de magnesio en aleación blanca por recocido (fundición maleable) o por temple y revenido (fundición de grafito difuso).

Se prohíben las piezas de fundición blanca normal, debido a su fragilidad.

En caso de que haya necesidad de efectuar comprobaciones sobre la fundición, se harán los siguientes ensayos:

- Determinación de la dureza en grados Brinell (según Norma UNE 7.263)
« Ensayo de dureza Brinell para fundición gris »
- Ensayo de resiliencia e impacto
- Ensayo de rotura a tracción
- Ensayo de flexo-tracción

Estos ensayos se realizarán según las normas vigentes.

4.3.6.3. Características mecánicas mínimas

Estas características son comprobadas sistemáticamente durante un proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma correspondiente (ISO 2531 – UNE-EN 545 – UNE-EN 598).

Resistencia mínima a la tracción(Rm)	Alargamiento mínimo a la rotura (A)				Dureza Briel (HB)			
	TUBOS Y ACCESORIOS	TUBOS	TUBOS	TUBOS	ACCESORIOS	TUBOS	TUBOS	ACCESORIOS
DN 60 a 2000	DN 60 a 1000		DN 1100 a 2000		DN 60 a 2000	DN 60 a 2000		DN 60 a 2000
DN 300 a 600		DN 300 a 600					DN 300 a 600	
420 Mpa	10%	10%	7%	5%	≤ 230	≤ 230	≤ 250	

4.3.6.4. Prueba de estanqueidad

Todos los tubos se someten en fábrica y antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no es inferior a 15seg. de los cuáles 10 seg. Son a la presión de ensayo. Dicha prueba consiste en mantener agua en el interior del tubo a la presión indicada en la tabla, no admitiéndose ningún tipo de pérdidas.

DN (mm.)	60-250	300-600	700-1000	1100-2000
Presión (bar)	50	24	32	25

Estos valores de presión correspondientes son los exigidos por las normas UNE EN-545, UNE EN-598 e ISO-2531.

Todas las piezas especiales se prueban en fábrica a estanqueidad con aire durante 15 segundos. Dicha prueba consiste en mantener la pieza con aire como mínimo a 1 bar de presión y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.

4.3.6.5. Revestimiento

a) Revestimiento interno

Todos los tubos son revestidos internamente con una capa de mortero de cemento, aplicada por centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE EN 545.

Los espesores de la capa de mortero en ambos casos una vez fraguado son:

DN (mm.)	Espesor (mm.)	
	Valor nominal	Tolerancia
60- 300	3,5	-1,5
350- 600	5	-2
700- 1200	6	-2,5
1400- 2000	9	-3

b) Revestimiento externo

Los tubos se revisten externamente con dos capas:

1. Una primera de cinc metálico electro-depositado, con hilo de cinc de 99 % de pureza, depositándose una masa mínima de 200 gr./m², cantidad superior a la exigida en la norma UNE- EN 545 e ISO 8179- 1 que es de 130 gr./m²

2. Una segunda capa de pintura que será (DN 60-250): Pulverización de una capa de pintura bituminosa de espesor medio no inferior a 70 µm.

Antes de la aplicación del cinc, la superficie de los tubos está seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior, es tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo un secado en estufa).

La capa de acabado recubre uniformemente la totalidad de la capa de cinc y está exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos

c) Revestimiento de los accesorios

Interior y exteriormente las piezas se recubren, hasta diámetro 1200mm., con barniz epoxi depositado por cataforesis de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 35 µm. Las piezas de diámetro superior a 1200mm. se recubren tanto interior como exteriormente con pintura bituminosa de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 70 µm.

4.3.6.6. Uniones

La estanqueidad se consigue mediante una junta automática flexible, mediante la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en su alojamiento del interior de la campana. La unión se realiza por la simple introducción del extremo liso del enchufe.

Para instalaciones donde se requiera que la unión soporte tracción, el tipo de junta será acerrojada. Junta STD Vi y Ve acerrojada.

Las uniones deberán cumplir con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 545:1995. En particular, en las uniones flexibles, la desviación angular admisible no deberá ser inferior a los valores indicados en la siguiente tabla:

DN	Tipo de unión	
	Sin acerrojar	acerrojada
DN<300	3°30'	1°45'
350<DN<600	2°30'	1°45'
700<DN<2.000	1°30'	45'

4.3.7. Válvula de mariposa

Es una válvula que contiene una lenteja esférica estanca de eje centrado con el eje de la tubería. Cuando esta lenteja esté en posición paralela al eje de la tubería, dejará paso total al agua; cuando esté completamente perpendicular la válvula estará cerrada. El diámetro nominal será de setecientos milímetros (700mm.).

4.3.7.1. Condiciones generales

La válvula llevará marcada como mínimo, de forma legible e indeleble, los siguientes datos:

- Marca de fabricante.
- Diámetro nominal.
- Presión nominal.

La presión nominal de fábrica (PN) será igual a la presión máxima de trabajo (PT) multiplicada por un coeficiente de seguridad de 1,6. En este caso será $PN = 10\text{kg./cm}^2$ y $PT = 6,25\text{kg./cm}^2$.

La válvula se conectará a la tubería mediante bridas con tornillos de igual presión nominal y llevará carrete de montaje de acero inoxidable. Las dimensiones de las bridas serán las especificadas en la Norma DIN 2501 y siguientes, mientras que las especificaciones de los tornillos serán las indicadas en la DIN 18510.

La válvula de mariposa instalada estará dentro de la mejor calidad existente en el mercado y será de los tipos y marcas aprobados por escrito por el Ingeniero Director de las Obras.

4.3.7.2. Normativa

Las válvulas de mariposa deberán cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-2:2000

4.3.7.3. Pruebas y ensayos

Los ensayos a que se someterá la válvula en la plataforma del fabricante serán:

- Prueba de estanqueidad: se probarán a presión en la dirección del flujo a $1,2 \times$ P.T. equivalente a 0,75 PN a válvula cerrada, no admitiéndose fugas de ningún tipo.
- Prueba de seguridad y hermeticidad del cuerpo: se probarán a la P.N. con el sistema de cierre en posición intermedia, mediante ensayo de presión interior, durante 10 minutos.

La válvula irá acompañada de un certificado del fabricante que garantice la conformidad con lo especificado en este Pliego y en el control de calidad realizado en fábrica de la válvula.

La válvula no se aceptará hasta la aprobación definitiva del Ingeniero Director, a la vista de los ensayos y pruebas realizadas en obra "in situ".

4.3.7.4. Medición y abono

Las válvulas de mariposa se medirán por unidades.

El precio de abono incluirá el suministro, transporte y almacenamiento, si es el caso, pruebas y controles en taller, y montaje y pruebas en obra. Incluye también todos los medios materiales, maquinaria y mano de obra, etc., necesarios para la correcta y completa ejecución de la unidad de obra, corriendo a cargo del Contratista.

4.3.8. Válvula de compuerta

Es una válvula que contiene una compuerta que puede subir o bajar girando el eje de la válvula. Cuando esté completamente subida la compuerta dejará paso total al agua, cuando esté completamente bajada la válvula estará cerrada. El diámetro nominal de la válvula será trescientos milímetros (300mm).

4.3.8.1. Condiciones generales

Llevarán marcado como mínimo, de forma legible e indeleble, los siguientes datos:

- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal.
- Presión nominal.

La presión nominal de fábrica (PN) será igual a la presión máxima de trabajo (PT) multiplicada por un coeficiente de seguridad de 1,6.

En este caso será: $PN = 12\text{Atm.}$ y $PT = 7,5\text{Atm.}$

La válvula se conectará a la tubería mediante bridas con tornillos de igual presión nominal y llevará carrete de montaje de acero inoxidable. Las dimensiones de la bridas serán las especificadas en la Norma DIN 2501 y siguientes. Mientras que las especificaciones de los tornillos serán las indicadas en la DIN 18510.

4.3.8.2. Características técnicas

Las características técnicas de las válvulas serán:

- Cuerpo y tapa de fundición nodular (Normas UNE 36118, ASTM A536 y DIN 1693).
- Compuerta de fundición modular (Normas UNE 36118, ASTM A536 y DIN 1693). Revestida de material elastomérico tipo E.P.D.M. (etilenopropileno). La estanqueidad será total por compresión del elastómero.
- Eje de maniobra en acero inoxidable tipo AISI 316, UNE 36257, ASTM A351. El paso del eje será estanco mediante recubrimiento de idéntico material que el de la compuerta.
- Se acoplará entre bridas taladradas que cumplirán las siguiente Normativa: DIN 2501, NFE 29201, BS 4504, ISO 7005-2.

- Montaje por tirantes, asegurándose una conexión positiva entre las bridas de las tuberías aguas arriba - aguas abajo, quedando el cuerpo de la válvula comprimido entre las dos bridas.

4.3.8.3. Accionadores o desmultiplicadores

Como características generales deberán tener las siguientes:

- Transmitir al eje de mando el par necesario garantizando la exclusión de cualquier otro esfuerzo.

- Suministrar un par creciente en las proximidades del cierre, a par de constante en el volante de maniobra.

- Definir una posición de cierre muy precisa, condicionando así la estanqueidad de la válvula y en buen comportamiento del anillo flexible.

- Accionar la compuerta más lentamente en las posiciones de cierre que en las de apertura, consiguiendo así una disminución regular del canal del fluido y evitando las sobrepresiones debidas a los golpes de ariete que podrían producirse durante el cierre.

El accionador será manual, debiendo tener un embrague que permita este tipo de accionamiento mediante un volante.

4.3.8.4. Montaje

La válvula debe ser manejada de manera que se evite cualquier perjuicio o daño a cualquier parte de la válvula. Todas las puntas se deben limpiar y preparar totalmente antes de la instalación. El Contratista deberá ajustar todos los empaques del vástago y maniobrar cada válvula antes de su instalación para asegurar su correcto funcionamiento.

Todas las válvulas se deberán instalar de manera que los vástagos se alineen con la plomada y estén en la ubicación indicada en los Planos.

4.3.8.5. Pruebas y ensayos

Los ensayos a que se someterán las válvulas en la plataforma del fabricante serán:

- Prueba de estanqueidad:

Se probarán a presión en la dirección del flujo a $1,2 \times P.T.$ equivalente a $0,75 P.N.$ a válvula cerrada, no admitiéndose fugas de ningún tipo.

- Prueba de seguridad y hermeticidad del cuerpo:

Se probarán a la P.N. con el sistema de cierre en posición intermedia, mediante ensayo de presión interior, durante 10 minutos.

Todas las válvulas irán acompañadas de un certificado de fabricante que garantice la conformidad con lo especificado en este Pliego y el control de calidad realizado en fábrica de la válvula correspondiente.

Sin embargo, las válvulas no serán aceptadas hasta la aprobación definitiva del Ingeniero Director, a la vista de los ensayos y pruebas realizadas en obra "in situ".

4.3.8.6. Medición y abono

Las válvulas de compuerta se medirán por unidades.

El precio de abono incluirá el suministro, transporte y almacenamiento si es el caso, pruebas y controles en taller, y montaje y pruebas en obra. Incluye también todos los medios materiales, maquinaria y mano de obra, etc., necesarios para la correcta y completa ejecución de la unidad de obra, corriendo a cargo del Contratista.

4.3.9. Tuberías de PVC

Son tubos de plástico rígidos fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resina sintética de PVC técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos, colorantes, estabilizantes y lubricados, tal y como queda definido en el artículo precedente.

4.3.9.1 Características técnicas

Se dispondrán tubos de PVC fabricados según las especificaciones recogidas al respecto en el artículo precedente.

Los tubos serán sensiblemente rectos y cilíndricos, exterior e interiormente. Su acabado será pulido y brillante, con coloración uniforme y tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

No deben presentar ondulaciones, estrías, grietas, burbujas, rechupes, ni otros defectos que puedan perjudicar su normal utilización tanto en la superficie exterior como en la interior o en una sección transversal.

Los extremos estarán cortados ortogonalmente a las generatrices.

La longitud de los tubos no será inferior a cinco (5) metros.

La sección del tubo perpendicular a su eje debe ser una corona circular, y las generatrices de las superficies cilíndricas interior y exterior del mismo serán dos rectas paralelas con las tolerancias que se especifican en párrafos siguientes.

Se adoptarán juntas elásticas que garantizan una estanqueidad más eficaz que la junta por encolado, y permite un ligero juego en las uniones. Además son más sencillas y rápidas de realizar.

Salvo especificación en contrario por parte del Director de las Obras, los tubos, juntas y elementos accesorios suministrados tendrán características geométricas uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecido.

Los tubos y accesorios llevarán un marcaje indeleble conteniendo los siguientes datos: designación comercial, monograma de la marca de fábrica, indicación PVC, diámetro nominal, presión normalizada y año de fabricación.

- Tolerancias en el diámetro nominal

Las tolerancias admisibles serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula:

$$(0.0015 D + 0.1) \text{ mm}$$

Redondeándolas a 0.05mm., con un valor mínimo de 0.2mm. «D» expresado en milímetros.

- Tolerancias en el espesor nominal de la pared

Serán siempre positivas y se determinaran por la fórmula:

$$(0.1 e + 0.2) \text{ mm}$$

Redondeándolas a 0.05mm., y con un valor mínimo de 0.3mm. « e » expresado en milímetros.

- Tolerancias en la longitud nominal

Será de +/- 10mm. (diez milímetros en defecto o en exceso) para todas las longitudes, cualesquiera que sean los diámetros.

- Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura

Las tolerancias en el Diámetro interior de las juntas elásticas deberán ser fijadas por el fabricante, considerando las del Diámetro exterior del tubo y las del anillo o anillos. Permitirán una desviación, de al menos, tres grados en la alineación.

- Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos

El plano teórico que define la corona circular que se encuentra en cada extremo del tubo formará con la generatriz del mismo un ángulo interior al intervalo 90 ± 2 grados sexagesimales.

- Tolerancias en la alineación

Se medirán de acuerdo con lo especificado en el Artículo correspondiente del Capítulo 03.00.

Diámetro nominal (mm.)	Flecha máxima (mm.)
Desde 80 a 200	4,5 x L
Desde 250 a 500	3,5 x L
Desde 600 en adelante	2,5 x L

nota: L en metros.

4.3.9.2. Normativa

Los tubos y piezas especiales de PVC-U para conducción de agua a presión deberán cumplir, con carácter general, lo especificado por la norma UNE-EN 1452:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U)”.

4.3.9.3. Ensayos de recepción

Las verificaciones y ensayos de recepción se ejecutarán sobre tubos y juntas cuya suficiente madurez sea garantizada por el proveedor. Estos podrán sustituirse por un certificado que exprese los resultados satisfactorios de los ensayos realizados en fábrica si el Director de la Obra lo considera oportuno.

El Director de la Obra podrá ordenar en cualquier momento la realización de ensayos por lotes, aunque hubiesen sido ensayados en fábrica. Un lote quedará constituido, en principio, por 200 unidades de iguales características, o por la entrega completa si no se alcanzase el número citado.

Los ensayos que podrán realizarse sobre los tubos, son los siguientes:

- Ensayo de estanqueidad
- Ensayo de resistencia a presión hidráulica interior
- Ensayo de alargamiento y rotura a tracción
- Ensayo de resistencia a impacto
- Ensayo de comportamiento al calor
- Ensayo de rugosidad

4.3.10. Elementos metálicos galvanizados

El acero base utilizado en la fabricación de los elementos deberá ser de los grados designados como FePO2G o FePO3G, en la norma UNE 36-130.

El baño utilizado en la galvanización tendrá una pureza igual o superior al 99% en cinc.

4.3.10.1 Características de los materiales (Chapas y laminas de acero galvanizado)

La chapa de acero al carbono será galvanizada en continuo por inmersión, conforme a la norma UNE 36-130, con un espesor mínimo de 1,8mm. y con las tolerancias dimensionales indicadas en la citada UNE 36-130.

La masa mínima de recubrimiento del galvanizado será, contadas ambas caras de la chapa, de 256 g/m², lo que equivale a un espesor del recubrimiento de 18µm en cada cara.

El tipo de acabado puede ser cualquiera de los incluidos en la norma UNE 36-130.

No podrán ser soldadas, y se conformarán con una pestaña perimetral por estampación, embutición, plegado o cualquier combinación de estos métodos, de 25mm. como mínimo de ancho, formada por la propia chapa doblada en ángulo de 90°, pestaña en la que posteriormente se realizarán los taladros correspondientes para la sujeción de las piezas de anclaje de la placa.

La tornillería (tornillos, tuercas y arandelas) empleada será de acero, como mínimo de la clase de calidad 4.6., de cualquiera de las clases recogidas en la norma UNE-EN 20898-1 para los tornillos y norma UNE-EN 20898-2 para tuercas y arandelas.

El galvanizado de la tornillería será en caliente por inmersión según la norma UNE 37-507.

Queda prohibida la utilización del acero electrozincado o electrocadmiado, sin tratamiento adicional.

Se admitirán todos aquellos tratamientos o aleaciones que confieran, al menos, las mismas cualidades que el galvanizado en caliente por inmersión, en cuanto a duración y resistencia a la acción de agentes externos. Para el empleo de todo tratamiento diferente al galvanizado en caliente será necesaria la autorización expresa del Director de las Obras.

4.3.11. Vidrios de seguridad

Vidrio de seguridad será aquel que al fracturarse en condiciones normales no salta en fragmentos capaces de causar lesiones graves.

Se distinguirán los siguientes tipos de vidrios de seguridad:

- Laminar o foliáceo
- Templado
- Armado

- El vidrio laminar o foliáceo será un producto formado por un conjunto de hojas de vidrio plano íntimamente unidas por una película o solución plástica de manera que al fracturarse la hoja, los trozos de vidrio que resultan de la rotura no se desprenden en proporciones apreciables, quedando unidos a la película plástica.

- El vidrio templado será un vidrio de seguridad al que se le ha sometido a un tratamiento térmico consistente en calentar el vidrio hasta cerca de la temperatura de reblandecimiento seguido de un enfriamiento brusco. En caso de rotura se fracciona en pequeños trozos no cortantes.

- El vidrio armado se obtendrá por colada continua y laminación llevando incorporada en su masa una malla metálica que es introducida en la hoja de vidrio durante el proceso de laminación.

Vidrio es una sustancia dura, frágil, transparente u opaca, de brillo especial, insoluble en casi todos los cuerpos conocidos y fusible a elevada temperatura. Estará formado por combinación de sílice con potasa o sosa y pequeñas cantidades de otras bases; se fabricará en hornos y crisoles.

4.3.11.1 Normativa técnica de aplicación

Normas Tecnológicas de la Edificación FVP, FVT y FVE.

4.3.11.2 Características

Las tolerancias dimensionales admisibles para las distintas clases de vidrio, serán las que se fijan en el cuadro siguiente:

- Tolerancias admisibles, mm.

Clase de vidrio	Longitud (L)	Anchura (a)	Espesor (e)
Vidrio común	± 2	± 2	± 1
Luna	± 2	± 2	$\pm 0,5$
Laminar	± 2	± 2	± 1
Templado	(1) $S < 1m^2$; +0, -2 (1) $S > 1m^2$; +0, -3	(1) $S < 1m^2$; +0, -2 (1) $S > 1m^2$; +0, -3	$\pm 0,3$
Armado	± 2	± 2	± 1

(1) S: Superficie de la pieza de vidrio considerada = $L \cdot a$.

En vidrios templados se admitirá una tolerancia en la planeidad de dos milímetros (2mm.) por metro de diagonal, en piezas de superficie menor o igual a medio metro cuadrado ($1/2 m^2$) se admitirá una tolerancia de tres milímetros (3mm.) por metro de diagonal.

El fabricante garantizará el índice de atenuación acústica, coeficiente de transmisión luminosa y coeficiente de transmisión térmica que especifique el Ingeniero Director.

4.3.11.3 Manipulación y acopio

Se evitará el contacto directo del vidrio con partes metálicas, fábricas o con otros vidrios.

La manipulación de vidrios de superficie superior a dos y medio metros cuadrados se efectuará con correas y ventosas, manteniéndolas siempre en posición vertical, utilizando casco, calzado con suelo no perforable por el vidrio y guantes que protejan hasta las muñecas.

Los vidrios se almacenarán verticalmente en lugares debidamente protegidos, de manera ordenada y libre de cualquier material ajeno a ellos.

La colocación de los vidrios se hará siempre que sea posible desde el interior de los edificios. Cuando deba efectuarse desde el exterior, se dispondrá de una plataforma de trabajo protegida por barandilla de noventa centímetros (90cm.) de altura y rodapié de veinte centímetros (20cm.).

Hasta su recibido definitivo, se asegurará la estabilidad de los vidrios con medios auxiliares.

Los fragmentos de vidrios procedentes de roturas, se recogerán lo antes posible en recipientes destinados a este fin y se transportarán a vertedero reduciendo al mínimo su manipulación.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de cero grados centígrados (0° C) o si la velocidad del viento supera los cincuenta kilómetros por hora (50km./h).

Se cumplirán además todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

4.3.11.4. Ensayos de recepción

Cuando el material llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones exigidas en este Pliego, su recepción se efectuará comprobando únicamente sus características aparentes.

4.3.11.5. Medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

4.3.12. Betunes asfálticos

El betún asfáltico a utilizar en la obra, cumplirá lo especificado en el Artículo 211 del PG-3 y modificado por Orden Ministerial de 21 de Enero de 1988 publicado en BOE de 3 de Febrero de 1988.

El betún asfáltico a emplear será del tipo B 40/50 ó 60/70 para las mezclas tipo D, S y G y betún modificado para las mezclas drenantes, de acuerdo con lo especificado en el artículo 542 del PG-3.

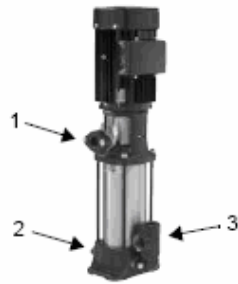
4.3.12.1. Medición y abono

La medición y el abono se harán de acuerdo con la unidad de obra de la que forme parte.

4.3.13. Bombas CR

4.3.13.1. Descripción del producto

El sistema de bombeo consta de una bomba centrífuga multicelular CR instalada en seco, conectada a un eyector sumergido mediante dos tuberías. Se recomienda conectar un tanque de presión y un presostato en la descarga de la bomba para mantener una presión adecuada en el punto de uso.

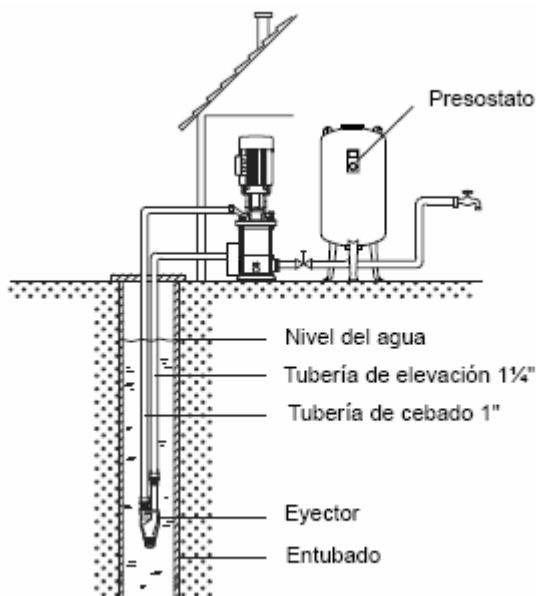


Cr/A2-173

Fig. 1 Conexiones de bomba CR de pozo profundo

Pos.	Descripción
1	Conexión a la tubería de cebado del eyector
2	Conexión al tanque de presión (parcialmente oculto)
3	Conexión del contenedor de cebado a la tubería de elevación

4.3.13.2. Instalación mecánica



La instalación y el funcionamiento deben cumplir con las normativas locales en vigor.

Antes de la instalación, comprobar que:

- La bomba y sus componentes correspondan al pedido.
- Ninguna pieza visible esté dañada.

Se recomienda instalar el sistema de bombeo tal como se en la figura de la derecha.

TM03 3346 0306

Fig. 2 Sistema de bombeo con bomba de pozo profundo

4.3.13.3. Conexión eléctrica

La conexión eléctrica de la bomba debe realizarse como se describe en las instrucciones de instalación y funcionamiento de CR, CRI, CRN.

4.3.13.4. Mantenimiento

El sistema de bombeo no necesita mantenimiento si se ha instalado según las instrucciones.

4.3.13.5. Puesta en marcha de la bomba

1. Cerrar la válvula de corte entre la bomba y el tanque de presión.
2. Quitar el tornillo de purga de aire de la bomba.
3. Quitar el tapón del contenedor de cebado y llenar el contenedor de agua limpia hasta que la tubería de elevación y el contenedor estén llenos de agua.
4. Arrancar la bomba. El contenedor de cebado se está ahora vaciando. Seguir llenando el contenedor de agua hasta que todo el aire salga del sistema y un caudal de agua sin aire salga por el contenedor de cebado.
5. Poner el tornillo de purga de aire.
6. Abrir despacio la válvula de corte entre la bomba y el tanque de presión hasta que salga un poco de agua del contenedor de cebado.
7. Poner el tapón en el contenedor de cebado con la bomba en marcha, y apretarlo.
8. Abrir despacio la válvula de corte entre la bomba y el tanque de presión hasta que esté completamente abierta.

Cuadro representativo de los pasos a seguir a la hora de proceder al montaje de las bombas.



Aviso

Observar la orientación de los orificios de purga, y comprobar que los escapes de líquido no causen lesiones a personas ni daños al motor u otros componentes.
 Cuando se manejan líquidos calientes o peligrosos, prestar especial atención al riesgo de daños personales.
 Cuando se bombean líquidos inflamables, prestar atención a las descargas estáticas. El embudo, por ejemplo, debería conectarse a tierra.

Ilustración	Paso	Acción
	1	Conectar la tubería de suministro del líquido protector <ul style="list-style-type: none"> Conectar un extremo a la cámara del cierre (pos. E, fig. 1, 2, 3 o 4). Conectar el otro extremo a la salida de la bomba dosificadora.
	2	Presión recomendada <ul style="list-style-type: none"> Fijar la presión de arranque de la bomba dosificadora a una presión de 1,5 a 2 bar superior a la presión más alta que la bomba puede dar. ($P_{bomba} + P_{entrada} + P_{1,5 - 2,0} < P_{max. dosific.}$)
	3	Llenar y purgar la cámara del cierre <ul style="list-style-type: none"> Arrancar la bomba. Llenar y purgar la cámara del cierre mediante el tornillo de purga en la parte superior de la cámara (pos. C/D, fig. 1, 2, 3 o 4). La bomba dosificadora se parará automáticamente cuando se alcance la presión fijada en el paso 2.
	4	Funcionamiento con presión de entrada positiva <ul style="list-style-type: none"> Abrir el tornillo de purga (pos. A, fig. 1, 2, 3 o 4) en el lado del cuerpo de la bomba. Cerrar la válvula de aislamiento en el lado de la descarga. Abrir la válvula de aislamiento en el lado de aspiración. Rellenar lentamente la bomba con el líquido a bombear. Cuando el líquido salga por el orificio de purga, cerrar inmediatamente el tornillo de purga. Funcionamiento con aspiración elevada <ul style="list-style-type: none"> Abrir el aireador (pos. A, fig. 1, 2, 3 o 4) en el lado del cuerpo de la bomba. Cerrar la válvula de aislamiento en el lado de la descarga. Llenar la bomba y la tubería de aspiración con el líquido a bombear con un embudo. Cuando el líquido salga por el orificio de purga, cerrar inmediatamente el tornillo de purga. Nota: Debe instalarse una válvula de no retorno en la tubería de aspiración.
	5	Arrancar la bomba <ul style="list-style-type: none"> Ver las instrucciones de instalación y funcionamiento para las bombas estándar CR, CRI y CRN. Abrir la válvula de aislamiento en el lado de la descarga. Arrancar la bomba y comprobar el sentido de giro. Comprobar el sentido de giro correcto en la tapa del ventilador del motor. Después de unos minutos, purgar la bomba de nuevo mediante el tornillo de purga (pos. A, fig. 1, 2, 3 o 4).

4.3.13.6. Localización de fallos

- Localización de fallos de la bomba

Ver las instrucciones de instalación y funcionamiento de CR, CRI, CRN.

- Localización de fallos del sistema de bombeo

Si sólo sale un poco de agua por el orificio del tornillo de purga de aire durante la puesta en marcha, la causa puede ser:

- El eyector no está suficientemente sumergido.
- El sistema de bombeo está parcialmente lleno de aire y por lo tanto no suficientemente cebado.
- La boquilla del eyector está obstruida.

Si la puesta en marcha se ha realizado según lo descrito en el apartado anterior “Puesta en marcha” sin resultado, el eyector no está sumergido suficientemente, o la boquilla del eyector está obstruida.

Si se reduce la presión de la bomba en relación con la presión total de bombeo, los motivos son probablemente:

- El eyector no está sumergido suficientemente.
- El sistema de bombeo está parcialmente lleno de aire y por lo tanto no suficientemente cebado.
- La bomba marcha en sentido de giro contrario.

- Limpieza de un eyector obstruido:

1. Extraer el eyector del pozo/perforación. Mantener el eyector en su posición vertical normal para que ninguna impureza fluya de vuelta a la tubería.

2. Separar el eyector de las tuberías.

3. Lavar las tuberías para eliminar cualquier suciedad.

4. Aflojar el difusor (la tubería larga) del cuerpo del eyector. Quitar el filtro y válvula de pie sólo si están obstruidos.

5. Aflojar el manguito del cuerpo del eyector y extraer el filtro interno.

6. Comprobar y limpiar la boquilla de acero inoxidable y el interior del cuerpo del eyector.

7. Montar el eyector.

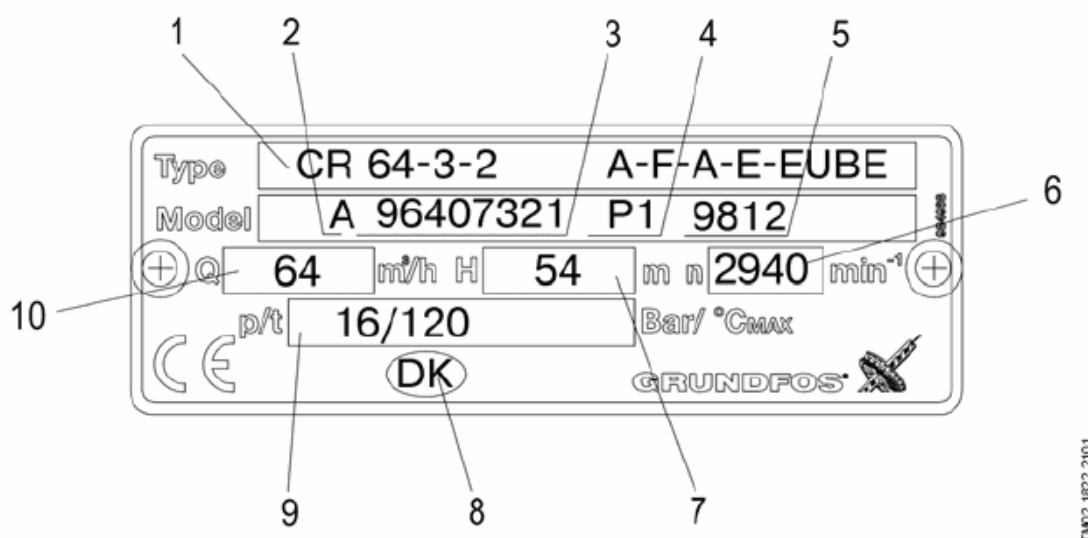
4.3.13.7. Reparaciones

- Identificación de tipo

Esta sección muestra la nomenclatura, la placa de características y los códigos que pueden aparecer en el código de variante.

Nota: Dado que los códigos pueden combinarse, una posición de código puede contener más de un código (letra).

Placa de características CR, CRN

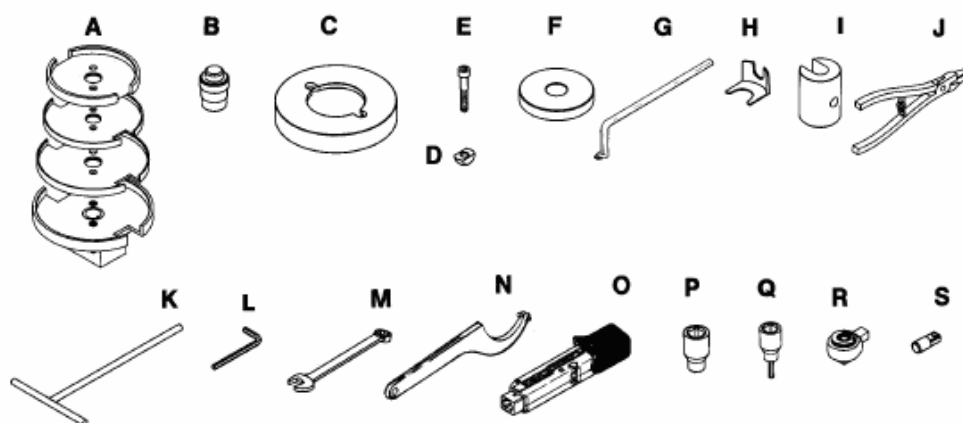


Pos.	Descripción	Pos.	Descripción
1	Designación de tipo	6	Velocidad
2	Modelo	7	Altura a caudal nominal
3	Número de producto	8	País de fabricación
4	Lugar de fabricación	9	Presión y temperatura máx.
5	Año y semana de fabricación	10	Caudal nominal

- Pares de apriete

Pos.	Descripción	Dimensiones	Par de apriete [Nm]	Lubricante
9	Tomillo de cabeza hueca hexagonal	M10 x 25 mm	85	THREAD-EZE
18	Tomillo de purga de aire		5/20	Gardolube L 6034
23	Tapón	1/2"	35	THREAD-EZE
25				
26b	Tomillo de cabeza hueca hexagonal	M8 x 30 mm	15	Gardolube L 6034
28	Tomillo de cabeza hueca hexagonal	M10 x 50 mm	62	THREAD-EZE
28a	Tomillo de cabeza hexagonal	M8 x 20 mm	12	THREAD-EZE
		M12 x 40 mm	40	
		M16 x 50 mm	80	
	Tomillo de cabeza hueca hexagonal	1/2" x 13 UNC	40	
		5/8" x 11 UNC	80	
31	Tomillo de cabeza hueca hexagonal	M6 x 10 mm	8	Gardolube L 6034
36	Tuerca	M16	100	THREAD-EZE
36a	Tuerca	M12	40	THREAD-EZE
		M16	80	
48	Tuerca cónica dividida	M30 x 1 mm	70	Gardolube L 6034
58a	Tomillo de cabeza hueca hexagonal	M10 x 25 mm	62	THREAD-EZE
67	Tomillo de cabeza hueca hexagonal	M8 x 16 mm	31	Gardolube L 6034

- Herramientas de mantenimiento



TIM00 2158 1368

Herramientas especiales

Pos.	Descripción	Para pos.	Información adicional	Número de pieza
A	Soporte con pasador para desmontaje y montaje		CR(N) 32 ~ SV0003-3 CR(N) 45 ~ SV0003-4 CR(N) 64 ~ SV0003-5 CR(N) 90 ~ SV0003-2	SV0003
B	Punzón	6g-47-47c-47d-47e		SV0015
C	Soporte para anillo de desgaste	49c	CR(N) 32 CR(N) 45 CR(N) 64 CR(N) 90	SV0043 SV0044 SV0045 SV0046
D	Extractor para cojinete inferior	6g		SV0002
E	Tornillo de cabeza hueca hexagonal para extractor		M8 x 50 mm	ID6596
F	Punzón para ajuste de anillo de collar/retén	45a-65	CR(N) 32 CR(N) 45 CR(N) 64 CR(N) 90	SV0025 SV0027 SV0028 SV0029
G	Extractor para anillo de collar	49c		SV0239
H	Espaciador de horquilla	105		985924
I	Llave para tuerca cónica dividida	48-S	34 mm	SV0004
J	Alicates para anillo de sujeción	203		SV0047

- Desmontaje y montaje

Las bombas centrífugas de Grundfos de tipo CR 32, 45, 64 y 90 son bombas en línea multietapa. Si la bomba está estrangulada o dañada, siga las instrucciones que se indican a continuación.

Números de posición, véase "Lista de piezas" y la sección anterior "Herramientas de mantenimiento".

Antes de desmontar la bomba, desconecte el suministro de alimentación al motor y cierre las válvulas de aislamiento instaladas para impedir el drenaje del sistema.

El cable eléctrico debe retirarse de acuerdo con las normativas locales.

Antes del montaje, limpie e inspeccione todas las piezas. Deben sustituirse las piezas defectuosas por piezas nuevas.

Solicite los kits de mantenimiento necesarios (consulte "Lista de piezas").

Las juntas y las juntas teóricas siempre deben sustituirse al realizar la revisión general de la bomba.

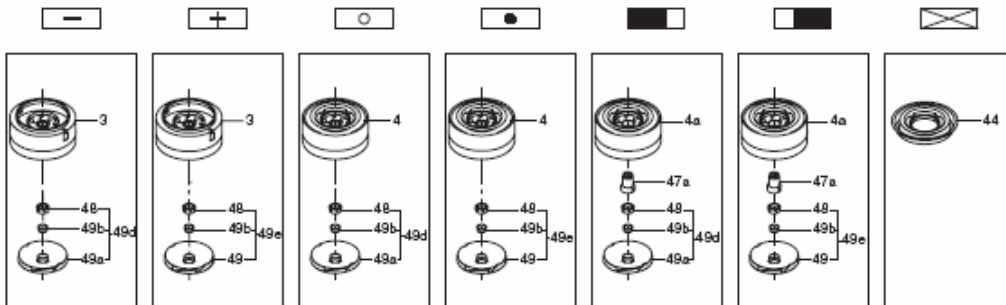
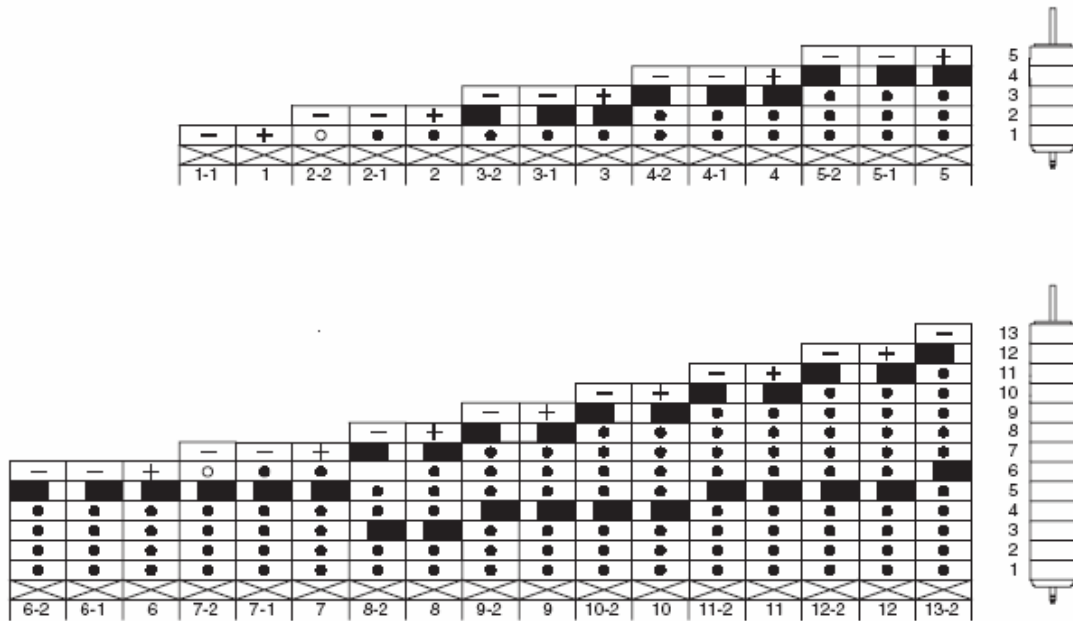
Debe probarse la bomba según las especificaciones de prueba siguientes:

	50 Hz	60 Hz
CR(N) 32	96428962	96428971
CR(N) 45	96428972	96428973
CR(N) 64	96428974	96428975
CR(N) 90	96428976	96428977

- Orden de montaje de cámaras e impulsores

CR, CRN 45

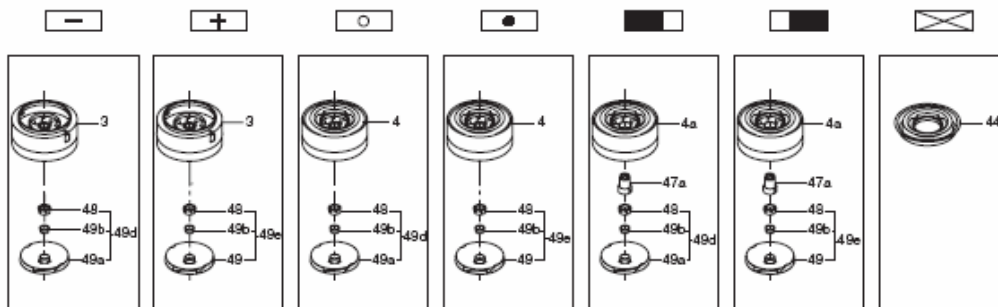
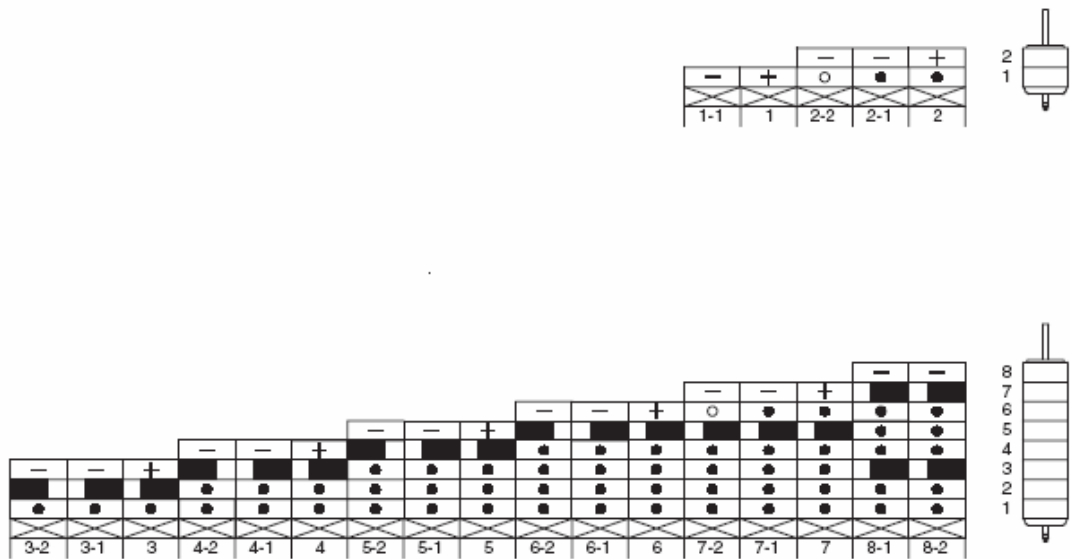
El montaje de la bomba se muestra en la tabla mediante símbolos.



TM01 1856 3701

CR, CRN 64

El montaje de la bomba se muestra en la tabla mediante símbolos.



TM01 1857 37010

4.3.13.8. Eliminación

La eliminación de este producto o partes del mismo deben realizarse de acuerdo con lo descrito en las instrucciones de CR.

4.3.14. Emulsiones bituminosas

Las emulsiones bituminosas cumplirán lo establecido en el Artículo 213 de PG-3 y modificado por Orden Ministerial del 21-Enero-1988, publicado en BOE de 3-Febrero-1988.

4.3.14.1. Medición y abono

La medición y el abono se harán de acuerdo con la unidad de obra de la que forme parte.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO
IRATI

DOCUMENTO Nº 5 PRESUPUESTO

Daniel Jiménez Echeverría

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 26 de Abril de 2010

INDICE

5. PRESUPUESTO

5.1. PRESUPUESTO	1
CAPÍTULO 1. CONDUCCIÓN DE AYANZ	1
CAPÍTULO 2. CASETA DE BOMBEO DE AYANZ	2
CAPÍTULO 3. DEPÓSITO SIERRA DE GONGOLAZ	5
CAPÍTULO 4. CONDUCCIÓN DE ARDANAZ	7
CAPÍTULO 5. CASETA DE BOMBEO DE ARDANAZ	9
CAPÍTULO 6. DEPÓSITO PEÑA DE IZAGA	11
CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SALUD	13
5.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	17

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1. CONDUCCIÓN DE AYANZ									
SUBCAPÍTULO 1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS EN ZANJAS									
1.1.1	M2 Despeje y desbroce de terr. nat. Despeje y desbroce del terreno natural, incluso carga y transporte a vertedero. Según medición auxiliar	1	17.064,561				17.064,561		
							1.784,00	0,43	767,12
1.1.2	M3 Exca zanjas y/o pozos tierras Excavación en zanjas y/o pozos, en tierras o roca alterada, realizada con medios mecánicos y manuales, incluyendo agotamiento y transporte de productos sobrantes a vertedero o lugar de empleo. Según medición auxiliar	0,76	23.410,910				17.792,292		
							981,20	1,87	1.834,84
1.1.3	M3 Material granular, cama de arena zanjas Material granular para formación de cama de arena para apoyo de tubería, incluso colocación y compactación Según medición auxiliar	1	1.099,063				1.099,063		
							206,05	7,93	1.633,98
1.1.4	M3 Material seleccionado para relleno zanjas Material procedente de la excavación para relleno de zanja, incluyendo colocación y compactación						588,72	2,43	1.430,59
1.1.5	M2 Reposición de pavimento asfáltico Reposición de pavimento asfáltico en carretera, incluyendo fabricación, materiales, extendido y completamente terminado	1	5,000	5,000			25,000		
							24,00	10,05	241,20
1.1.6	M3 Hormigón en masa HM-15 Hormigón en masa HM-15 con una resistencia característica fck>15 N/mm2 para emplear en rellenos y soleras de limpieza, incluyendo materiales, fabricación, transporte y colocación.						4,80	49,16	235,97
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 MOVIMIENTO DE TIERRRAS EN.....									6.143,70
SUBCAPÍTULO 1.2 TUBERIA									
1.2.1	M1 Tubería de fundición Ø 150 mm Suministro e instalación de Tubería de fundición dúctil de 150 mm de diámetro, incluida p.p. de juntas, incluso transporte, totalmente colocada PK 4213,8 a PK 5922,3	1	1.708,500				1.708,500		
							892,00	36,98	32.986,16
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 TUBERIA									32.986,16
SUBCAPÍTULO 1.3 ACCESORIOS									
1.3.1	ud CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=150mm. Codo de fundición con dos enchufes de 150 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.						1,00	119,87	119,87
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 ACCESORIOS									119,87
TOTAL CAPÍTULO 1. CONDUCCIÓN DE AYANZ									39.249,73

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2. CASETA DE BOMBEO DE AYANZ									
SUBCAPÍTULO 2.1 CONJ. CASETA Y ARQUETA POZOS									
2.1.1	m2 DESBROCE TERRENO SIN CLASIFICAR Desbroce y limpieza superficial de terreno sin clasificar, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluyendo la retirada de arbolado menor de 10 cm.						55,20	0,21	11,59
2.1.2	m3 EXCAVACIÓN CIM. Y POZOS TERRENO TRÁNSITO Excavación en cimientos y pozos en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.						165,60	12,33	2.041,85
2.1.3	m2 FÁB.BLOQ.HORMIG.GRIS 40x20x20 cm Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x20 cm. para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros, piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.						81,60	26,03	2.124,05
2.1.4	m2 CUB. CHAPA GALVANIZADA 0,6 mm Cubierta de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial galvanizado por ambas caras, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-7. Medida en verdadera magnitud.						43,68	13,33	582,25
2.1.5	m. Remate ac.galvaniz. a=33cm e=0,6mm						28,80	4,63	133,34
2.1.6	m2 V. LAMINAR SEG. STADIP 33.1 TRASLÚCIDO Acrilamiento de vidrio laminar de seguridad Stadip compuesto por dos vidrios de 3 mm. de espesor unidos mediante lámina de butiral de polivinilo translúcido de 0,38 mm., homologado frente a ataque manual con nivel de seguridad A según DBT-2101, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona neutra, incluso colocación de junquillos, según NTE-FVP.						1,28	63,15	80,83
2.1.7	ud P.ENTR.SEGUR. 101x210 LAC.BLANCO Puerta de entrada de seguridad de una hoja de 101x210 cm., construida con dos chapas de acero especial galvanizado en caliente de 1,2 mm. de espesor, acabado en lacado blanco RAL-9010, con estampación profunda en relieve a dos caras, núcleo inyectado de espuma rígida de poliuretano de alta densidad, con tres bisagras, bulones antipalanca, cerradura de seguridad embutida con tres puntos de cierre, con cerco de acero conformado en frío de 100x55 cm. y 1,50 mm. de espesor con burlete, pomo tirador, escudo, manivela y mirilla, con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería).						1,00	314,07	314,07
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 CONJ. CASETA Y ARQUETA POZOS									5.287,98

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 2.2 INSTALACIONES DE POTABILIZACIÓN									
2.2.1	ud EQ.DOSIF.CTE. HIPOCLOR 20 l/h Equipo de dosificación de hipoclorito para desinfección de aguas destinadas al consumo humano, compuesto por bomba dosificadora de membrana de caudal constante, regulable manualmente del 10% al 100%, para un caudal máximo de dosificación de 20 l/h. y 5 kg/cm2. de presión de funcionamiento, provista de indicadores de tensión e inyección, carcasa de ABS y carátula de acero, incluso depósito de PE semitransparente de 350 l. con escala exterior para visualizar la capacidad, instalado y probado.						1,00	735,99	735,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 INSTALACIONES DE									735,99
SUBCAPÍTULO 2.3 GRUPO DE BOMEQ									
2.3.1	Bomba multicelular vertical CR-64						4,00	2.368,00	9.472,00
2.3.2	Bomba horizontal Grundfos TP(B)						1,00	1.329,00	1.329,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.3 GRUPO DE BOMEQ									10.801,00
SUBCAPÍTULO 2.4 ACCESORIOS									
2.4.1	m. CONDOC.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. DN=100 Tubería de fundición dúctil de 100 mm. de diámetro interior colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						10,00	37,11	371,10
2.4.2	m. CONDOC.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. DN=150 Tubería de fundición dúctil de 150 mm. de diámetro interior colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						3,00	50,70	152,10
2.4.3	ud CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=100mm. Codo de fundición con dos enchufes de 125 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.						2,00	91,01	182,02
2.4.4	ud TE FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=100mm. Te de fundición con dos enchufes de 100 y uno de 40 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.						3,00	91,06	273,18
1.3.1	ud CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=150mm. Codo de fundición con dos enchufes de 150 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.						1,00	119,87	119,87

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.4.6	ud VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=100mm Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 100 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						4,00	183,99	735,96
2.4.7	m. CONDOC. PVC ENCOLADO PN 6 DN=300 Tubería de PVC de 315 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm ² , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						20,00	43,53	870,60
2.4.8	ud VÁLV.MARIP.MOTORIZABLE D=300mm Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor motorizable, de 300 mm. de diámetro interior, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						1,00	2.261,35	2.261,35
2.4.9	ud VÁLV.MARIP.REDUC.C/ELÁS.D=150mm Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 150 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						1,00	407,28	407,28
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.4 ACCESORIOS									5.373,46
TOTAL CAPÍTULO 2. CASETA DE BOMBEO DE AYANZ									22.198,43

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3. DEPÓSITO SIERRA DE GONGOLAZ									
3.0.1	m2 DESBROCE TERRENO SIN CLASIFICAR Desbroce y limpieza superficial de terreno sin clasificar, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluyendo la retirada de arbolado menor de 10 cm.						159,84	0,73	116,68
3.0.2	m3 EXCAVACIÓN CIM. Y POZOS TIERRA Excavación en cimientos y pozos en tierra, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.						139,26	5,89	820,24
3.0.3	m2 ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=20cm Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.						107,12	8,48	908,38
3.0.4	m3 H.ARM. HA-25/P/40/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm2, consistencia plástica, T _{máx.} 40 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.						75,66	158,04	11.957,31
3.0.5	m3 H.ARM. HA-30/P/20/I LOSA V.MANUAL Hormigón armado HA-30 N/mm2, consistencia plástica, T _{máx.} 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL , EHE y CTE-SE-C.						22,22	174,81	3.884,28
3.0.6	m3 H.ARM. HA-25/P/20/I 1 CARA 0,40 V.MAN. Hormigón armado HA-25N/mm2, consistencia plástica, T _{máx.} 20 mm. para ambiente normal, elaborado en central, en muro de 40 cm. de espesor, incluso armadura (60 kg/m3), encofrado y desencofrado con tablero aglomerado a una cara, vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM , EHE y CTE-SE-C.						59,07	282,44	16.683,73
3.0.7	m2 FORJ.DOB.SEMIV.22+5,B-70 Forjado 22+5 cm. formado por doble semivigüeta de hormigón pretensado, separadas 70 cm. entre ejes, bovedilla cerámica de 70x25x22 cm. y capa de compresión de 5 cm., de hormigón HA-25/P/20/I, elaborado en central, i/armadura (1,80 kg/m2), terminado. (Carga total 600 kg/m2). Según normas NTE, EFHE , EHE y CTE-SE-AE.						138,16	58,71	8.111,37
3.0.8	m2 FÁB.BLOQ.HORMIG.GRIS 40x20x20 cm Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x20 cm. para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros, piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.						72,57	26,03	1.889,00
3.0.9	m3 HA-25/P/20/I E.MADER. ZUNCHOS CUELG. Hormigón armado HA-25 N/mm2, T _{máx.} 20 mm., consistencia plástica, elaborado en central, en zunchos, i/p.p. de armadura (70 kg/m3.) y encofrado de madera, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-EME.						2,57	506,59	1.301,94

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.0.10	m2 ENFOSC. MAESTR.-FRATAS. M-10 VER. Enfoscado maestreado y fratasado con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-10, en paramentos verticales de 20 mm. de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m. y andamiaje, s/NTE-RPE-7, medido deduciendo huecos.						145,14	12,79	1.856,34
3.0.11	m2 IMPERM.BICAPA AUTOPROT.GA-2 Impermeabilización bicapa autoprottegida constituida por: imprimación asfáltica Curidan, lámina asfáltica de oxiasfalto, Glasdan 40 p oxi tipo (LO-40-FV) de fieltro de fibra de vidrio de 60 gr/m2, totalmente adherida al soporte con soplete; lámina asfáltica de betún elastómero SBS Esterdan Plus 40/GP elast gris (negro) (tipo LBM-40/G-FP160R) fieltro de poliéster reforzado de 160 gr/m2, totalmente adherida a la anterior con soplete, sin coincidir juntas. Cumple la norma UNE 104-402/96. Según membrana GA-2.						138,16	23,03	3.181,82
3.0.12	m2 IMP.REVESTIM.ELÁSTICO ARMADO Impermeabilización realizada con revestimiento elástico a base de copolímeros estireno-acrílicos en emulsión acuosa, formado por capa de imprimación con revestimiento elástico, diluido en la proporción de tres partes en volumen de Revestidan por una de agua, una capa de revestimiento elástico Revestidan (sin diluir), malla de fibra de vidrio de 64 g/m2 y otras capa del mismo revestimiento elástico, sin diluir (según la norma UNE 53-413 y UNE 53-410).						275,30	14,00	3.854,20
3.0.13	m2 CELOSÍA HORMIGÓN BLANCO 20x20x8cm Celosía de hormigón blanco de 20x20x8 cm., armada y recibida con mortero bastardo de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R, cal y arena de río, M-5, i/replanteo, nivelación, p.p. de roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FDZ-5, medida la superficie ejecutada.						10,00	64,12	641,20
3.0.14	m2 P.P.ACRÍL.LISA MATE ESTANDARD Pintura acrílica estándar tipo Mate Uno aplicada a rodillo en paramentos verticales y horizontales de fachada, i/limpieza de superficie, mano de imprimación y acabado con dos manos, según NTE-RPP-24.						179,63	6,75	1.212,50
3.0.15	ud P.BALC.AL.NA.PRACT.1H. 80x210cm Puerta balconera practicable de 1 hoja para acristalar, de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 80x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-15.						2,10	357,68	751,13
3.0.16	ud VENT.AL.NA.BASCULANTE 60x60cm. Ventana basculante eje horizontal de 1 hoja de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 60x60 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-4.						1,00	154,42	154,42
TOTAL CAPÍTULO 3. DEPÓSITO SIERRA DE GONGOLAZ								57.324,54	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 4. CONDUCCIÓN DE ARDANAZ

SUBCAPÍTULO 4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS EN ZANJAS

4.1.1	M2 Despeje y desbroce de terr. nat. Despeje y desbroce del terreno natural, incluso carga y transporte a vertedero. Según medición auxiliar	1	17.064,561				17.064,561		
							4.926,80	0,43	2.118,52
4.1.2	M3 Exca zanjas y/o pozos tierras Excavación en zanjas y/o pozos, en tierras o roca alterada, realizada con medios mecánicos y manuales, incluyendo agotamiento y transporte de productos sobrantes a vertedero o lugar de empleo. Según medición auxiliar	0,76	23.410,910				17.792,292		
							2.709,74	1,87	5.067,21
4.1.3	M3 Material granular, cama de arena zanjas Material granular para formación de cama de arena para apoyo de tubería, incluso colocación y compactación Según medición auxiliar	1	1.099,063				1.099,063		
							569,05	7,93	4.512,57
4.1.4	M3 Material seleccionado para relleno zanjas Material procedente de la excavación para relleno de zanja, incluyendo colocación y compactación						1.625,84	2,43	3.950,79
4.1.5	M2 Reposición de pavimento asfáltico Reposición de pavimento asfáltico en carretera, incluyendo fabricación, materiales, extendido y completamente terminado	1	5,000	5,000			25,000		
							24,00	10,05	241,20
4.1.6	M3 Hormigón en masa HM-15 Hormigón en masa HM-15 con una resistencia característica fck>15 N/mm2 para emplear en rellenos y soleras de limpieza, incluyendo materiales, fabricación, transporte y colocación. Paso arroyos y caminos Paso caminos y carreteras	2 5	10,000 8,000	1,300 2,200	0,900 0,300		23,400 26,400		
							4,80	49,16	235,97
TOTAL SUBCAPÍTULO 4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS EN									16.126,26

SUBCAPÍTULO 4.2 TUBERIA

4.2.1	M1 Tubería de fundición Ø 80 mm Suministro e instalación de Tubería de fundición dúctil de 150 mm de diámetro, incluida p.p. de juntas, incluso transporte, totalmente colocada PK 4213,8 a PK 5922,3	1	1.708,500				1.708,500		
							2.463,40	22,06	54.342,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 4.2 TUBERIA									54.342,60

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 4.3 ACCESORIOS									
5.3.2	ud CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=80mm. Codo de fundición con dos enchufes de 80 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.								
							6,00	66,99	401,94
TOTAL SUBCAPÍTULO 4.3 ACCESORIOS									401,94
TOTAL CAPÍTULO 4. CONDUCCIÓN DE ARDANAZ									70.870,80

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 5. CASETA DE BOMBEO DE ARDANAZ

SUBCAPÍTULO 5.1 CONJ. CASETA Y ARQUETA POZOS

5.1.1	m2 DESBROCE TERRENO SIN CLASIFICAR Desbroce y limpieza superficial de terreno sin clasificar, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluyendo la retirada de arbolado menor de 10 cm.						55,20	0,21	11,59
5.1.2	m2 FÁB. BLOQ. HORMIG. GRIS 40x20x20 cm. Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x20 cm. para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros, piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.						81,60	26,03	2.124,05
5.1.3	m2 CUB. CHAPA GALVANIZADA 0,6 mm. Cubierta de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial galvanizado por ambas caras, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-7. Medida en verdadera magnitud.						43,68	13,33	582,25
5.1.4	m. Remate ac. galvaniz. a=33cm e=0,6mm						28,80	4,63	133,34
5.1.5	m2 V. LAMINAR SEG. STADIP 33.1 TRASLÚCIDO Acrilamiento de vidrio laminar de seguridad Stadip compuesto por dos vidrios de 3 mm. de espesor unidos mediante lámina de butiral de polivinilo translúcido de 0,38 mm., homologado frente a ataque manual con nivel de seguridad A según DBT-2101, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona neutra, incluso colocación de junquillos, según NTE-FVP.						1,28	63,15	80,83
5.1.6	ud P. ENTR. SEGUR. 101x210 LAC. BLANCO Puerta de entrada de seguridad de una hoja de 101x210 cm., construida con dos chapas de acero especial galvanizado en caliente de 1,2 mm. de espesor, acabado en lacado blanco RAL-9010, con estampación profunda en relieve a dos caras, núcleo inyectado de espuma rígida de poliuretano de alta densidad, con tres bisagras, bulones antipalanca, cerradura de seguridad embutida con tres puntos de cierre, con cerco de acero conformado en frío de 100x55 cm. y 1,50 mm. de espesor con burlete, pomo tirador, escudo, manivela y mirilla, con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería).						1,00	314,07	314,07
TOTAL SUBCAPÍTULO 5.1 CONJ. CASETA Y ARQUETA POZOS									3.246,13

SUBCAPÍTULO 5.2 GRUPO DE BOMEIO

5.2.1	Bomba multicelular vertical CR-45						4,00	1.758,00	7.032,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 5.2 GRUPO DE BOMEIO									7.032,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 5.3 ACCESORIOS									
5.3.1	m. CONDOC. FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. DN=80 Tubería de fundición dúctil de 80 mm. de diámetro interior colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						13,00	27,50	357,50
5.3.2	ud CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=80mm. Codo de fundición con dos enchufes de 80 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.						2,00	66,99	133,98
5.3.3	ud TE FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=80mm. Te de fundición con tres enchufes de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.						3,00	78,96	236,88
5.3.4	ud VÁLV. MARIP. PALAN. C/META. D=80mm Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						4,00	150,69	602,76
5.3.5	ud VÁLV.RETENC.DISC.PART.PN-16 D=80 Válvula de retención de fundición, de disco partido, PN-16, de 80 mm. de diámetro interior, colocada mediante racor c/brida/platina, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.						1,00	215,78	215,78
TOTAL SUBCAPÍTULO 5.3 ACCESORIOS								1.546,90	
TOTAL CAPÍTULO 5. CASETA DE BOMBEO DE ARDANAZ								11.825,03	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 6. DEPÓSITO PEÑA DE IZAGA									
6.0.1	m2 DESBROCE TERRENO SIN CLASIFICAR Desbroce y limpieza superficial de terreno sin clasificar, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluyendo la retirada de arbolado menor de 10 cm.						73,80	0,73	53,87
6.0.2	m3 EXCAVACIÓN CIM. Y POZOS TIERRA Excavación en cimientos y pozos en tierra, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.						77,52	5,89	456,59
6.0.3	m2 ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=20cm Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.						46,20	8,48	391,78
6.0.4	m3 H.ARM. HA-25/P/40/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.40 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.						43,26	158,04	6.836,81
6.0.5	m3 H.ARM. HA-30/P/20/I LOSA V.MANUAL Hormigón armado HA-30 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx. 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL , EHE y CTE-SE-C.						9,24	174,81	1.615,24
6.0.6	m3 H.ARM. HA-25/P/20/I 1 CARA 0,40 V.MAN. Hormigón armado HA-25N/mm2, consistencia plástica, Tmáx. 20 mm. para ambiente normal, elaborado en central, en muro de 40 cm. de espesor, incluso armadura (60 kg/m3), encofrado y desencofrado con tablero aglomerado a una cara, vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM , EHE y CTE-SE-C.						34,20	282,44	9.659,45
6.0.7	m2 FORJ.DOB.SEMIV.22+5,B-70 Forjado 22+5 cm. formado por doble semivigüeta de hormigón pretensado, separadas 70 cm. entre ejes, bovedilla cerámica de 70x25x22 cm. y capa de compresión de 5 cm., de hormigón HA-25/P/20/I, elaborado en central, i/armadura (1,80 kg/m2), terminado. (Carga total 600 kg/m2). Según normas NTE, EFHE , EHE y CTE-SE-AE.						62,08	58,71	3.644,72
6.0.8	m2 FÁB.BLOQ.HORMIG.GRIS 40x20x20 cm Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x20 cm. para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros, piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.						53,10	26,03	1.382,19
6.0.9	m3 HA-25/P/20/I E.MADER. ZUNCHOS CUELG. Hormigón armado HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., consistencia plástica, elaborado en central, en zunchos, i/p.p. de armadura (70 kg/m3.) y encofrado de madera, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-EME.						1,78	506,59	901,73

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.0.10	<p>m2 ENFOSC. MAESTR.-FRATAS. M-10 VER.</p> <p>Enfoscado maestreado y fratasado con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-10, en paramentos verticales de 20 mm. de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m. y andamiaje, s/NTE-RPE-7, medido deduciendo huecos.</p>						106,20	12,79	1.358,30
6.0.11	<p>m2 IMPERM.BICAPA AUTOPROT.GA-2</p> <p>Impermeabilización bicapa autoprottegida constituida por: imprimación asfáltica Curidan, lámina asfáltica de oxiasfalto, Glasdan 40 p oxi tipo (LO-40-FV) de fieltro de fibra de vidrio de 60 gr/m2, totalmente adherida al soporte con soplete; lámina asfáltica de betún elastómero SBS Esterdan Plus 40/GP elast gris (negro) (tipo LBM-40/G-FP160R) fieltro de poliéster reforzado de 160 gr/m2, totalmente adherida a la anterior con soplete, sin coincidir juntas. Cumple la norma UNE 104-402/96. Según membrana GA-2.</p>						62,08	23,03	1.429,70
6.0.12	<p>m2 IMP.REVESTIM.ELÁSTICO ARMADO</p> <p>Impermeabilización realizada con revestimiento elástico a base de copolímeros estireno-acrílicos en emulsión acuosa, formado por capa de imprimación con revestimiento elástico, diluido en la proporción de tres partes en volumen de Revestidan por una de agua, una capa de revestimiento elástico Revestidan (sin diluir), malla de fibra de vidrio de 64 g/m2 y otras capa del mismo revestimiento elástico, sin diluir (según la norma UNE 53-413 y UNE 53-410).</p>						134,02	14,00	1.876,28
6.0.13	<p>m2 CELOSÍA HORMIGÓN BLANCO 20x20x8cm</p> <p>Celosía de hormigón blanco de 20x20x8 cm., armada y recibida con mortero bastardo de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R, cal y arena de río, M-5, i/replanteo, nivelación, p.p. de roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FDZ-5, medida la superficie ejecutada.</p>						8,00	64,12	512,96
6.0.14	<p>m2 P.P.ACRÍL.LISA MATE ESTANDARD</p> <p>Pintura acrílica estándar tipo Mate Uno aplicada a rodillo en paramentos verticales y horizontales de fachada, i/limpieza de superficie, mano de imprimación y acabado con dos manos, según NTE-RPP-24.</p>						112,20	6,75	757,35
6.0.15	<p>ud P.BALC.AL.NA.PRACT.1H. 80x210cm</p> <p>Puerta balconera practicable de 1 hoja para acristalar, de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 80x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-15.</p>						2,10	357,68	751,13
6.0.16	<p>ud VENT.AL.NA.BASCULANTE 60x60cm.</p> <p>Ventana basculante eje horizontal de 1 hoja de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 60x60 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-4.</p>						1,00	154,42	154,42
TOTAL CAPÍTULO 6. DEPÓSITO PEÑA DE IZAGA									31.782,52

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SALUD									
SUBCAPÍTULO 7.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES									
7.1.1	Ud Casco seguridad homologado Casco seguridad homologado.						20,00	2,29	45,80
7.1.2	Ud Cascos protectores auditivos Cascos protectores auditivos.						20,00	11,21	224,20
7.1.3	Ud Gafas antipolvo Gafas antipolvo.						8,00	12,11	96,88
7.1.4	Ud Mascarilla antipolvo Mascarilla antipolvo.						8,00	13,35	106,80
7.1.5	Ud Mono de trabajo Mono de trabajo						20,00	12,48	249,60
7.1.6	Ud Impermeable Impermeable						20,00	11,84	236,80
7.1.7	Ud Chaleco reflectante Chaleco reflectante						8,00	19,41	155,28
7.1.8	Ud Cinturón de seguridad Cinturón de seguridad						6,00	20,98	125,88
7.1.9	Ud Par de guantes goma fina Par de guantes goma fina						56,00	1,49	83,44
7.1.10	Ud Par de guantes cuero Par de guantes cuero						20,00	5,11	102,20
7.1.11	Ud Par de botas seguridad de lona Par de botas seguridad de lona						12,00	19,95	239,40
7.1.12	Ud Par de botas seguridad de cuero Par de botas seguridad de cuero						20,00	25,43	508,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 7.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES									2.174,88

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 7.2 PROTECCIONES COLECTIVAS									
7.2.1	Ud Señal tráfico con soporte Señal tráfico con soporte						10,00	77,22	772,20
7.2.2	Ud Cartel de riesgo con soporte Cartel de riesgo con soporte						10,00	77,05	770,50
7.2.3	MI Cordón baliza reflectante Cordón baliza reflectante						500,00	1,01	505,00
7.2.4	MI Valla desviación tráfico Valla desviación tráfico						4,00	35,87	143,48
7.2.5	Ud Baliza luminosa intermitente Baliza luminosa intermitente						10,00	104,12	1.041,20
7.2.6	Ud Jalón de señalización Jalón de señalización						8,00	10,11	80,88
7.2.7.	H. Camión riego con conductor Camión riego con conductor						71,00	49,66	3.525,86
7.2.8.	H. Mano de obra señalista Mano de obra señalista						80,00	13,41	1.072,80
7.2.9	H. Brigada de seguridad Brigada de seguridad						80,00	30,10	2.408,00
7.2.10	Ud Extintor de polvo polivalente Extintor de polvo polivalente						3,00	100,76	302,28
7.2.11	Ud Pórtico limitación altura Pórtico limitación altura						1,00	276,89	276,89
7.2.12	MI Red de seguridad Red de seguridad						2,00	33,28	66,56
TOTAL SUBCAPÍTULO 7.2 PROTECCIONES COLECTIVAS									10.965,65

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 7.3 PROTECCION INSTAL. ELÉCTRICA									
7.3.1	Ud Instalación puesta a tierra Instalación puesta a tierra						2,00	161,97	323,94
7.3.2	Ud Interruptor diferencial 300 mA Interruptor diferencial 300 mA						2,00	115,00	230,00
7.3.3	Ud Interruptor diferencial 30 mA Interruptor diferencial 30 mA						1,00	88,07	88,07
TOTAL SUBCAPÍTULO 7.3 PROTECCION INSTAL. ELÉCTRICA.....									642,01
SUBCAPÍTULO 7.4 INSTAL. HIGIENE Y BIENESTAR									
7.4.1	Ud Alquiler mes caseta comedor para 20 comensales Alquiler mes caseta comedor para 20 comensales						1,00	186,74	186,74
7.4.2	Ud Mesa madera 10 personas Mesa madera 10 personas						2,00	67,49	134,98
7.4.3	Ud Calienta comidas 50 personas Calienta comidas 50 personas						1,00	196,58	196,58
7.4.4	Ud Pileta corrida 5 grifos Pileta corrida 5 grifos						3,00	163,01	489,03
7.4.5	Ud Acometida agua y electricidad Acometida agua y electricidad						1,00	396,47	396,47
7.4.6	Ud Recipiente para basura Recipiente para basura						3,00	22,94	68,82
7.4.7	Ud Alquiler mes caseta vestuarios para 28 personas Alquiler mes caseta vestuarios para 28 personas						1,00	186,75	186,75
7.4.8	Ud Taquilla metálica Taquilla metálica						20,00	18,30	366,00
7.4.9	Ud Banco madera 5 personas Banco madera 5 personas						4,00	55,69	222,76
7.4.10	Ud Radiador infrarrojos Radiador infrarrojos						8,00	65,52	524,16

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
7.4.11	Ud Alquiler mes caseta aseos Alquiler mes caseta aseos						1,00	245,72	245,72
7.4.12	H. Empleada en limpieza Empleada en limpieza						40,00	13,41	536,40
7.4.13	Ud Acometida agua y electric. aseos Acometida agua y electric. aseos						1,00	382,72	382,72
TOTAL SUBCAPÍTULO 7.4 INSTAL. HIGIENE Y BIENESTAR									3.937,13
SUBCAPÍTULO 7.5 MEDICINA PREVENTIVA Y M. AUXIL.									
7.5.1	Ud Botiquin instalado en obra Reposición material sanitario						6,00	58,19	349,14
7.5.2	Ud Reconocimiento médico obligatorio Reconocimiento médico obligatorio						20,00	25,56	511,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 7.5 MEDICINA PREVENTIVA Y M. AUXIL									860,34
SUBCAPÍTULO 7.6 FORMACION Y REUNION O.C.									
7.6.1	Ud Reunión mes comité de Seguridad y Salud Reunión mes comité de Seguridad y Salud						4,00	66,85	267,40
7.6.2	H. Formación Formación						8,00	13,76	110,08
7.6.3	H. Vigilante seguridad Vigilante seguridad						40,00	10,64	425,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 7.6 FORMACION Y REUNION O.C.									803,08
TOTAL CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SULUD									19.383,09

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1.	CONDUCCIÓN DE AYANZ	39.249,73	15,54
2.	CASETA DE BOMBEO DE AYANZ	22.198,43	8,79
3.	DEPÓSITO SIERRA DE GONGOLAZ	57.324,54	22,69
4.	CONDUCCIÓN DE ARDANAZ	70.870,80	28,05
5.	CASETA DE BOMBEO DE ARDANAZ	11.825,03	4,68
6.	DEPÓSITO PEÑA DE IZAGA	31.782,52	12,58
7.	SEGURIDAD Y SALUD	19.383,09	7,67
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		252.634,14	
	10,00 % Gastos generales.....	25.263,41	
	6,00 % Beneficio industrial.....	15.158,04	
SUMA DE G.G. y B.I.		40.421,45	
	16,00 % I.V.A.....	46.888,89	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		299.523,03	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		299.523,03	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS VEINTE Y TRES EUROS con CERO Y TRES CÉNTIMOS

Pamplona, a 26 de abril de 2010.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA A ARDANAZ DESDE EL RIO
IRATI

DOCUMENTO Nº 6 BIBLIOGRAFÍA

Daniel Jiménez Echeverría

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 26 de Abril de 2010

INDICE

6. BIBLIOGRAFIA

6.1. NORMATIVA	1
6.1.1. Normas generales	1
6.1.2. Normas específicas del proyecto	1
6.2. LIBROS	2
6.3. PUBLICACIONES Y CATÁLOGOS	2
6.4. PAGINAS WEB	3
6.5. OTROS	3

6.1. NORMATIVA

6.1.1. Normas generales

- Ley Foral de Contratos de las Administraciones Públicas de Navarra. Ley Foral 10/1.998 de 16 de junio.
- Real Decreto Legislativo 2/2.000, de 16 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Normas para la Presentación de proyectos de Infraestructuras locales. Orden Foral 11/1996 del 19 de febrero de 1.996.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden de 9 de abril de 1964) (Capítulos VI y VII).
- Ley de prevención de riesgos laborales, 31/1995 de 8 de Noviembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Normativa abastecimientos SMSA 1998.
- Recomendaciones sobre actividades mínimas a exigir al contratista para el autocontrol de obras, 1.990.

6.1.2. Normas específicas del proyecto

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las Obras de Carreteras y Puentes, de la Dirección General de Carreteras (PG-3/75), corregida con fecha 1 de Agosto de 2001.
- 6.1 y 2-IC Instrucción 6.1 y 2-IC de la Dirección General de Carreteras sobre secciones de firme, Orden de 23 de Mayo de 1989.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) aprobada por R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre.
- Instrucción para la recepción de cementos RC-97, aprobados por R.D. 776/1997 de 30 de Mayo.
- Norma de Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo para la ejecución de ensayos de materiales, actualmente en vigor.
- Métodos de Ensayo de Laboratorio Central de Ensayos de Materiales. (M.E.L.C.)
- Normas tecnológicas de la edificación

- Norma Básica de la Edificación NBE EA-95 “Estructuras de acero en edificación”, aprobada por el Real Decreto 1829/1995 de 10 de Noviembre (BOE de 18 de Enero de 1996).
- Norma UNE 53.332. Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) no plastificado para canalizaciones subterráneas, enterradas o no y empleadas para evacuación y desagües.
- Normas U.N.E. de los distintos materiales empleados en las obras.

6.2. LIBROS

Mecánica de fluidos – White 6ª edición

Frank M. White. 2008

Mecánica De Fluidos Incompresibles y Turbomaquinas Hidráulicas (Teoría)

José Agüera Soriano. 2003

Mecánica De Fluidos Incompresibles y Turbomaquinas Hidráulicas (Problemas)

José Agüera Soriano. 1996

Autocad 2008: Diseño, dibujo y presentación detallada.

Olivier Le Frapper

6.3. PUBLICACIONES Y CATALOGOS

- Catálogo de bombas CR de Grundfos.
- Catálogo de tratamientos de agua potable de Grundfos
- Catálogo de bombas Itur
- Catálogo de bombas y electroválvulas
- Catálogo de bombas Espa
- Catálogo de Tuberías Rekalde

6.4. PAGINAS WEB

- <http://net.grundfos.com/Apl/WebCAPS/custom?userid=GMAinternal&appl=CRFAM&lang=ESP>
- http://www.grundfosalldos.com/e/html/02_producto/2000_over_desinfectionsysteme-cl2-clo2.php
- <http://www.itur.es/frames.htm>
- <http://www.bombasyelectrobombas.es/>
- <http://www.danfoss.com/Spain/BusinessAreas/DrivesSolutions/Industries/Water.htm>
- http://www.espa.com/weg/pdf/dc_4020es_0210.pdf
- <http://www.rekalde.com/Default.aspx?lng=ES&mod=gescontenidos&sec=detalle&cod=13>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>
- http://www.cepis.org.pe/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/023_Diseño_estaciones_bombeo/Dise%C3%B1o%20estaci%C3%B3n%20de%20bombeo.pdf
- <http://www.monografias.com/trabajos25/disenio-tuberias/disenio-tuberias.shtml>
- <http://www.ayntamientoizagaondo.es>

6.5. OTROS

Apuntes de la asignatura de fluido

Capitulo de bombas

Apuntes de la asignatura de fluido

Capitulo de perdidas en la red de tuberías (Bernoulli)

