

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“DISEÑO, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA IMPULSIÓN  
DE AGUA CON FINES DE RIEGO PARA EL FUNDO  
EL PUMA - FEGURRI - PIURA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**GILMER JUNNIOR CHICANA DÍAZ**

**LIMA - PERÚ**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“DISEÑO, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA IMPULSIÓN DE  
AGUA CON FINES DE RIEGO PARA EL FUNDO EL PUMA- FEGURRI-  
PIURA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**GILMER JUNNIOR CHICANA DÍAZ**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ DELGADO  
Presidente

Mg. Sc. LUIS RAMON RAZURI RAMÍREZ  
Asesor

Mg. Sc. JAVIER ANTONIO GOICOCHEA RÍOS  
Miembro

Dr. DAVID RICARDO ASCENCIOS TEMPLO  
Miembro

LIMA – PERU

2020

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado a mi familia, en especial a mi madre y abuelo, quienes con su ejemplo y cariño me apoyaron en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi facultad, profesionales y amigos por los aportes al presente trabajo monográfico, en especial a mi asesor el Ing. Luis Ramón Rázuri Ramírez por la paciencia y compromiso.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN</b> .....	1
<b>II. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
2.1. Planteamiento del problema.....	4
2.1.1. Descripción del problema.....	4
2.1.2. Formulación del problema.....	5
2.2. Justificación .....	5
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	6
3.1. Objetivo general.....	6
3.2. Objetivos específicos .....	6
<b>IV. CUERPO DEL TRABAJO</b> .....	7
4.1. Conceptos previos.....	7
4.1.1. Impulsión de agua.....	7
4.1.2. Componentes de una impulsión de agua .....	8
4.2. Lugar.....	22
4.3. Fase de iniciación.....	23
4.3.1. Recopilación de datos.....	23
4.3.2. Evaluación de calidad de agua.....	28
4.3.3. Entregable de la fase de iniciación .....	30
4.3.4. Aportes profesionales en la fase de iniciación.....	32
4.4. Fase de planificación y diseño hidráulico.....	32
4.4.1. Cálculo del caudal de diseño .....	33
4.4.2. Cálculo de la velocidad de flujo en conducción .....	34
4.4.3. Cálculo de la pérdida de carga total y unitaria por rozamiento ( $H_f$ & $J$ ) .....	35
4.4.4. Desnivel.....	38
4.4.7. Cálculo de la pérdida de carga en el cabezal ( $H_b$ ) .....	45
4.4.8. Cálculo de la presión total requerida por el sistema ( $H_t$ ) .....	51
4.4.9. Cálculo de la presión dentro de la tubería .....	53
4.4.10. Cálculo del golpe de ariete .....	56
4.4.11. Elección del equipo de bombeo.....	62
4.4.12. Tableros eléctricos y automatización .....	65
4.4.13. Equipos de protección contra el Golpe de Ariete .....	67
4.4.14. Entregables de la fase de diseño .....	68

4.4.15.	Aportes profesionales en la fase de planificación y diseño .....	68
4.5.	Fase de ejecución .....	68
4.5.1.	Inicio de gestiones administrativas.....	69
4.5.2.	Replanteo .....	70
4.5.3.	Cronograma y asignación de recursos .....	70
4.5.4.	Cubicación o metrado a detalle .....	70
4.5.5.	Inicio de instalación.....	71
4.5.6.	Entregable de la fase de ejecución.....	76
4.5.7.	Aportes profesionales en la fase de ejecución .....	76
4.6.	Fase de monitoreo y control.....	77
4.6.1.	Reportes de avance .....	77
4.6.2.	Seguimiento y comunicación de avance.....	77
4.6.3.	Prueba y regulación inicial del sistema .....	78
4.7.	Fase de cierre y entrega.....	80
4.7.1.	Aportes profesionales en las fases de monitoreo, control y cierre .....	81
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>82</b>
5.1.	Conclusiones .....	82
5.2.	Recomendaciones .....	82
<b>VI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>84</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>85</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tarifas energéticas para Piura en Media Tensión (MT).....	27
Tabla 2: Resumen de requerimientos y aportes por centro de control .....	31
Tabla 3: Calculo de caudal de diseño final.....	34
Tabla 4: Calculo del caudal de diseño para 3 primeros años.....	34
Tabla 5: Calculo y evaluación de velocidades de flujo .....	35
Tabla 6: Valores del coeficiente C de Hazen- Williams .....	37
Tabla 7: Cálculo de pérdida de carga unitaria y total para diámetros preseleccionados .....	37
Tabla 8: Calculo de Cálculo de pérdida de carga unitaria y total para caudal inicial .....	38
Tabla 9: Cálculo del desnivel topográfico.....	39
Tabla 10: Estimación de presión total del sistema (Ht).....	39
Tabla 11: Cálculo de gasto mensual en energía .....	40
Tabla 12: Estimación de inversión total en materiales .....	40
Tabla 13: Costo mensual energético vs. Inversión total.....	41
Tabla 14: Longitud equivalente de accesorios .....	42
Tabla 15: Valores de coeficiente de válvula.....	43
Tabla 16: Cálculo de pérdidas de carga en singularidades (Hs) para la impulsión con caudal final 594 m <sup>3</sup> /h.....	44
Tabla 17: Calculo de pérdidas de carga en singularidades (Hs) para la impulsión con caudal inicial 360 m <sup>3</sup> /h.....	44
Tabla 18: Valores de rugosidad absoluta de materiales .....	46
Tabla 19: Valores de viscosidad cinemática del agua .....	47
Tabla 20: Calculo de perdida de carga por Darcy- Weisbach para tramos de tuberías y accesorios por longitud equivalente .....	49
Tabla 21: Cálculo de pérdida de carga en cabezal (Hb).....	49
Tabla 22: Cálculo de la presión total requerida por el sistema según caudal final.....	52
Tabla 23: Cálculo de la presión total requerida por el sistema según caudal inicial .....	53
Tabla 24: Cálculo de la presión en la tubería .....	54
Tabla 25: Asignación de clases por tramos .....	56
Tabla 26: Elasticidad para algunos materiales .....	57
Tabla 27: Coeficiente K según longitud de impulsión .....	58
Tabla 28: Valores de coeficiente C.....	59

Tabla 29: Datos de la impulsión o conducción.....	60
Tabla 30: Datos de instalación de la impulsión.....	60
Tabla 31: Resultados del cálculo del golpe de ariete.....	61
Tabla 32: Punto de operación del equipo de bombeo a partir del año 4.....	62
Tabla 33: Punto de operación del equipo de bombeo los años 1, 2 y 3.....	62
Tabla 34. Cálculo de la potencia del motor .....	63
Tabla 35: Valores de la tensión de vapor y densidad del agua según la temperatura .....	65
Tabla 36: Cálculo del NPSH disponible.....	65
Tabla 37: Lista de chequeo para inicio de operación .....	78



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fases de la gestión de proyectos .....	7
Figura 2: Componentes de una impulsión o red de abastecimiento de agua.....	8
Figura 3: Pozo como fuente de abastecimiento subterráneo .....	9
Figura 4: Obra de captación durante trabajos de mantenimiento preventivo .....	10
Figura 5: Obra de captación, estado después de la inundación causada por el río Piura durante el fenómeno del Niño del 2017.....	11
Figura 6: Equipo de bombeo con bombas en paralelo.....	12
Figura 7: Placa de motor de 150 HP para electrobomba .....	13
Figura 8: Placa de motor de 20 HP para electrobomba .....	13
Figura 9: Válvulas mariposa de corte y evacuación para reparación y mantenimiento .....	14
Figura 10: Válvula dúo check de 8" y 3" .....	15
Figura 11: Válvulas de aire o ventosas .....	16
Figura 12: Tanques hidroneumáticos 1000 litros .....	17
Figura 13: Instalación de aducciones de 400 mm.....	18
Figura 14: Reservorio de almacenamiento de 300 000 metros cúbicos .....	18
Figura 15: Cámara ahogada o rompe presión adyacente al reservorio .....	19
Figura 16: Medidor de caudal electromagnético de 16" (400 mm).....	20
Figura 17: Medidor de caudal electromagnético de 16" (400 mm).....	20
Figura 18: Tablero variador de velocidad de 50 HP .....	21
Figura 19: Controlador de riego Dream 2 de Talgil .....	22
Figura 20: Ubicación del proyecto .....	23
Figura 21: Calculo de la evapotranspiración de referencia con CROPWAT .....	25
Figura 22: Distribución de horas punta (HP) y horas fuera de punta (HFP).....	26
Figura 23: Sistema mixto de llenado del reservorio (gravedad/bombeo).....	29
Figura 24: Evaluación de calidad de agua .....	30
Figura 25: Esquema hidráulico del proyecto .....	32
Figura 26: Corte longitudinal de trazo de impulsión entre las progresivas 2+400 y 4+900.....	38
Figura 27: Costo energético vs. Inversión inicial .....	41
Figura 28: Tipos de coeficientes de válvula .....	43
Figura 29: Perdida de carga en válvulas de pie .....	47
Figura 30: Cabezal de riego planteado .....	48

Figura 31: Dimensiones de la succión del reservorio.....	51
Figura 32: Conducción a bombeo con descarga ahogada.....	52
Figura 33: Disposición de bombas paralelo y serie .....	62
Figura 34: Bomba KSB 125-400- Curva presión/ caudal.....	63
Figura 35: Bomba KSB 125-400- Potencia necesaria bomba/ caudal.....	64
Figura 36: Bomba KSB 125-400- NPSH requerido .....	64
Figura 37: Consumo de corriente según tipo de arranque .....	66
Figura 38: Dream Spot- Aplicación para celular.....	67
Figura 39: Esquemas a detalle .....	71
Figura 40: Revisión del estado de maquinaria para excavación.....	73
Figura 41: Descarga de tubería en proyecto .....	74
Figura 42: Trazado y excavación de zanjas .....	74
Figura 43: Proceso de soldado de manifold de acero .....	75
Figura 44: Reporte de avances de proyectos .....	77
Figura 45: Formato de prueba y regulación para una impulsión.....	79
Figura 46: Formato de acta de conformidad.....	80

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Catálogo de tuberías y accesorios de PVC y acero al carbón.....	86
Anexo 2: Catálogo de válvulas y componentes para el cálculo de pérdida de carga según tablas del fabricante.....	88
Anexo 3: Catálogo de válvulas y componentes para el cálculo de pérdida de carga por coeficiente de válvula (Kv).....	90
Anexo 4: Catálogo de bombas KSB Meganorm. ....	95
Anexo 5: Catálogo de tanques hidroneumáticos. ....	102
Anexo 6: Propuesta técnico- económica del proyecto aceptada por el cliente.....	121
Anexo 7: Manual de operación y mantenimiento de la impulsión R1-R2. ....	135
Anexo 8: Cronograma del proyecto Impulsión R1-R2.....	144
Anexo 9: Plano del reservorio fuente R1.....	145
Anexo 10: Plano del sistema de abastecimiento mixto para el Reservorio R1. ....	146
Anexo 11: Plano del centro control para impulsión R1-R2.....	147
Anexo 12: Plano de instalación y perfil longitudinal de la impulsión R1-R2.....	148

## I. PRESENTACIÓN

La Ingeniería Agrícola abarca una gran diversidad de campos temáticos dentro de la rama de los recursos hídricos; el presente trabajo monográfico se centra en el riego presurizado, este se muestra como una gran opción para el desarrollo profesional, considerando que en el Perú el constante avance de la frontera agrícola demanda la gestión de proyectos de riego presurizado tanto en los sectores público y privado. El desarrollo de proyectos de riego involucra también actividades ligadas a los otros campos temáticos.

El profesional de Ingeniería Agrícola puede desarrollar una diversidad de proyectos de riego presurizado e infraestructura hidráulica. En la fase 1 de iniciación puede participar en actividades relacionadas principalmente a los campos de la topografía, fotogrametría y SIG; en la fase 2 de planificación y diseño participar en la realización de cálculos y dimensionamiento de sistemas de riego residencial y agrícola, sistemas de abastecimiento con fines agrícolas y poblacionales, enfocado en los campos de riego presurizado, hidráulica y saneamiento. En la fase 3 de ejecución, el Ingeniero Agrícola puede gestionar óptimamente los recursos asignados al proyecto para su ejecución; esta fase se relaciona y retroalimenta de la fase 4 de control, la cual permite realizar una evaluación de la situación y comunicar está a los interesados a fin de tomar decisiones durante la ejecución que puedan llevar al proyecto a “buen puerto” sin afectar los objetivos planteados durante las primeras fases. En la fase 5 de cierre, puede realizar evaluaciones que se establecen como lineamientos para la entrega de proyectos en las empresas verificando que las prestaciones de estos cumplan con los requerimientos de los interesados. Finalmente podemos decir que el profesional de Ingeniería Agrícola se convierte en un gestor, pudiendo controlar la totalidad de las fases del tipo de proyectos enmarcados en el campo del riego presurizado.

Esto es producto de la sólida formación durante la etapa universitaria, donde desde el inicio se brinda al profesional una idea del campo aplicación de la carrera, para luego ir guiando el aprendizaje en un campo temático específico. En el caso de la gestión de proyectos de riego

presurizado, tema base para este trabajo monográfico, es una gran ventaja el incluir en nuestra formación cursos específicos del tema, complementados por temas de drenaje, topografía, hidráulica y saneamiento, por mencionar algunos; además de los conocimientos y experiencia transmitidos por los docentes.

### **Resumen técnico**

La falta de fuentes de agua superficial en la zona del nuevo proyecto El Puma de Fegurri S.A.C. genera la necesidad de buscar alternativas de abastecimiento, se evalúa las opciones de habilitar pozos en la zona o de realizar el traslado del volumen de agua necesario mediante una impulsión desde el fundo cercano Las Brujas propiedad de la misma empresa. Se descartan los pozos como fuente de agua inicial para el proyecto debido a que los procesos de gestión son extensos y complicados, sobrepasando en tiempo a la fecha de siembra. Viabilizando la segunda opción correspondiente al diseño, ejecución y evaluación de una impulsión con fines de riego para el abastecimiento de las nuevas áreas.

La gestión del proyecto pasa por cinco fases. La fase de iniciación se enfoca en la coordinación entre los interesados y la recolección de datos en campo, siendo el levantamiento topográfico uno de los procesos más importantes; luego se pasa a la fase de planificación y diseño hidráulico donde destacará la selección del diámetro de tubería en base a criterios hidráulicos y económicos.

La fase de ejecución y la fase de monitoreo serán llevadas en paralelo, la primera detallará el proceso seguido para iniciar y culminar las diferentes tareas de instalación del proyecto, mientras que el monitoreo se enfocará en el control de estas tareas o actividades y su retroalimentación a la ejecución del proyecto y a los interesados. Finalmente, la fase de cierre estará centrada en las pruebas realizadas al proyecto verificando ante el cliente que lo establecido en la propuesta técnica y económica se cumple en la instalación de campo.

La gestión del proyecto de impulsión dará como resultados finales una aducción de 7290 m de longitud mediante la utilización de tubería de 400 mm de PVC en clases adecuadas a la carga hidráulica dentro de la tubería; iniciando con una clase 8 que corresponde a la carga de salida del cabezal de bombeo en el reservorio fuente R1 del proyecto Las Brujas

equivalente a 76.41 m, hasta una clase 4 a la llegada en el reservorio destino R2 en el nuevo proyecto El Puma. El cabezal de bombeo en el reservorio fuente R1 considera un equipo de eje libre con motor eléctrico de alta eficiencia, cuya potencia es de 110 KW; además de instrumentos de control de presión y caudal adicionales.

Por último, se llega la conclusión que el diseñar, ejecutar y evaluar la impulsión de agua con fines de riego garantiza el abastecimiento de los reservorios del nuevo proyecto El Puma generando la oportunidad para el uso de agua.

## **II. INTRODUCCIÓN**

Los primeros meses del año 2015, llega a la zona de Piura la empresa Fegurri S.A.C., empresa de capitales chilenos dedicada al cultivo de uva de mesa para exportación, esta contacta con la empresa Equipos de Riego Corande S.A.C. para la asesoría, diseño y ejecución en sus futuros proyectos de riego. Es así como el primer proyecto se gestiona dando como resultado dos equipos de riego por goteo para una superficie total de 106.43 hectáreas de vid en el fundo que actualmente se conoce como Las Brujas. Para el año 2018 Fegurri compra nuevas tierras y teniendo la experiencia anterior contacta nuevamente con Corande para gestionar su próximo proyecto, el que en su etapa I involucra el abastecimiento de agua con fines de riego, habilitadas las tierras y teniendo el recurso hídrico en el nuevo fundo, se puede ejecutar la etapa II del proyecto que involucra la gestión de equipos de riego para una superficie aproximada de 100.00 hectáreas de vid.

En el presente trabajo se centra en el desarrollo de la etapa I del proyecto, siendo que fue uno de los proyectos cuya gestión se manejó de manera óptima. El desarrollo de cada una de sus fases será enriquecida y complementada con experiencias adquiridas durante el ejercicio de la labor profesional en muchos otros proyectos, donde la aplicación de las competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional permitieron la resolución de problemas y lograr una mejora continua en los procesos de la empresa.

### **2.1. Planteamiento del problema**

#### **2.1.1. Descripción del problema**

El problema principal del nuevo proyecto es la falta de fuentes de agua superficial en la zona. Este es uno de los problemas más recurrentes en nuestro país, el tener extensas áreas cultivables que sin el recurso hídrico y la tecnología necesaria no pueden ser aprovechadas.

### **2.1.2. Formulación del problema**

La fecha de la llegada de plantas desde el vivero para el nuevo fundo marca la pauta para la realización de cronogramas, estableciendo fechas de inicio y fin en cada una de las etapas del proyecto. La etapa I requiere habilitar el recurso hídrico necesario las nuevas áreas, entre las evaluaciones realizadas se plantea dos opciones:

- Realizar perforación de pozos en la zona.
- Realizar el traslado del volumen de agua desde el primer fundo “Las Brujas”

La primera se evalúa y se comienza a realizar las gestiones necesarias para obtener los permisos de perforación y aprovechamiento, así como también el contratar una empresa especialista en el tema para la ejecución de la perforación de pozos. Gestiones realizadas entre los interesados, con la asesoría constante por parte del equipo de Corande S.A.C. Se llega a la conclusión que las fechas en la que los pozos estarían habilitados es muy lejana comparada con la llegada de las plantas y por ende con la fecha de siembra, descartando esta fuente de agua como recurso inicial para el riego de las nuevas áreas; sin embargo, se continua con las gestiones considerando que la habilitación de pozos puede considerarse una fuente de agua a futuro, permitiendo reducir el riesgo de escasez de agua producto de fenómenos o situaciones futuras no previstas.

La segunda alternativa se evalúa y se llega al consenso que realizar una impulsión entre el reservorio existente R1 del fundo “Las Brujas” hasta el reservorio futuro en construcción R2 en el fundo nuevo “El Puma” se convierte en la mejor alternativa. Para su dimensionamiento esta debe considerar el requerimiento hídrico máximo del cultivo.

### **2.2. Justificación**

Planteado esto, es de vital importancia ejecutar la etapa I de abastecimiento con la instalación de una impulsión que sea capaz de proveer del recurso hídrico necesario las nuevas áreas. Con el recurso hídrico disponible se procederá a gestionar la etapa II del proyecto que involucra la instalación de equipos de riego para una superficie total de 100.00 hectáreas aproximadamente de vid antes de la fecha de plantación establecida a Julio 2018. Llegar a los objetivos en la etapa I del proyecto asegura participación para la empresa Corande en la etapa II.



## **III. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo general**

- Diseñar, ejecutar y evaluar una impulsión con fines de riego para el abastecimiento de nuevas áreas de cultivo.

### **3.2. Objetivos específicos**

- Realizar la planificación y diseño hidráulico de la impulsión teniendo en cuenta parámetros técnicos adecuados, las condiciones del terreno y los requerimientos del cliente.
- Realizar la ejecución y control del proyecto administrando de forma óptima los recursos.
- Evaluar el funcionamiento y prestaciones de la red de impulsión verificando que cumpla con los requerimientos considerados inicialmente.

## IV. CUERPO DEL TRABAJO

Para el desarrollo de la monografía “Diseño, ejecución y evaluación de una impulsión de agua con fines de riego para el fundo El Puma- Fegurri- Piura” se considera que la gestión de los proyectos pasa por cinco fases: Inicio, planificación y diseño, ejecución, control y cierre; haciendo énfasis en las tres centrales, el desarrollo de cada una de las cinco fases será enriquecido y complementado con experiencias adquiridas durante el ejercicio de la labor profesional en otros proyectos. En la Figura 1 se presenta los las cinco fases o procesos y el flujo de información de una a otra.



Figura 1: Fases de la gestión de proyectos

Para el desarrollo de la monografía se considerará una impulsión como una línea de conducción que incluye el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, equipos, estructuras y obras de arte encargados de la conducción de agua desde la captación hasta el reservorio o punto de entrega, aprovechando la carga estática existente o un equipo de bombeo para generarla.

### 4.1. Conceptos previos

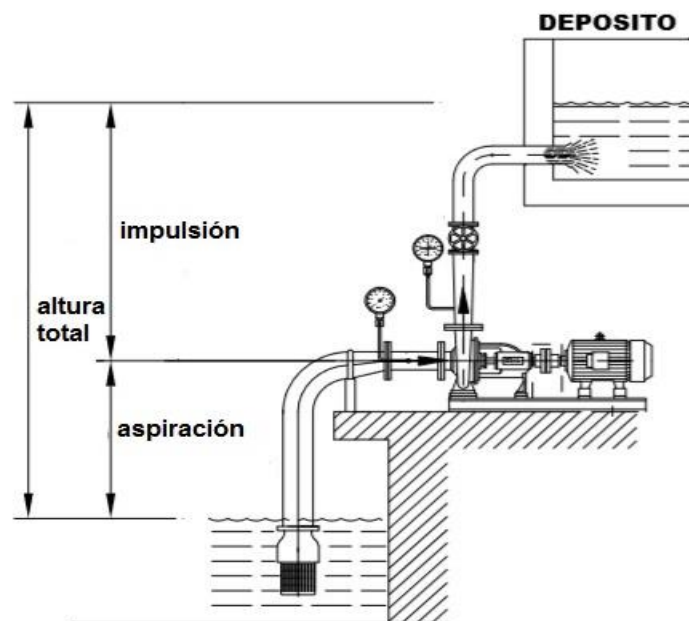
#### 4.1.1. Impulsión de agua

Se considerará una impulsión como una línea de conducción que incluye el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, equipos, estructuras y obras de arte encargados de la conducción de agua desde la captación hasta el reservorio o punto de entrega, aprovechando

la carga estática existente o un equipo de bombeo para generarla.

El concepto de impulsión también puede describirse como una red de abastecimiento de agua construida para captar, impulsar y conducir el agua para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo en un área determinada.

En la Figura 2 se puede observar los principales componentes de una impulsión o red de abastecimiento de agua: fuente de abastecimiento, obra de captación, equipo de bombeo, válvulas de control y regulación, aducción o conducción, reservorio o depósito.



**Figura 2: Componentes de una impulsión o red de abastecimiento de agua**

Fuente: Internet

#### **4.1.2. Componentes de una impulsión de agua**

Se describirá cada uno de los componentes en base a revisión bibliográfica y experiencia acumulada durante la gestión de proyectos de riego presurizado y sistemas de conducción y distribución.

- **Fuente de abastecimiento**

Es el espacio natural o artificial donde una impulsión toma el agua necesaria para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo. Ortiz (2006), indica que un sistema de abastecimiento

de agua puede contar con una o más fuentes de abastecimiento, esto depende de la demanda de agua que se requiera. Considerando dos tipos de fuentes de abastecimiento: superficiales (ríos, arroyos, lagos, lagunas y embalses o presas) y subterráneas (pozos y nacimientos).

En la Figura 3, a manera de ejemplo, podemos visualizar la instalación de una bomba sumergible para un pozo, fuente de abastecimiento subterránea que abastecerá un reservorio.



**Figura 3: Pozo como fuente de abastecimiento subterráneo**

Proyecto 9644 Rapel Pozos AC (2016)

- **Obra de captación**

Ortiz (2006), menciona que una obra de captación es la estructura o grupo de estructuras que nos permiten tomar de manera eficiente el agua de la fuente elegida. En dicha obra deben considerarse ciertos aspectos, independientemente del tipo de fuente, con la finalidad de garantizar un correcto desempeño de esta:

- Evitar el acceso de agua, tierra, hojas u otros objetos en su superficie para prevenir la contaminación del agua captada de la fuente.
- Debe contar con ventilación y algún dispositivo de rebalse, a fin de que una inundación en la captación no dañe algún componente de la red, como por ejemplo el equipo de bombeo.
- El acceso a la obra debe estar restringido para garantizar la seguridad, estabilidad y funcionamiento de esta.

En las Figuras 4 y 5 se logra visualizar una obra de captación adyacente al río Piura. Mostrando los trabajos realizados durante un mantenimiento preventivo en la Figura 4, estado de la captación después del paso del fenómeno del niño y la inundación causada por el río Piura en la Figura 5.



**Figura 4: Obra de captación durante trabajos de mantenimiento preventivo**  
Proyecto 9704 Labarry Operativo (2017)



**Figura 5: Obra de captación, estado después de la inundación causada por el río Piura durante el fenómeno de El Niño del 2017**

Proyecto 9704 Labarry Operativo (2017)

- **Equipo de bombeo**

Según la Organización Panamericana de la Salud, en adelante OPS (2005), las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio. Se instalan equipos de bombeo, los cuales incrementan la energía existente mediante la aplicación de energía externa logrando cumplir con los requerimientos del diseño. Un equipo de bombeo consta de una o varias bombas con sus correspondientes tuberías de succión y descarga, así como las instalaciones civiles y electromecánicas adecuadas para su operación. En la Figura 6 se muestra un equipo de bombeo que toma el agua de un reservorio (fuente de abastecimiento y obra de captación) y la impulsa a través del sistema de conducción.



**Figura 6: Equipo de bombeo con bombas en paralelo**

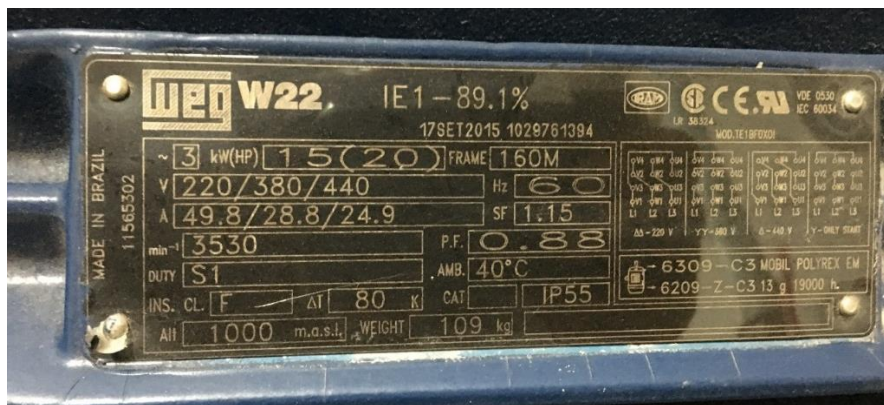
Proyecto 9626 Rapel impulsión R4R5 (2016)

Por su alta eficiencia, son las electrobombas las que tienen un uso más amplio en los sistemas de riego y abastecimiento, estas convierten la energía eléctrica en energía mecánica transfiriéndola al fluido, en este caso agua. Incrementando la energía del agua, aumenta la presión y la velocidad, permitiendo mover el fluido de una zona de mayor presión a una de menor presión. En la Figura 7 podemos apreciar la eficiencia de un motor IE2- 94.7%, convirtiéndolo en un motor de alta eficiencia eléctrica; además de otros parámetros como potencia, voltaje nominal, amperaje, etc. Mientras tanto en la Figura 8 se aprecia la eficiencia de un motor IE1- 89.1% a manera de comparación, notándose como con el tiempo este tipo de componentes se va haciendo más eficientes en el uso de energía.



**Figura 7: Placa de motor de 150 HP para electrobomba**

Proyecto 9793 Fegurri impulsión R1R2 (2018)



**Figura 8: Placa de motor de 20 HP para electrobomba**

Proyecto 9572 Cementerio (2016)

- **Elementos de control y regulación**

Elementos mecánicos o hidráulicos que controlan o regulan parámetros dentro de las tuberías como caudal, presión y velocidad de flujo, generalmente se hace referencia a válvulas. Así tenemos:

- **Válvula mariposa**

Válvula mecánica. Según Ortiz (2006), las válvulas mariposa o compuerta se utilizan en tramos de tuberías con poca presión de flujo para cesar o permitir el paso del agua. Esta regulación se hace manualmente por medio de una palanca o manivela que tiene la válvula. Al cortar el acceso de agua en la red se puede hacer reparaciones en las tuberías o dar mantenimiento a otros componentes de la red.



En la Figura 9 se puede apreciar válvulas mariposa cuyas funciones son (1) corte de tramos de conducción de PVC y (2) evacuar el agua hacia el exterior para realizar reparaciones o mantenimientos.



**Figura 9: Válvulas mariposa de corte y evacuación para reparación y mantenimiento**

Proyecto 9793 Fegurri impulsión R1R2 (2018)

#### - **Válvula check**

Válvula mecánica. Según Ortiz (2006), una válvula check permite que el agua fluya en una sola dirección, se utilizan generalmente para impedir regreso de flujo y proteger elementos del cabezal de bombeo como filtros y bombas principalmente. Así mismo, esta válvula permite reducir el efecto del golpe de ariete en las tuberías al detener las ondas que se generan en sentido contrario al flujo cuando se produce este fenómeno hidráulico.}

En la Figura 10 se logra apreciar una válvula dúo check de la marca Dorot, el prefijo “dúo” hace referencia las dos paletas centrales que se abren en un solo sentido permitiendo el flujo en una sola dirección.



**Figura 10: Válvula dúo check de 8" y 3"**

Proyecto 9566 Pacific Farms (2015)

**- Válvula de aire**

La OPS (2004), menciona que el aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas). Estas válvulas por una parte cumplen una función cinética, es decir expulsa o succiona aire de las tuberías según se prenda o apague el sistema respectivamente, evitando que estas se dilaten o compriman, pudiéndose dañar. Así mismo, cumple una función dinámica, puesto que expulsa el aire retenido en las tuberías mientras la red está operando, no permitiendo que se reduzca el diámetro efectivo por donde pasa el agua.

En la Figura 11 se puede apreciar la instalación de válvulas de aire para una serie de equipos de riego y tuberías de impulsión en un proyecto ejecutado en la zona de Olmos durante el 2015.



**Figura 11: Válvulas de aire o ventosas**

Proyecto 9502 AiB Olmos (2015)

#### - **Tanques hidroneumáticos**

Los tanques hidroneumáticos son recipientes cerrados donde se acumula agua bajo presión. Este almacenamiento da la posibilidad de disponer de una cantidad limitada de agua para distintos usos y además aprovechar la fácil compresión del aire para absorber los picos oscilatorios de presión.

Al ingresar el agua a presión dentro del tanque, el aire confinado dentro se va comprimiendo, dándole lugar al líquido, esto se debe a que el aire por ser un gas tiene sus moléculas más separadas y por ello tiende a comprimirse mucho más fácilmente que el agua. Los tanques poseen una sola boca para el ingreso y egreso de agua. Otros orificios suelen utilizarse para la recuperación de la cámara de aire, controles y/o niveles. Su forma constructiva es normalmente cilíndrica con los extremos semiesféricos. En la Figura 12 se aprecia la instalación de seis tanques hidroneumáticos de 1000 litros de capacidad cada uno para una impulsión en Piura.



**Figura 12: Tanques hidroneumáticos 1000 litros**  
Proyecto 9715 Rapel impulsión 3 R4R5 (2017)

- **Aducción o conducción**

Según Ortiz (2006), las líneas de conducción tienen la función de conducir o llevar el agua captada de la fuente hasta el lugar de su almacenamiento. La conducción puede realizarse de dos maneras, por gravedad o por bombeo, esto depende de las condiciones topográficas del terreno por donde pasara la línea.

El material del cual están fabricados las aducciones varían y depende del tipo de fluido que se va a conducir, los parámetros hidráulicos del fluido, la topografía del terreno, los costos de las tuberías, etc. Los principales materiales son: policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), fibra de vidrio (PRFV o GRP) y un relativamente nuevo material policloruro de vinilo orientado (PVC-O). Así mismo, las aducciones se fabrican con diferentes clases dependiendo de la presión del agua dentro de la tubería. En la Figura 13 se aprecia la instalación de ocho líneas de conducción en tubería de PVC de diámetro 400 mm.



**Figura 13: Instalación de aducciones de 400 mm**  
Proyecto 9714 Impulsión R1R8 Etapa 1 (2017)

- **Reservorio o deposito**

Según la OPS (2004), el reservorio es la instalación destinada al almacenamiento de agua para mantener el normal abastecimiento durante el día, con fin de garantizar un suministro continuo. Así mismo, los reservorios sirven como grandes desarenadores empleados para decantar de manera natural todos aquellos sólidos suspendidos (arenas, limos, etc.) que contiene el agua y que pueden obstruir los diferentes componentes de los sistemas de riego. En la Figura 14 se muestra un reservorio de gran capacidad utilizado para el almacenamiento y como desarenador.



**Figura 14: Reservorio de almacenamiento de 300 000 metros cúbicos**  
Proyecto 9579 Reservorio R6

En algunos casos los reservorios tienen construidos en su entrada desarenadores para decantar las arenas que contiene el agua que ingresa a estos. De esta forma la colmatación de arenas en la base del reservorio se reduce, permitiendo que los mantenimientos se realicen en un intervalo de tiempo más largo que tendrá como consecuencia un menor costo operativo. También se puede considerar, como se observa en la Figura 15, la construcción de una cámara ahogada o rompe presión adyacente al reservorio donde las impulsiones entregan el caudal necesario y liberan cualquier presión excedente para ingresar al reservorio en forma suave sin perjudicar la estructura ni el revestimiento.



**Figura 15: Cámara ahogada o rompe presión adyacente al reservorio**

Proyecto Ipesa Hydro Arandano12 (2019)

Los reservorios generalmente se construyen de pirámide trunca invertida y en algunos casos simplemente se adaptan a las condiciones del terreno previo tratamiento de este (perfilado), estos se recubren con geomembranas para impedir que el agua se filtre en el terreno. Los reservorios tienen una toma por donde el agua almacenada ingresa a una cámara seca, que vendría a ser la estructura donde se instalan los equipos de bombeo de los sistemas de riego para succionar el agua e impulsarla a las áreas de cultivo.

- **Medidor de caudal**

El control del volumen de agua en las fuentes de abastecimiento es un requisito obligatorio, por ende, toda impulsión que aproveche directamente el agua de una fuente debe tener un medidor de caudal y volumen acumulado para las auditorías realizadas por la institución

respectiva, pública o privada.

En el mercado podemos encontrar diversos tipos de medidores de caudal, mecánicos y electromecánicos por mencionar algunos, la elección del tipo de medidor está en base a la calidad de agua de la fuente o la calidad de agua resultante luego de un proceso de filtración. En la Figura 17 se observa un medidor de caudal de 16" Electromagnético fijo, en el mercado también podemos encontrar medidores electromagnéticos portables.



**Figura 17: Medidor de caudal electromagnético de 16" (400 mm)**

Proyecto 9746 Sifón Rb1 Rb2 R (2018)

- **Tablero eléctrico**

Los tableros eléctricos son los encargados de proteger los componentes de mando y de control de cualquier sistema eléctrico desde un circuito básico en un hogar hasta el de una maquina industrial. En estos se puede concentrar los dispositivos de conexión, maniobra, protección, etc. que permitan que una instalación eléctrica funcione en óptimas condiciones. Los tableros eléctricos deben cumplir con una serie de normas que garantice el funcionamiento adecuado y el suministro de energía correcto. Así, con un flujo correcto de distribución de energía se puede asegurar la seguridad de las instalaciones que presenten un tablero industrial. Para el caso de sistemas de riego e impulsiones de agua, la utilización de tableros eléctricos de arranque directo, estrella- triangulo, soft-starter o el más recomendado

en potencias arriba de los 15 HP, un tablero variador de velocidad, este último se muestra en la Figura 18.



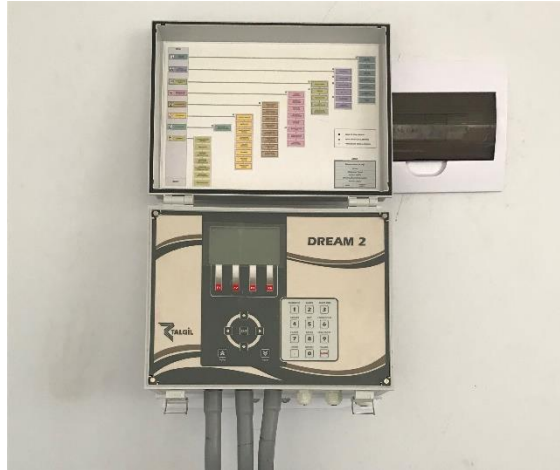
**Figura 18: Tablero variador de velocidad de 50 HP**

Proyecto Techidra Garden, evaluación de infraestructura hidráulica de riego en Agrícola Don Ricardo (2020)

- **Automatización**

Los procesos de automatización en el sector agrícola también se están incorporando en los sistemas de riego presurizado y sistemas de abastecimiento de agua, permitiendo que los equipos puedan ser operados desde controladores de riego y sensores especialmente diseñados para esta tarea, todos estos conectados a la nube y de fácil acceso desde cualquier dispositivo con acceso a internet. En la Figura 19 se muestra el controlador de riego Dream 2 de la marca Talgil, utilizado para controlar sistemas de riego e impulsiones.





**Figura 19: Controlador de riego Dream 2 de Talgil**

#### **4.2. Lugar**

La etapa I del proyecto se desarrollará entre los fundos “El Puma” y “Las Brujas”, propiedad de Fegurri S.A.C ubicados en el kilómetro 981 de la Panamericana Norte, Distrito de Cura Mori, Región Piura. En la Figura 20 se muestra la ubicación del proyecto.



**Figura 20: Ubicación del proyecto**

Fuente: Google Earth.

### **4.3. Fase de iniciación**

En esta fase se recopilará información de campo para su posterior uso en la etapa de planificación y diseño hidráulico, se logrará también a su finalización una concepción clara del proyecto a realizar de acuerdo con los requerimientos del cliente.

#### **4.3.1. Recopilación de datos**

La recopilación de información comenzará en la zona del proyecto en coordinación directa con el cliente y demás interesados, para el caso de la impulsión los principales datos a recopilar serán:

- **Requerimiento hídrico del cultivo para las futuras áreas**

Según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (2017), La demanda de agua de la uva de mesa o su evapotranspiración (Etc) depende tanto de factores climáticos como propios de la planta, tales como el grado de desarrollo vegetativo y cubrimiento del suelo, que dependen tanto del vigor de la planta como del sistema de conducción. La estimación de la Etc se puede obtener a partir de la Ecuación 1.

$$ETc = Eto * Kc \dots (1)$$

Donde la Eto representa la demanda evaporativa de la atmósfera o evapotranspiración de referencia y, Kc corresponde al coeficiente de cultivo. La Eto se puede obtener a partir de información local, por ejemplo, en evaporímetros de bandeja clase A; mientras que el Kc refleja las características propias de la especie vegetal que afectan el consumo de agua, tales como la arquitectura de la planta, el área foliar, la cantidad y grado de apertura de las estomas. Generalmente, en uva de mesa, se relaciona Kc con diferentes estados fenológicos. Todo el estudio para determinar los requerimientos hídricos del cultivo es realizado por el asesor agronómico, este es el que fija el valor de lámina de reposición diaria máxima en 9mm equivalente a 90 m<sup>3</sup>/ha. En los proyectos del sector privado desarrollados con la empresa Corande, la parte agronómica es manejada por el cliente y un asesor externo experto en el manejo del cultivo en la zona, sin embargo, a continuación, se realiza una estimación para la obtención de este valor a partir del Eto y Kc, para el primero tomando como base las condiciones climáticas en el programa Cropwat como se muestra en la Figura 21.

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled

País  Estación

Altitud  m. Latitud  °S Longitud  °W

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m <sup>2</sup> /día	mm/día
Enero	17.8	36.6	80	16	12.4	28.7	5.69
Febrero	20.5	37.8	92	13	12.5	29.4	6.31
Marzo	21.2	36.5	83	13	12.1	28.5	5.96
Abril	20.5	35.6	59	17	12.0	27.0	5.12
Mayo	19.0	34.0	38	19	11.9	24.9	4.11
Junio	16.9	33.8	22	21	11.9	23.8	3.45
Julio	14.8	33.2	15	21	11.9	24.3	3.28
Agosto	15.4	32.2	11	22	11.8	25.8	3.47
Septiembre	16.4	35.0	12	22	12.0	27.7	4.04
Octubre	18.1	32.6	16	20	12.0	28.3	4.34
Noviembre	13.7	33.0	27	19	12.0	28.1	4.42
Diciembre	17.0	34.8	54	18	12.5	28.6	5.07
<b>Promedio</b>	<b>17.6</b>	<b>34.6</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>12.1</b>	<b>27.1</b>	<b>4.60</b>

**Figura 21: Cálculo de la evapotranspiración de referencia con Cropwat**

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI, estación San Miguel, Piura.

Siendo el coeficiente del cultivo variable, para las condiciones de Piura se estima que el Kc alcanza valores de entre 0.60 y 1.20. Para la estimación de los requerimientos hídricos de las nuevas áreas se considerará el valor mayor tanto del Eto (6.31) como del Kc (1.20), obteniendo finalmente un valor de 7.57 mm/día, sin embargo hay que considerar que el cálculo de la Eto se basa en promedios mensuales, por ende para el cálculo de la lámina final es recomendable considerar un margen que para el caso del proyecto es de 20% sobre los 7.57 mm/día, alcanzando un valor de 9.00 mm/día como lamina final.

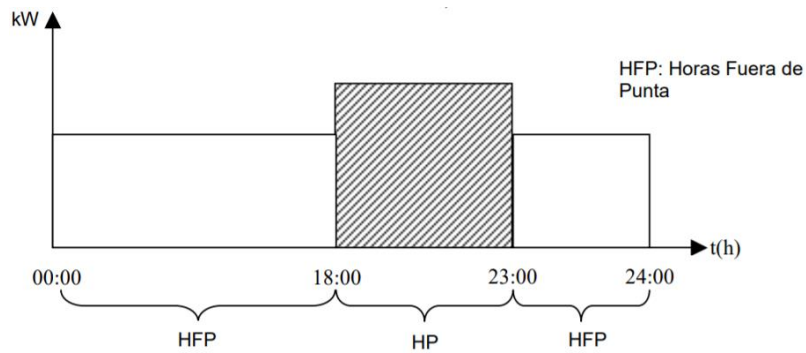
- **Horas máximas de operación para equipos de bombeo**

Por una cuestión de eficiencia y ahorro energético, se restringen el número de horas de funcionamiento al día en los fondos, evitando las horas punta donde la tarifa por unidad de energía es más elevada. Para el caso del proyecto se fijó este valor en 16 horas, controladas en dos turnos de 8 horas cada uno. Según el Ministerio de Energía y Minas:

- Horas Punta (HP): periodo comprendido entre las 18:00 horas a 23:00 horas de cada día del año.
- Horas Fuera de Punta (HFP): resto de horas del día no comprendidas en las horas de

punta (HP).

En la Figura 22 se muestra la distribución de horas punta (HP) y horas fuera de punta (HFP).



**Figura 22: Distribución de horas punta (HP) y horas fuera de punta (HFP)**

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Teniendo en cuenta que el abastecimiento de energía contratado por las empresas agrícolas como Fegurri S.A.C. es en media tensión, las tarifas en hora punta y fuera de hora punta varían según lo expresado en el Tabla 1.

**Tabla 1: Tarifas energéticas para Piura en Media Tensión (MT)**

	MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
<b>TARIFA MT2:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	11.54
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	25.47
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	20.93
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	66.57
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	10.83
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	13.91
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.57
<b>TARIFA MT3:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	9.55
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	25.47
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	20.93
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	58.89
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	36.90
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	12.38
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12.95
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.57
<b>TARIFA MT4:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	9.55
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	22.03
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	58.89
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	36.90
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	12.38
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12.95
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.57

Fuente: Organismo Supervisor de la inversión en Energía y Minería, Pliego Piura, Empresa Electronoroeste

- **Levantamiento topográfico de las zonas de influencia**

Previo a comenzar con el diseño hidráulico de la impulsión se realizará el levantamiento topográfico del área, el levantamiento deberá mostrar límites y caminos de acceso, en base a esto plantear la planificación de la impulsión futura. Partiendo de un fundo existente “Las Brujas” con caminos y espacios ya definidos y terminando en un fundo nuevo “El Puma” que cuenta con un solo camino de acceso, el trazo de la impulsión permite poca variación como se muestra en el Figura 23.

Para el levantamiento topográfico a curvas de nivel se exige como resultado un plano con curvas cada 0.5 metros o máximo 1.0 metros para tener un análisis más preciso durante el diseño, además se debe obtener el perfil longitudinal del trazo lo cual permitirá visualizar a

detalle la topografía del terreno por donde pasaran las aducciones de la red de abastecimiento. Un detalle a importante a considerar es que el trazo de la impulsión cruzara la vía terrestre Panamericana Norte (PE-1N), los permisos y forma de cruzarla serán responsabilidad del cliente.

- **El área total y el área neta aprovechable.**

Dato importante por definir posterior al levantamiento topográfico, el cual permitirá definir exactamente el área neta para la siembra del cultivo. Para el caso del proyecto se estima tener un valor aproximado a 100.00 hectáreas.

- **Energía eléctrica en la zona.**

El fundo “Las Brujas” donde se ubica la fuente de abastecimiento Reservorio R1 cuenta con energía trifásica en 440 voltios y monofásica 220 voltios en el cabezal donde estará el equipo de bombeo y tableros eléctricos de control.

#### **4.3.2. Evaluación de calidad de agua**

Para la evaluación de calidad de agua y para el diseño se considera como fuente de agua, el reservorio R1 del fundo “Las Brujas”, reservorio con una capacidad de 152000 metros cúbicos aproximadamente que se abastece de un canal cercano mediante un sistema mixto de gravedad y bombeo como se muestra en la Figura 23. Los planos del reservorio y sistema de abastecimiento mixto se muestran en el Anexo 9 y Anexo 10.

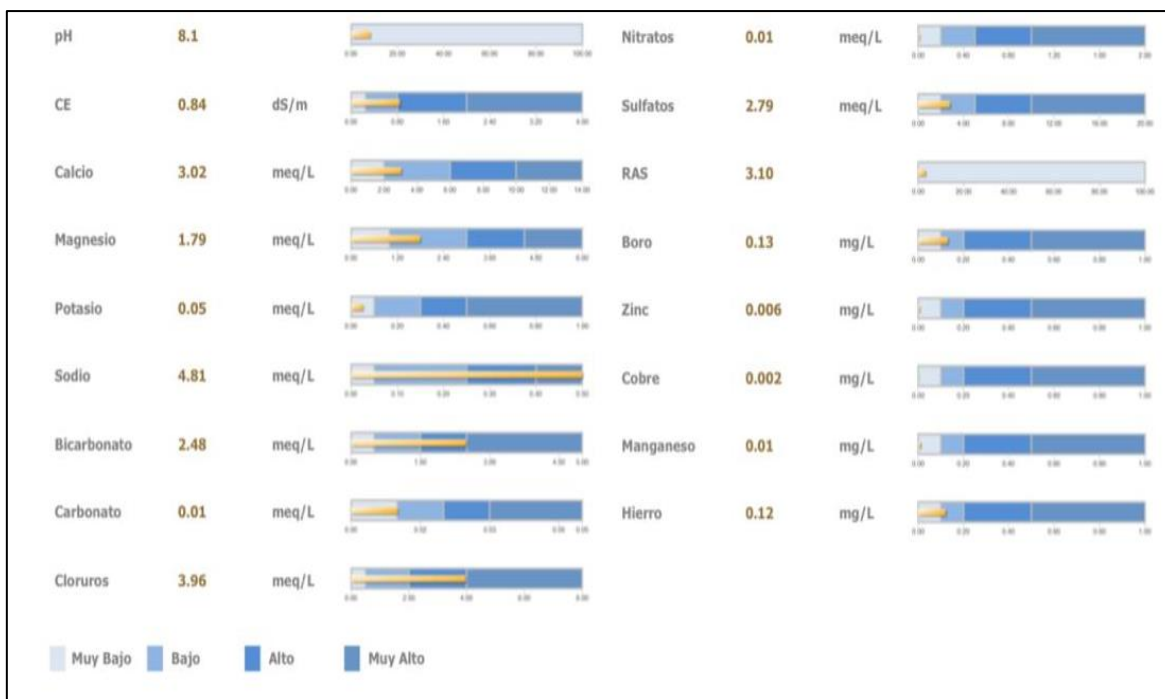


**Figura 23: Sistema mixto de llenado del reservorio (gravedad/bombeo)**  
Proyecto 9534 Fegurri 12 Llenado del reservorio (2015)

Los parámetros de la evaluación de calidad de agua se muestran en la Figura 24. Según Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM (2015), en el Perú los estándares de calidad ambiental (ECA) de agua deben fijarse en función a las categorías determinadas en relación con el uso que se le va a dar al cuerpo natural de agua, ubicándose el agua para con fines de riego en la categoría 3, subcategoría D1 Riego de cultivos de tallo alto y bajo.

En base a la clasificación, a los parámetros permisibles según el DS N° 015-2015- MINAM y a la evaluación de calidad de agua presentada en la Figura 24, se determina que el agua de la fuente de abastecimiento de la impulsión es apta para aprovecharse con fines de riego agrícola.





**Figura 24: Evaluación de calidad de agua**

Fuente. Fegurri S.A.C.

### 4.3.3. Entregable de la fase de iniciación

Finalizada la fase de planificación y diseño, se deberán tener los siguientes entregables para iniciar con la fase de ejecución:

- Recopilación de datos plasmada en formatos estandarizados.
- Concepción inicial para la Impulsión R1-R2:

La impulsión conducirá agua del fundo “Las Brujas” desde el reservorio R1 y reservorio futuro R0 hasta el Fundo “El Puma” a su reservorio R2, con un caudal suficiente para cubrir las necesidades hídricas del cultivo en las áreas futuras según los parámetros entregados por parte del asesor agronómico y el levantamiento topográfico brinde, a través de un equipo de bombeo que trabaje según la restricción de horas establecida, una tubería de PVC que haga eficiente el uso de energía, válvulas, cableado eléctrico y accesorios de conexión.

Se debe considerar que los primeros 3 años el caudal que circulará por la tubería de conducción de la impulsión solo responderá a un requerimiento de 57.5 m<sup>3</sup>/ha aportados desde el reservorio R1; a partir del año 4 el caudal que circulará por la tubería responderá al requerimiento final de 90 m<sup>3</sup>/ha, el caudal adicional para alcanzar el requerimiento final será

suministrado desde el reservorio futuro R0.

La longitud total de esta impulsión es de 7 290 metros, con tuberías de PVC en diferentes clases. Además, se ha considerado válvulas de aire cada 200 metros aproximadamente, como también un cableado eléctrico en toda la longitud para el apagado automático, en caso se llene el reservorio de destino R2.

El centro de control ubicado en el R1 deberá considerar un equipo de bombeo para la presión y caudal requeridos los primeros 3 años (P1 y Q1), a partir del año 4 el reservorio futuro R0 aportará caudal a la línea de conducción, por ende los requerimientos de presión para el equipo de bombeo del R1 aumentaran manteniéndose el caudal que este aporta (P2 y Q1), se deberá lograr este aumento de presión mediante el aumento del diámetro del impulsor de este equipo. Según el requerimiento del cliente, la bomba y motor deberán estar dimensionados para los requerimientos finales, es decir para los requerimientos a partir del año 4. Se resumen estos datos a continuación en la Tabla 2.

**Tabla 2: Resumen de requerimientos y aportes por centro de control**

	Años 1, 2, 3	Años 4, 5, 6, etc.	
<b>Requerimiento (m3/ha)</b>	<b>57.5</b>	<b>90</b>	
<b>Aportes</b>	<b>57.5</b>	<b>57.5</b>	<b>+32.5</b>
<b>Centro control</b>	<b>R1</b>	<b>R1</b>	<b>R0</b>
<b>Caudal</b>	<b>Q1</b>	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>
<b>Presión</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P2 aprox.</b>
<b>Observaciones:</b>			
a) <b>P2 &gt; P1</b>			
b) <b>Caudal final de diseño para conducción Q1 + Q2</b>			

Además, el centro de control deberá tener un sistema de protección para amortiguar los golpes de ariete. En la Figura 25 se resume en un esquema la concepción final para el proyecto:

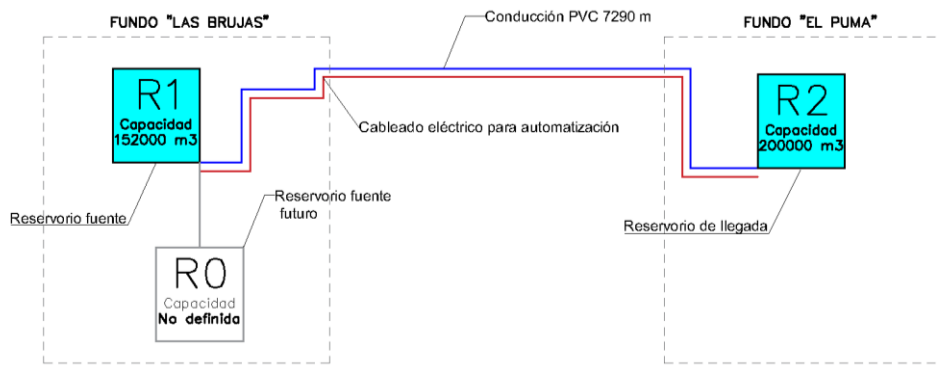


Figura 25: Esquema hidráulico del proyecto

#### 4.3.4. Aportes profesionales en la fase de iniciación

Para la fase de iniciación, las competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional permiten participar en cada una de las tareas de esta fase. Tener presente la relación suelo, agua y planta permite entender los requerimientos hídricos tan elevados; el comprender que no solo es importante realizar manejo y consumo óptimo del recurso hídrico sino también del energético, permitió entender el porqué de las restricciones de uso a algunas horas del día de los equipos eléctricos en la industria; los conocimientos de topografía impartidos durante la etapa universitaria permitieron controlar los equipos y técnicos encargados del levantamiento topográfico, las tareas de nivelación, corte y relleno.

#### 4.4. Fase de planificación y diseño hidráulico

El diseño hidráulico de una red de abastecimiento para fines de riego parte de la obtención del caudal necesario para cubrir las necesidades del cultivo en el proyecto, datos necesarios para determinar este valor son la demanda hídrica del cultivo, la extensión o área del proyecto y la disponibilidad de horas para el funcionamiento del equipo de abastecimiento. Obtenido el caudal se procede al dimensionamiento de la tubería de conducción, detallando sus características (material usado, diámetros interno y externo, espesor y clase directamente relacionados, longitud de tramos con características similares, entre otras); datos necesarios para determinar estas características son el caudal de diseño y la variación topográfica del terreno expresados en un plano.

Cabe mencionar que cualquier diseño debe partir del análisis de la calidad de agua y la confirmación de que esta es apta para fines de riego en el tipo de cultivo en el que se va a aplicar. Por ende, el diseño hidráulico en la fase de planificación de un proyecto debe contar

con la siguiente información:

- Demanda hídrica del cultivo.
- Extensión o área del cultivo.
- Horas disponibles de funcionamiento.
- Plano topográfico.
- Calidad de agua.

El cálculo y dimensionamiento hidráulico para la obtención de las características totales de la tubería se fundamenta en el cálculo de velocidades de flujo, pérdidas de carga (rozamiento, singularidades y cabezal), desnivel topográfico y presiones dentro de la tubería reflejadas por el gradiente hidráulico.

#### 4.4.1. Cálculo del caudal de diseño

Es el caudal máximo que será bombeado desde la fuente hasta el punto de entrega o almacenamiento, este debe relacionarse al requerimiento máximo del cultivo representado por la lámina de riego máxima diaria (mm/ha).

En proyectos privados el dato del requerimiento hídrico máximo del cultivo es brindado por el asesor agronómico, el área y las horas máximas de operación son brindadas por el cliente con el apoyo de los demás interesados, con estos datos se puede realizar el cálculo del caudal de diseño para la impulsión. En la Ecuación 2 se muestra el cálculo para obtener el caudal de diseño.

$$Q = \frac{\text{Demanda cultivo} \times \text{Área}}{\text{Horas de impulsión}} \dots (2)$$

Donde

Q	:	caudal de diseño (m <sup>3</sup> /h)
Demanda cultivo	:	Requerimiento hídrico del cultivo (m <sup>3</sup> /ha)
Área	:	extensión del proyecto (ha)
Horas de impulsión	:	horas de funcionamiento diario del equipo (h)

En la Tabla 3 se presenta el cálculo del caudal final de diseño en base a los datos obtenidos en la fase de iniciación, este caudal será aportado desde los reservorios R1 y R0 (futuro).

**Tabla 3: Calculo de caudal de diseño final**

<b>Demanda del cultivo</b>	<b>(m3/ha)</b>	<b>90.00</b>
<b>Área</b>	<b>ha</b>	<b>100.19</b>
<b>Horas</b>	<b>h</b>	<b>16.00</b>
<b>Caudal</b>	<b>m3/h</b>	<b>594.00</b>

Sin embargo, en la concepción del proyecto se menciona que los primeros 3 años el caudal que pasará por la conducción responderá una demanda menor del cultivo que asciende a 57.5 m3/ha, caudal que será bombeado desde el centro de control del reservorio R1. En la Tabla 4 se presenta el cálculo con estos datos:

**Tabla 4: Calculo del caudal de diseño para 3 primeros años**

<b>Demanda del cultivo</b>	<b>(m3/ha)</b>	<b>57.50</b>
<b>Área</b>	<b>ha</b>	<b>100.19</b>
<b>Horas</b>	<b>h</b>	<b>16.00</b>
<b>Caudal</b>	<b>m3/h</b>	<b>360.00</b>

Por ende, el caudal de diseño final será 594.00 m3/h, este se utilizará como base para el dimensionamiento de la conducción de PVC de la impulsión y de los equipos de protección contra el golpe de ariete. Por otro lado, para el dimensionamiento y cálculo de los equipos del centro de control del reservorio R1 se utilizará el caudal de 360 m3/h, teniendo las consideraciones por la presión inicial (3 primeros años) y la presión final (a partir del año 4), estas presiones serán calculadas en capítulos posteriores.

#### **4.4.2. Cálculo de la velocidad de flujo en conducción**

Es la velocidad media de flujo, para los estándares del área de diseño de la empresa Equipos de Riego Corande S.A.C. se considera óptimas velocidades entre 1.2 y 2.5 m/s para la ruta crítica en tuberías de conducción en sistemas de riego; para impulsiones se puede considerar valores entre 1.5 y 2.1 m/s. Las restricciones de velocidad no solo se relacionan a la pérdida de carga generada por rozamiento en la tubería, sino también a la capacidad del material para soportar el golpe de ariete producto de una detención o parada brusca en el sistema, siendo que el golpe de ariete será directamente proporcional a la velocidad de flujo. El cálculo de este fenómeno será realizado en capítulos posteriores ya que se requiere de datos adicionales además de la velocidad, datos de la impulsión y su instalación.

Partiendo de la ecuación que relaciona el caudal, el área y la velocidad (Ecuación 3) despejamos velocidad en función del caudal y diámetro interno de la tubería (Ecuación 4), teniendo el caudal de diseño podemos evaluar diámetros comerciales eligiendo los que nos permitan obtener velocidades dentro de los rangos antes mencionados.

$$Q = \frac{V \cdot A}{3600} \dots (3)$$

$$V = \frac{Q}{900\pi \cdot d^2} \dots (4)$$

Donde

Q	:	caudal (m <sup>3</sup> /h)
V	:	velocidad de flujo (m/s)
A	:	área o sección de tubería
d	:	diámetro de tubería (m)

En la Tabla 5 se presenta un cálculo de la velocidad de flujo en base al caudal de diseño obtenido en el punto anterior:

**Tabla 5: Cálculo y evaluación de velocidades de flujo**

Caudal	Diámetro comercial	Diámetro interno	Espesor	Clase	Material	Velocidad	Observación
(m <sup>3</sup> /h)	(mm)	(mm)	(mm)	(-)	-	m/s	-
594.00	250.00	230.80	9.60	8	PVC	3.90	Velocidad alta
594.00	315.00	290.80	12.10	8	PVC	2.50	Velocidad alta
594.00	355.00	327.80	13.60	8	PVC	2.00	Ok
594.00	400.00	369.40	15.30	8	PVC	1.60	Ok
594.00	450.00	415.60	17.20	9	PVC	1.30	Velocidad baja
594.00	500.00	461.80	19.10	10	PVC	1.00	Velocidad baja

Fuente: Elaboración propia en base a tablas de datos técnicos de fabricantes (Ver Anexo 1)

#### 4.4.3. Cálculo de la pérdida de carga total y unitaria por rozamiento (H<sub>f</sub> & J)

Según el Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (2020), la predicción correcta de las pérdidas de carga se consideran un factor importante en el cálculo hidráulico de proyectos, una de las fórmulas exponenciales más populares es la de Hazen- Williams, utilizada desde 1902, se ha convertido en una herramienta importante en manos de diseñadores de redes hidráulicas. Sin embargo, a pesar de ser una de las ecuaciones más populares para el diseño y análisis de los sistemas de agua, su uso debe estar limitado a los

siguientes criterios:

- Flujo de agua en conductos mayores a 50.8 mm y menores de 1828.8 mm de diámetro.
- Utilizarla para valores de velocidad de circulación menores a 3.05 m/s.
- Valido solamente para agua que fluye en temperaturas ordinarias de entre 5°C y 25°C, siendo un valor óptimo de utilización en función de la temperatura los 15°C.

El no considerar estas restricciones podría dar como resultado errores en los valores estimados de las pérdidas de carga. Siendo que para nuestras las condiciones de cálculo de nuestro proyecto se cumplen las restricciones, se utiliza la fórmula de Hazen- William para obtener la perdida de carga por fricción en la conducción de PVC.

La Ecuación 5 corresponde a la fórmula de Hazen- Williams, modificando esta con la relación de la Ecuación 6, obtenemos la Ecuación 7 correspondiente al cálculo de la perdida de carga unitaria por rozamiento. Según Pizarro (1996), indica que la perdida de carga unitaria no tiene dimensiones y se puede expresar en tanto por uno (m/m) o en tanto por 100 (m/100 m). Generalmente se expresa en porcentaje.

$$hf = \frac{1.2117 * 10^{10} * L * q^{1.852}}{d^{4.87} * C_{HW}^{1.852}} \dots (5)$$

$$J = \frac{Hf}{L} \dots (6)$$

$$J = \frac{1.2117 * 10^{10} * q^{1.852}}{d^{4.87} * C_{HW}^{1.852}} \dots (7)$$

Donde:

Hf	:	perdida de carga debido al rozamiento (m)
J	:	perdida de carga unitaria (-)
C	:	factor de fricción de Hazen- Williams (-)
L	:	longitud de la tubería (m)
d	:	diámetro interno (mm)
q	:	caudal de agua en la tubería (l/s)

En la Tabla 6 se presentan los valores del coeficiente de Hazen- William para diferentes materiales:

**Tabla 6: Valores del coeficiente C de Hazen - Williams**

<b>MATERIAL</b>	<b>C</b>
Acero galvanizado	125
Acero soldado, tubos nuevos	130
Acero soldado, tubos en uso	90
Fierro fundido, nuevos	130
Fierro fundido, después de 15 a 20 años	100
Fierro fundido, gastado	90
PVC	140
Concreto, con buena terminación	130
Concreto, con terminación común	120

Fuente: Manual de hidráulica, Azevedo Netto

En la Tabla 7 se presenta el cálculo de la pérdida de carga unitaria (J) y pérdida de carga total (Hf) para el recorrido de la impulsión considerando el caudal final de diseño.

**Tabla 7: Cálculo de pérdida de carga unitaria y total para diámetros preseleccionados**

<b>Caudal</b>	<b>Diámetro comercial</b>	<b>Diámetro interno</b>	<b>Material</b>	<b>Factor Fricción</b>	<b>Velocidad</b>	<b>J%</b>	<b><math>\Sigma H_f</math></b>
<b>(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>-</b>	<b>(-)</b>	<b>m/s</b>	<b>(%)</b>	<b>(m)</b>
594.00	250.00	230.80	PVC	140.00	3.90	5.11%	372.57
594.00	315.00	290.80	PVC	140.00	2.50	1.66%	120.91
594.00	355.00	327.80	PVC	140.00	2.00	0.93%	67.48
594.00	400.00	369.40	PVC	140.00	1.50	0.52%	37.71
594.00	450.00	415.60	PVC	140.00	1.20	0.29%	21.24
594.00	500.00	461.80	PVC	140.00	1.00	0.17%	12.71

Fuente: Elaboración propia en base a tablas de datos técnicos de fabricantes (Ver Anexo 1)

También se realiza el cálculo de la pérdida de carga unitaria (J) y la pérdida de carga total (Hf) para el recorrido de la impulsión considerando el caudal para los 3 primeros años. Los cálculos se muestran en la Tabla 8:



**Tabla 8: Cálculo de pérdida de carga unitaria y total para caudal inicial**

Caudal	Diámetro comercial	Diámetro interno	Material	Factor Fricción	Velocidad	J%	ΣHf
(m <sup>3</sup> /h)	(mm)	(mm)	-	(-)	m/s	(%)	(m)
360.00	250.00	230.80	PVC	150.00	2.40	1.78%	129.70
360.00	315.00	290.80	PVC	140.00	1.60	0.66%	47.83
360.00	355.00	327.80	PVC	141.00	1.20	0.36%	26.34
360.00	400.00	369.40	PVC	142.00	1.00	0.20%	14.53
360.00	450.00	415.60	PVC	143.00	0.80	0.11%	8.08
360.00	500.00	461.80	PVC	144.00	0.60	0.07%	4.77

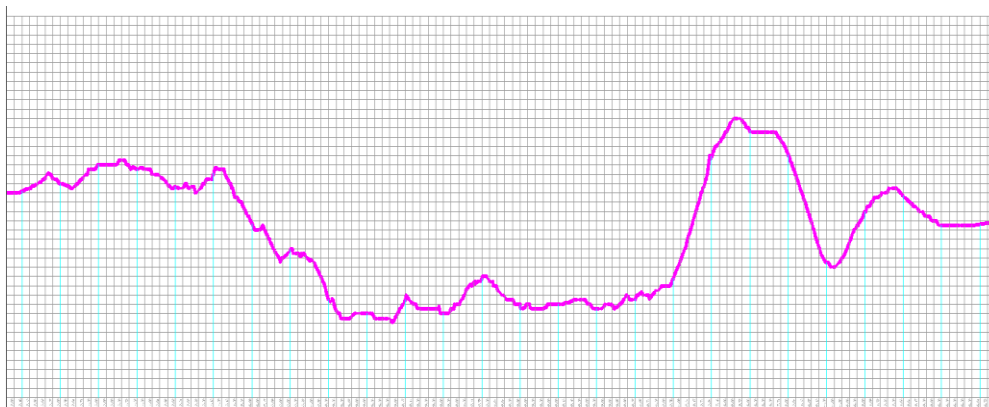
Fuente: Elaboración propia en base a tablas de datos técnicos de fabricantes (Ver Anexo 1)

#### 4.4.4. Desnivel

Representado por la diferencia de cotas entre el punto final y el inicial, es decir la diferencia de sus elevaciones. Para caso de cálculos y análisis un valor positivo indica que la tubería tiene una pendiente positiva, generando pérdidas de carga pues se debe ejercer una presión igual al desnivel para elevar la columna de agua hasta el nivel superior, por el contrario, un valor negativo indica que la tubería tiene una pendiente negativa, generando una ganancia de presión en el sistema.

$$\text{Desnivel (m)} = \text{Cota final (m)} - \text{Cota inicial (m)}$$

El trazo de la impulsión estará restringido principalmente a caminos de acceso que conectan ambos fondos, teniendo un relieve bastante accidentado como se muestra en la Figura 26.



**Figura 26: Corte longitudinal de trazo de impulsión entre las progresivas 2+400 y 4+900**

Finalmente se obtiene una diferencia de 29.0 metros en el recorrido comprando las cotas inicial y final como se muestra en la Tabla 9:

**Tabla 9: Cálculo del desnivel topográfico**

<b>Cota inicial</b>	<b>0+000</b>	<b>m</b>	<b>26.50</b>
<b>Cota final</b>	<b>0+7290</b>	<b>m</b>	<b>55.50</b>
<b>Desnivel</b>	<b>-</b>	<b>m</b>	<b>29.00</b>

Antes de continuar con los cálculos a detalle de pérdidas de carga por singularidades (Hs), pérdidas de carga en el cabezal (Hb), cálculo de presión total del sistema (Ht) y presión en la tubería (P), necesitamos realizar un análisis de los diámetros de tubería evaluados en la Tabla 5 y la Tabla 7, combinando el criterio de velocidades con el criterio energético para la elección del diámetro de diseño final para la tubería de conducción.

#### 4.4.5. Análisis energético por diámetros

El proceso para este análisis será el siguiente:

- Se realizará el cálculo rápido de la altura total del sistema (Ht) para diferentes diámetros; ya habiendo calculado la pérdida de carga por fricción (Hf) y el desnivel, consideraremos que las pérdidas de carga por singularidades (Hs) y pérdidas en cabezal (Hb) ascienden al 10% de las pérdidas por fricción (Hf). Esto se resume en la Tabla 10:

**Tabla 10: Estimación de presión total del sistema (Ht)**

<b>Diámetro comercial</b>	<b>Velocidad</b>	$\Sigma H_f$	<b>Desnivel</b>	<b>Hs+Hb (10% Hf)</b>	<b>Ht</b>
<b>(mm)</b>	<b>m/s</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
<b>250.00</b>	<b>3.90</b>	<b>372.57</b>	<b>30.00</b>	<b>37.26</b>	<b>439.83</b>
<b>315.00</b>	<b>2.50</b>	<b>120.91</b>	<b>30.00</b>	<b>12.09</b>	<b>163.00</b>
<b>355.00</b>	<b>2.00</b>	<b>67.48</b>	<b>30.00</b>	<b>6.75</b>	<b>104.22</b>
<b>400.00</b>	<b>1.50</b>	<b>37.71</b>	<b>30.00</b>	<b>3.77</b>	<b>71.48</b>
<b>450.00</b>	<b>1.20</b>	<b>21.24</b>	<b>30.00</b>	<b>2.12</b>	<b>53.37</b>
<b>500.00</b>	<b>1.00</b>	<b>12.71</b>	<b>30.00</b>	<b>1.27</b>	<b>43.99</b>

- Con la altura total del sistema y el caudal de diseño final ascendente a 594 m<sup>3</sup>/h, se estimará la potencia del motor a utilizar según la Ecuación 8:

$$P = \frac{Q \times H}{75 \times n} \dots (8)$$

Donde:

- P : potencia (Hp)  
 Q : caudal de la impulsión (l/s)  
 H : presión total del sistema (m)  
 n : eficiencia del motor (considerar 95%)

Luego, tomando como referencia las tarifas energéticas de la Tabla 1, se estimará el costo mensual, esto se expresa en la Tabla 11:

**Tabla 11: Cálculo de gasto mensual en energía**

<b>Diámetro comercial</b> (mm)	<b>Potencias</b> (Hp)	<b>Horas uso día</b> (h/d)	<b>Costo</b> (S./Kw.h)	<b>Costo diario</b> (soles)	<b>Costo mensual</b> (soles)
250.00	1018.55	16.00	20.93	S/254,353.14	S/7,630,594.33
315.00	377.48	16.00	20.93	S/94,263.72	S/2,827,911.55
355.00	241.36	16.00	20.93	S/60,272.83	S/1,808,184.92
400.00	165.54	16.00	20.93	S/41,337.55	S/1,240,126.43
450.00	123.59	16.00	20.93	S/30,862.37	S/925,870.95
500.00	101.86	16.00	20.93	S/25,436.65	S/763,099.36

- También se estimará la inversión total en materiales, principalmente en tubería para la conducción, esto se muestra en la Tabla 12.

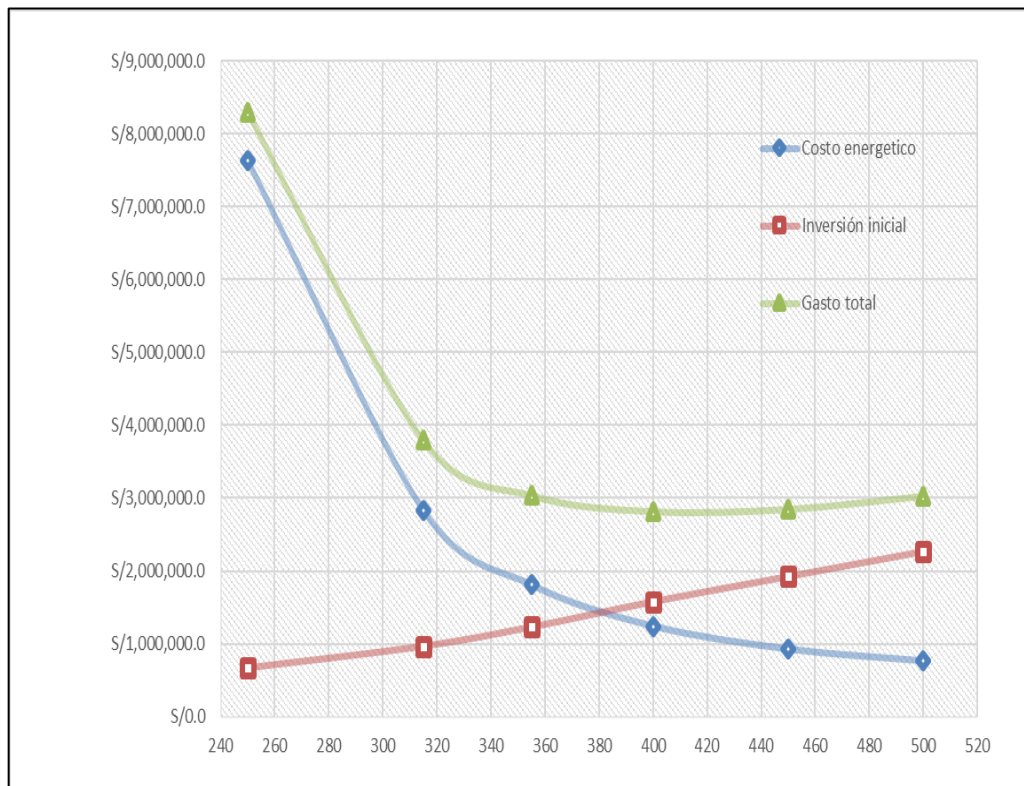
**Tabla 12: Estimación de inversión total en materiales**

<b>Diámetro</b> (mm)	<b>Longitud impulsión</b> m	<b>Longitud efectiva</b> m	<b>Cantidad tubos</b> und	<b>Precio tubería</b> (soles)	<b>Total (Incluido IGV18%)</b> (soles)
250.00	7290.00	5.81	1255.00	S/450.00	S/666,405.00
315.00	7290.00	5.77	1263.00	S/648.00	S/965,740.32
355.00	7290.00	5.75	1268.00	S/822.00	S/1,229,909.28
400.00	7290.00	5.74	1270.00	S/1,053.00	S/1,578,025.80
450.00	7290.00	5.70	1279.00	S/1,275.00	S/1,924,255.50
500.00	7290.00	5.69	1281.00	S/1,500.00	S/2,267,370.00

- Finalmente se realizará un comparativo entre el costo mensual estimado por energía y la inversión total en materiales, esto se muestra en la Tabla 13 y gráficamente en la Figura 27.

**Tabla 13: Costo mensual energético vs. Inversión total**

<b>Diámetro</b>	<b>Estimado mensual</b>	<b>Total (+IGV18%)</b>
<b>(mm)</b>	<b>(soles)</b>	<b>(soles)</b>
<b>250.00</b>	<b>S/7,630,594.33</b>	<b>S/666,405.00</b>
<b>315.00</b>	<b>S/2,827,911.55</b>	<b>S/965,740.32</b>
<b>355.00</b>	<b>S/1,808,184.92</b>	<b>S/1,229,909.28</b>
<b>400.00</b>	<b>S/1,240,126.43</b>	<b>S/1,578,025.80</b>
<b>450.00</b>	<b>S/925,870.95</b>	<b>S/1,924,255.50</b>
<b>500.00</b>	<b>S/763,099.36</b>	<b>S/2,267,370.00</b>



**Figura 27: Costo energético vs. Inversión inicial**

De la Figura 30 se observa que los puntos más bajos de gasto total se obtienen en diámetros cercanos a 400 mm, diámetro que brinda un valor de velocidad que está dentro del rango permisible considerado, por ende, este será el elegido como diámetro para la tubería de conducción y para realizar los cálculos pendientes.

#### 4.4.6. Cálculo de la pérdida de carga en singularidades (Hs)











Referida a la pérdida de carga generada en elementos instalados en las líneas de conducción, considera tanto accesorios (curvas, tees, codos, otros) como válvulas. Para el proyecto las pérdidas de carga fueron calculadas en base a:

- Tablas e información técnica proporcionada por el proveedor o fabricante. (Ver Anexo 2)
- Longitud equivalente de singularidades y su posterior análisis por Hazen- Williams.
- Coeficiente de válvula (Kv). (Ver Anexo 3)

La información proporcionada por el proveedor o fabricante se considera más exacta o fiable que el método de cálculo por longitud equivalente y coeficiente de válvula (Kv).

En la Tabla 14 se presenta el cuadro que se tomara como base para el cálculo de la longitud equivalente en singularidades:

**Tabla 14: Longitud equivalente de accesorios**

										
DIAMETRO INTERNO (m.m.)	CURVA 90° R-3D	CURVA 90° R-2D	CODO	TE	MANGUERA R-100	DIAFRAGMA ABIERTA	MANGUITO	MACHO PASO RECTO	TECH TAYLOR	
LONGITUD EQUIVALENTE EN m DE TUBO RECTO DE IGUAL RESISTENCIA AL FLUJO.										
25	0.52	0.70	0.82	1.77	0.30	2.56	—	0.37	—	
32	0.73	0.91	1.13	2.38	0.40	3.29	—	0.49	—	
40	0.85	1.10	1.31	2.74	0.49	3.44	1.19	0.58	—	
50	1.07	1.40	1.68	3.35	0.55	3.66	1.43	0.73	—	
63	1.28	1.65	1.98	4.27	0.70	4.60	1.52	0.85	—	
80	1.55	2.07	2.47	5.18	0.85	4.88	1.92	1.04	0.20	
90	1.83	2.44	2.90	5.79	1.01	—	—	1.22	—	
100	2.13	2.77	3.35	6.71	1.16	7.82	2.19	1.40	0.23	
115	2.41	3.05	3.66	7.32	1.28	—	—	1.58	—	
125	2.71	3.66	4.27	8.23	1.43	13.11	3.05	1.77	0.30	
150	3.35	4.27	4.88	10.06	1.55	18.29	3.11	2.13	0.37	
200	4.27	5.49	6.40	13.11	2.41	19.81	7.92	2.74	0.82	
250	5.18	6.71	7.92	17.07	2.99	21.34	10.67	3.47	0.61	
300	6.10	7.92	9.75	20.12	3.35	28.96	15.85	4.08	0.76	
350	7.01	9.45	10.97	23.16	4.27	28.96	—	4.88	0.91	
400	8.23	10.67	12.80	26.52	4.88	—	—	5.49	1.04	
450	9.14	12.19	14.02	30.48	5.49	—	—	6.22	1.16	
500	10.36	13.11	15.85	33.53	6.10	—	—	7.32	1.25	

NOTA: PARA CURVA 135° USAR VALOR CURVA 90° x 1.5

Fuente: Blog Pirobloc.com

También, en la Tabla 15 se presenta el cuadro de valores de coeficiente de válvula, específicamente para la válvula wafer tipo mariposa.

**Tabla 15: Valores de coeficiente de válvula**

Perdidas de Carga ( Kv ) según posición del disco / Head losses according to disc position:

DN	Posición del Disco (grados) / Disc Position (degrees)									
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	
50	125	99	73	53	37	23	14	6	0,9	
65	244	193	141	93	58	37	21	10	1,3	
80	399	315	231	133	83	53	30	13	1,7	
100	727	606	429	237	148	94	54	23	2,6	
125	1190	991	670	370	232	147	85	37	4	
150	1600	1334	887	490	306	195	112	48	5	
200	2868	2458	1611	935	588	364	208	88	10	
250	4697	3914	2550	1479	931	577	330	140	16	
300	6987	5822	3800	2217	1379	869	480	203	23	
350	9115	7676	5137	2927	1859	1142	654	259	29	
400	12081	10173	6805	3878	2463	1513	866	343	39	
450	14890	12539	8706	4962	3151	1935	1108	439	50	
500	19323	16272	10843	6180	3924	2410	1380	547	62	
600	37295	33939	22626	14297	8640	4848	2238	1057	130	

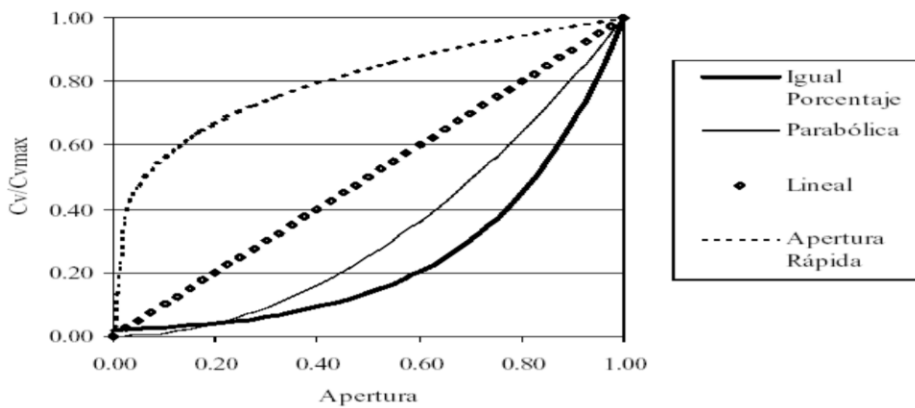
**VALORES DE Kv / Kv VALUES**

Kv = Es la cantidad de metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h) que pasará a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1 bar.

*Kv = Flow rate of water in cubic meter per hour (m<sup>3</sup>/h) that will generate a pressure drop of 1 bar across the valve.*

Fuente. Manual de válvulas de Genebre

Para el cálculo de pérdida de carga se realiza la suposición de que la curva del coeficiente de válvula tiene una función lineal. Por ende, teniendo los datos de caudal (m<sup>3</sup>/h) que pasa por una válvula generando 1 bar de perdidas, puedo encontrar la pérdida de carga para cualquier otro caudal menor que el referenciado en el Kv. La Figura 28 muestra las diferentes formas que puede tomar la función del coeficiente de válvula.



**Figura 28: Tipos de coeficientes de válvula**

Fuente: Blog Kimray.com

Finalmente, la suma de pérdidas de carga en singularidades dará un valor a ser considerado en el cálculo de la presión requerida total del sistema. Este cálculo se muestra en la Tabla 16.

**Tabla 16: Cálculo de pérdidas de carga en singularidades (Hs) para la impulsión con caudal final 594 m<sup>3</sup>/h**

Caudal	Progresiva	Singularidad	Material	Cálculo Hs	Valor	Hs
(m <sup>3</sup> /h)	(m)	-	-	-	-	(m)
594.00	0+100	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.04
594.00	0+200	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.04
594.00	0+500	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.04
594.00	0+900	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.04
594.00	1+000	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.04
594.00	3+300	válvula mariposa 16"	Fo	Kv	12081	0.49
594.00	4+600	válvula mariposa 16"	Fo	Kv	12081	0.49
594.00	6+300	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.04
594.00	7+000	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.04
$\Sigma H_s$						1.29

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene que la suma de pérdidas de carga en singularidades, considerando curvas y válvulas de corte tipo mariposa en el recorrido de la impulsión es de 1.29 metros, valor de pérdida de carga por singularidades considerado para el caudal final de diseño de 594.0 m<sup>3</sup>/h. También se debe realizar este cálculo para un caudal de 360 m<sup>3</sup>/h como se muestra en la Tabla 17:

**Tabla 17: Calculo de pérdidas de carga en singularidades (Hs) para la impulsión con caudal inicial 360 m<sup>3</sup>/h**

Caudal	Progresiva	Singularidad	Material	Cálculo Hs	Valor	Hs
(m <sup>3</sup> /h)	(m)	-	-	-	-	(m)
360.00	0+100	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.02
360.00	0+200	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.02
360.00	0+500	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.02
360.00	0+900	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.02
360.00	1+000	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.02
360.00	3+300	válvula mariposa 16"	Fo	Kv	12081	0.30
360.00	4+600	válvula mariposa 16"	Fo	Kv	12081	0.30
360.00	6+300	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.02
360.00	7+000	curva 400 mm x 90°	PVC	L.E	8.23 m	0.02
$\Sigma H_s$						0.72

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene que la suma de pérdidas de carga en singularidades, considerando curvas y válvulas de corte tipo mariposa en el recorrido de la impulsión es de 0.72 metros, valor de pérdida de carga por singularidades considerado para un caudal final de diseño de 360.0 m<sup>3</sup>/h.

#### 4.4.7. Cálculo de la pérdida de carga en el cabezal (Hb)

Según la OPS (2005), es la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente o captación, afectado por la pérdida de carga en el lado de la succión. La otra pérdida que se genera en el cabezal de bombeo es la pérdida por rozamiento en las caldererías de bombeo, que están formadas generalmente por tuberías y accesorios de acero y válvulas hidráulicas y/o manuales. Para el proyecto las pérdidas de carga en el cabezal serán calculadas en base a:

- Ecuaciones de Darcy- Weisbach y Swamee-Jain para los tramos de tuberías de acuerdo con el caudal, diámetros de tuberías existentes y diámetros de tuberías futuras.

La Ecuación 9 corresponde a la fórmula de Darcy- Weisbach para el cálculo de pérdida de carga total, modificando esta con la relación de la Ecuación 6, obtenemos la Ecuación 10 correspondiente al cálculo de la pérdida de carga unitaria por rozamiento. Según Pizarro (1996), indica que la pérdida de carga unitaria no tiene dimensiones y se puede expresar en tanto por uno (m/m) o en tanto por 100 (m/100 m). Generalmente se expresa en porcentaje.

$$Hf = f * \frac{L*V^2}{d*2g} \dots (9)$$

$$J = \frac{Hf}{L} \dots (6)$$

$$J = f * \frac{V^2}{d*2g} \dots (10)$$

Darcy Weisbach considera en el cálculo el factor de fricción de Darcy (f), este es calculado en base al tipo de flujo (laminar o turbulento) determinado en base al número de Reynolds. Reynolds se calcula como se muestra en la Ecuación 11.

$$Re = \frac{4}{\pi*\vartheta} * \left(\frac{q}{d}\right) \dots (11)$$

Para un flujo laminar se utiliza la Ecuación 12 de Poiseuille para el cálculo del factor de fricción:



$$\text{Para Reynolds } Re < 2100; f = \frac{64}{Re} \dots (12)$$

Para un flujo turbulento se utiliza la Ecuación 13 de Swamee- Jain para el cálculo del factor de fricción:

$$\text{Para Reynolds } Re > 2100; f = \frac{0.25}{\left(\log_{10}\left[\frac{K}{3.71*d} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right]\right)^2} \dots (13)$$

Donde:

- J : pérdida de carga unitaria equivalente a  $H_f/L$  (m/m)
- f : factor de fricción de Darcy (adim)
- L : longitud de la tubería (m)
- d : diámetro interior de la tubería (m)
- V : velocidad media del agua en la tubería (m/s)
- g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)
- Re : número de Reynolds
- K : rugosidad absoluta (m)
- $\vartheta$  : viscosidad cinemática del agua (m<sup>2</sup>/s)
- q : caudal (m<sup>3</sup>/s)

En la Tabla 18 se presentan valores rugosidad absoluta para diferentes materiales:

**Tabla 18: Valores de rugosidad absoluta de materiales**

MATERIAL	K o $\mathcal{E}$ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0.0015
Tubos estirados de acero	0.0024
Tubos latón o cobre	0.0015
Acero comercial y soldado	0.03-0.09
Hierro forjado	0.09-0.09
Hierro galvanizado	0.06-0.24
Hormigón	0.3-3.0

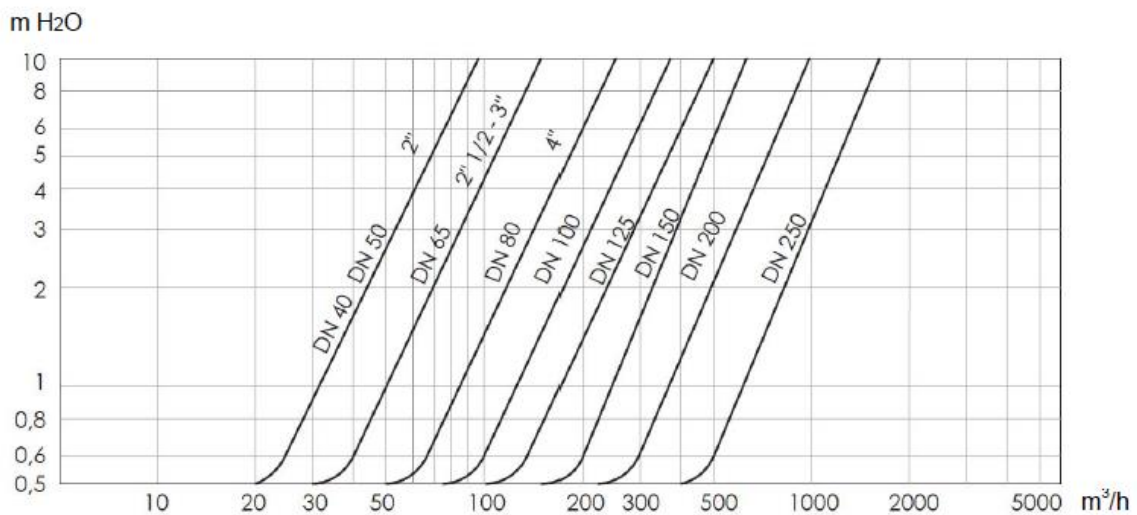
También, en la Tabla 19, se presentan valores de viscosidad cinemática del agua para diferentes materiales:

**Tabla 19: Valores de viscosidad cinemática del agua**

Temperatura (°C)	Viscosidad cinemática (m <sup>2</sup> /s)
0	1.787 x 10E-6
5	1.519 x 10E-6
10	1.307 x 10E-6
15	1.140 x 10E-6
20	1.004 x 10E-6
25	0.893 x 10E-6
29	0.818 x 10E-6

- Para accesorios y válvulas, cálculo por tablas e información técnica suministrada por el fabricante como por ejemplo en la Figura 29. (Ver Anexo 2)

**DIAGRAMA DE PERDIDAS DE CARGA / HEAD LOSSES DIAGRAM**



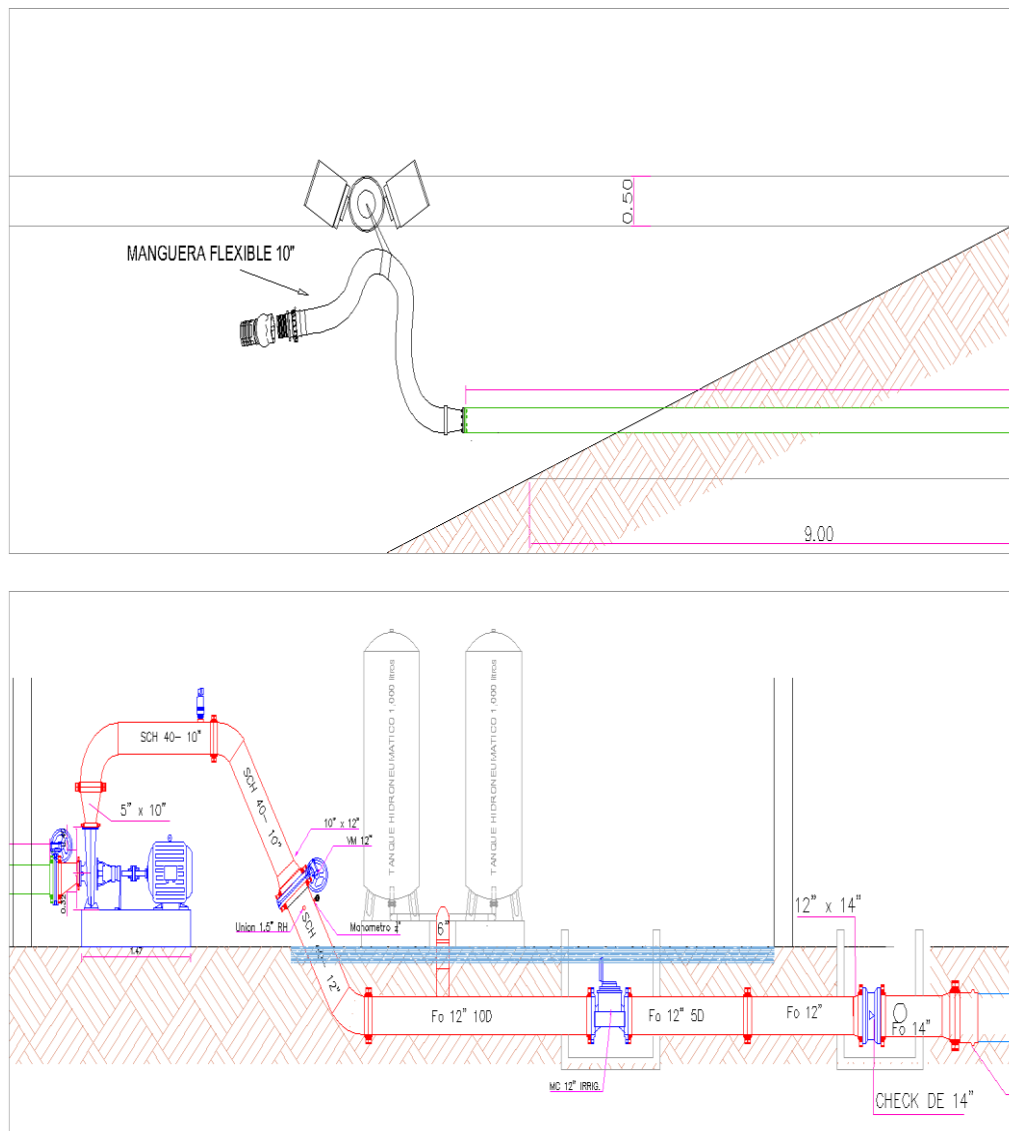
**Figura 29: Pérdida de carga en válvulas de pie**

Fuente: Catalogo Genebre (2017)

- Para accesorios y válvulas, cálculo de longitud equivalente y su posterior análisis con las fórmulas de Darcy- Weisbach y Swamee- Jain.

Para accesorios y válvulas, utilización del coeficiente de válvula (Kv). Este coeficiente representa la cantidad de metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h) que pasara a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1.0 bar.

En la Figura 30 se muestra el esquema de instalación del cabezal de la impulsión, de acuerdo con este será calculada la pérdida de carga.



**Figura 30: Cabezal de riego planteado**

Según los criterios mencionados se procederá al cálculo de pérdida de carga en tuberías, accesorios y válvulas. En la Tabla 20 se muestra el cálculo de pérdida de carga por Darcy-Weisbach para tramos de tubería de acero y para accesorios por longitud equivalente.

**Tabla 20: Calculo de perdida de carga por Darcy- Weisbach para tramos de tuberías y accesorios por longitud equivalente**

Material	Espesor	Diámetro interno	Longitud	Re	f	J%	V	Hf
	(mm)	(mm)	(m)	(-)		(m/m)	(m/s)	(m)
<b>Hf Succión</b>								
AC 10"/40	9.27	254.6	24.00	498 705	0.01	1.02%	1.96	0.240
<b>Hf Descarga</b>								
AC 10"/40	9.27	254.6	6.71	498 705	0.01	1.02%	1.96	0.070
AC 10"/40	9.27	254.6	1.25	498 705	0.01	1.02%	1.96	0.013
AC 10"/40	9.27	254.6	3.36	498 705	0.01	1.02%	1.96	0.034
AC 10"/40	9.27	254.6	1.20	498 705	0.01	1.02%	1.96	0.012
AC 12"/40	10.31	303.3	1.05	418 591	0.01	0.44%	1.38	0.005
AC 12"/40	10.31	303.3	3.96	418 591	0.01	0.44%	1.38	0.017
AC 12"/40	10.31	303.3	3.00	418 591	0.01	0.44%	1.38	0.013
AC 12"/40	10.31	303.3	3.10	418 591	0.01	0.44%	1.38	0.014
AC 14"/40	11.13	333.3	1.00	380 844	0.01	0.28%	1.15	0.003

\*Reynold considera viscosidad cinemática del agua a 20°C

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 21, se realiza el cálculo total de la perdida de carga en el cabezal (Hb) incluyendo cálculos de perdida de carga en válvulas y medidor de caudal.

**Tabla 21: Cálculo de pérdida de carga en cabezal (Hb)**

Singularidad	Diámetro externo	Cálculo de perdida de carga	Longitud	Valor	Hb estimada
-	(in)	-	(metros)	(-)	(m)
<b>Succión</b>					
Válvula de pie	10"	tabla Hf producto	-		0.500
Tramo tubería acero	10"	Darcy	24.00		0.240
Válvula mariposa	10"	Kv	-	4697.0	0.000
Diferencia eje tubería y nivel de agua	-	-			3.000
<b>Sub- total (Succión)</b>					<b>3.740</b>

«continuación»

Descarga					
<b>Codo 90° acero al carbono SCH40</b>	<b>10"</b>	<b>L.E</b>		<b>6.71</b>	<b>0.070</b>
<b>Tramo tubería acero</b>	<b>10"</b>	<b>Darcy</b>	<b>1.25</b>		<b>0.013</b>
<b>Codo 45° acero al carbono SCH40</b>	<b>10"</b>	<b>L.E</b>		<b>3.36</b>	<b>0.034</b>
<b>Tramo tubería acero</b>	<b>10"</b>	<b>Darcy</b>	<b>1.20</b>		<b>0.012</b>
<b>Válvula mariposa</b>	<b>12"</b>	<b>Kv</b>	<b>-</b>	<b>6987.0</b>	<b>0.530</b>
<b>Tramo tubería acero</b>	<b>12"</b>	<b>Darcy</b>	<b>1.05</b>		<b>0.005</b>
<b>Codo 45° acero al carbono SCH40</b>	<b>12"</b>	<b>L.E</b>		<b>3.96</b>	<b>0.017</b>
<b>Tramo tubería acero</b>	<b>12"</b>	<b>Darcy</b>	<b>3.00</b>		<b>0.013</b>
<b>Medidor de caudal</b>	<b>12"</b>	<b>tabla Hf</b>	<b>-</b>		<b>0.009</b>
		<b>producto</b>			
<b>Tramo tubería acero</b>	<b>12"</b>	<b>Darcy</b>	<b>3.10</b>		<b>0.014</b>
<b>válvula check</b>	<b>14"</b>	<b>tabla Hf</b>	<b>-</b>		<b>0.001</b>
		<b>producto</b>			
<b>Tramo tubería acero</b>	<b>14"</b>	<b>Darcy</b>	<b>1.00</b>		<b>0.003</b>
<b>Sub- total (Descarga)</b>					<b>0.721</b>
<b>ΣHb=</b>					<b>4.461</b>

Fuente: Elaboración propia

Se considera un caudal de diseño para el equipo de bombeo R1 de 360.0 m<sup>3</sup>/h, tubería y accesorios del cabezal de acero en cedula 40, se obtiene una pérdida de carga total en el cabezal de (-) 4.461 metros, considerando perdidas en tuberías, accesorios y válvulas. Resulta importante mencionar que este cálculo considera el caso crítico en el que el reservorio tenga el nivel de agua de -3.00 metros por debajo del eje del pase del reservorio. Resulta igual de importante analizar el escenario en el que el nivel de agua este a +2.00 metros por encima del eje del pase del reservorio, siendo que con esto la perdida de carga total en el cabezal se reducirá hasta alcanzar el valor de (+) 0.539 metros. En el caso crítico Hb=-4.461 metros se utilizará para calcular la presión máxima requerida en el equipo de bombeo; el caso de Hb=+0.539 metros será utilizado para dimensionar la clase de tubería de PVC a la salida del centro de control. Estas medidas se expresan en la Figura 31.

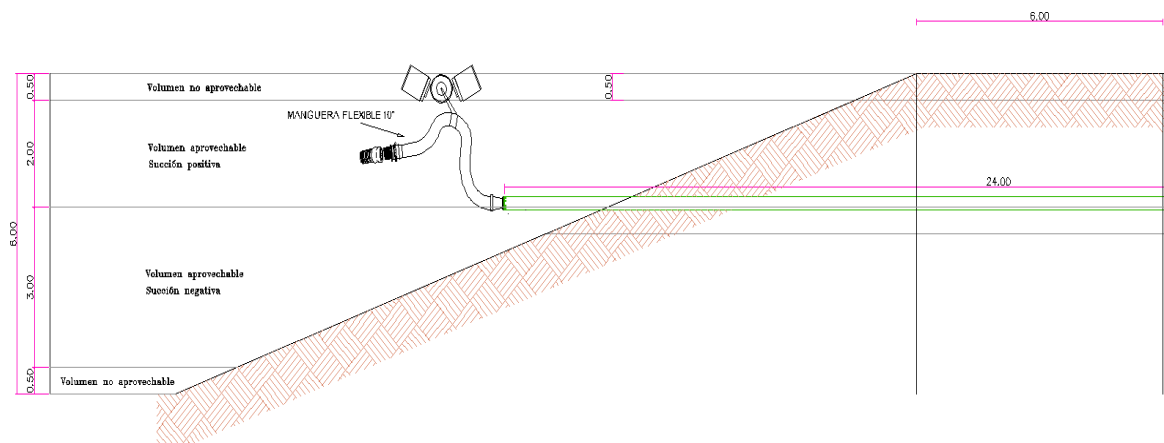


Figura 31: Dimensiones de la succión del reservorio

#### 4.4.8. Cálculo de la presión total requerida por el sistema (Ht)

Definida como la presión total que requiere el equipo para impulsar agua desde el punto inicial en la captación hasta el punto final de entrega o almacenamiento. Esta presión considera las principalmente las pérdidas de carga generadas (rozamiento en tuberías, singularidad y las pérdidas de carga en el cabezal) además del desnivel de cotas entre el punto de entrega y el punto de impulsión (final menos inicial), se considera además un porcentaje de seguridad en el cálculo de la presión requerida. Este cálculo se describe en la Ecuación 14 y Ecuación 15:

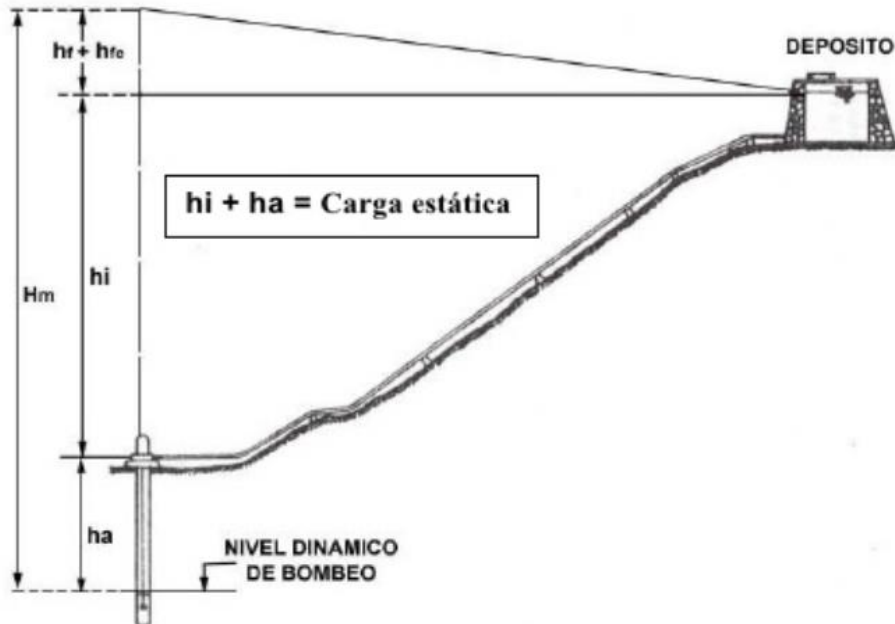
$$H_t = \sum H_f + \text{Desnivel} + \% \text{seg} \dots (14)$$

$$H_t = (H_f + H_s + H_b) + \text{Desnivel} + \% \text{seg} \dots (15)$$

Donde:

- Ht : presión total requerida por el sistema (m)
- Hf : pérdida de carga por rozamiento en tuberías (m)
- Hs : pérdida de carga por singularidades (m)
- Hb : pérdida de carga en el cabezal de bombeo (m)
- Desnivel : Diferencia de cota final menos cota inicial (m)
- % Seg : Porcentaje de seguridad (m)

En la Figura 32 se muestra, con diferente nomenclatura, un esquema claro de las pérdidas de carga a considerar en el diseño de una impulsión.



**Figura 32: Conducción a bombeo con descarga ahogada**

Fuente: Abastecimiento de agua potable, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia.

Teniendo los cálculos de pérdida de carga necesarios, se suman estos considerando un porcentaje de error, dando como resultado que la presión total requerida por el sistema. Este análisis tendrá que considerar dos escenarios:

- Escenario 1

Caudal final de diseño ascendente a 594 m<sup>3</sup>/h para la conducción, considerando un aporte por parte del cabezal del reservorio R1 de 360 m<sup>3</sup>/h y un aporte por la diferencia de 234 m<sup>3</sup>/h por parte del cabezal del reservorio futuro R0. Esta operación la resumimos en la Tabla 22 que se muestra a continuación:

**Tabla 22: Cálculo de la presión total requerida por el sistema según caudal final**

Perdida de carga		Ht
-	-	(m)
Rozamiento	Hf	37.71
Singularidades	Hs	1.29
Cabezal	Hb	4.46
Desnivel	Δ	29.00
Seguridad	%Seg	3.95
<b>Requerimiento sistema</b>		<b>76.41</b>

Fuente: Elaboración propia

- Escenario 2

Caudal inicial de diseño ascendente a 360 m<sup>3</sup>/h para el cabezal y conducción considerando solamente los aportes del reservorio R1. Esta operación la resumimos en la tabla 23 que se muestra a continuación:

**Tabla 23: Cálculo de la presión total requerida por el sistema según caudal inicial**

<b>Perdida de carga</b>	<b>Ht</b>	
-	-	<b>(m)</b>
<b>Rozamiento</b>	<b>Hf</b>	<b>14.53</b>
<b>Singularidades</b>	<b>Hs</b>	<b>0.72</b>
<b>Cabezal</b>	<b>Hb</b>	<b>4.46</b>
<b>Desnivel</b>	$\Delta$	<b>29.00</b>
<b>Seguridad</b>	<b>%Seg</b>	<b>4.66</b>
<b>Requerimiento sistema</b>		<b>51.87</b>

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de caudal y presión del sistema podemos elegir un equipo de bombeo que se adapte a estos requerimientos en ambos escenarios con la única modificación del rodete según lo planteado en la fase de iniciación.

#### **4.4.9. Cálculo de la presión dentro de la tubería**

Representado por la línea piezométrica, su valor establece la presión al final de un tramo de tubería, siendo esta presión la diferencia entre la presión al inicio del tramo menos las pérdidas de carga generadas entre ambos puntos como se muestra en la Ecuación 16:

$$\text{Presión final} = \text{Presión inicial} - (\text{Hf} + \text{Hs} + \text{Desnivel}) \dots (16)$$

Donde:

Presión final	:	presión al final del tramo de tubería (m)
Presión inicial	:	presión al inicio del tramo de tubería (m)
Hf	:	perdida de carga por rozamiento en el tramo (m)
Hs	:	perdida de carga por singularidades en el tramo (m)
Desnivel	:	Diferencia de cota final menos cota inicial en el tramo (m)

Habiendo dimensionado la presión requerida total, el diámetro de las tuberías, teniendo la variación de cotas y el cálculo de pérdidas por singularidades en la tubería de PVC, se puede



realizar el cálculo de la variación de la presión por tramos, esto servirá para dimensionar la clase final de la tubería.

El análisis para el dimensionamiento de la clase de la tubería se realiza en tramos de 100 metros cada uno como se muestra en la Tabla 24 considerando el reservorio en su nivel máximo, con una presión al inicio de la tubería de PVC de 76.94 m.

**Tabla 24: Cálculo de la presión en la tubería**

Progresiva	Cota inicio	Cota final	P inicial tubería	Hf	Desnivel	Hs	Singularidad	P tubería
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(tipo)	(m)
0+000	-	26.50	76.95	0.00	0.00			76.95
0+100	26.50	27.00	76.95	0.54	0.50	0.04	curva 90°	75.87
0+200	27.00	27.60	75.87	0.54	0.60	0.04	curva 90°	74.69
0+300	27.60	27.80	74.69	0.54	0.20			73.95
0+400	27.80	26.80	73.95	0.54	-1.00			74.42
0+500	26.80	26.20	74.42	0.54	-0.60	0.04	curva 90°	74.44
0+600	26.20	26.00	74.44	0.54	-0.20			74.10
0+700	26.00	25.00	74.10	0.54	-1.00			74.56
0+800	25.00	26.10	74.56	0.54	1.10			72.92
0+900	26.10	26.50	72.92	0.54	0.40	0.04	curva 90°	71.94
1+000	26.50	25.10	71.94	0.54	-1.40	0.04	curva 90°	72.76
1+100	25.10	25.80	72.76	0.54	0.70			71.53
1+200	25.80	30.50	71.53	0.54	4.70			66.29
1+300	30.50	32.80	66.29	0.54	2.30			63.45
1+400	32.80	30.50	63.45	0.54	-2.30			65.21
1+500	30.50	30.50	65.21	0.54	0.00			64.67
1+600	30.50	28.50	64.67	0.54	-2.00			66.13
1+700	28.50	27.00	66.13	0.54	-1.50			67.10
1+800	27.00	28.30	67.10	0.54	1.30			65.26
1+900	28.30	31.60	65.26	0.54	3.30			61.42
2+000	31.60	36.00	61.42	0.54	4.40			56.48
2+100	36.00	37.00	56.48	0.54	1.00			54.94
2+200	37.00	39.00	54.94	0.54	2.00			52.40
2+300	39.00	41.40	52.40	0.54	2.40			49.46
2+400	41.40	42.20	49.46	0.54	0.80			48.13
2+500	42.20	43.00	48.13	0.54	0.80			46.79
2+600	43.00	45.00	46.79	0.54	2.00			44.25
2+700	45.00	44.50	44.25	0.54	-0.50			44.21
2+800	44.50	42.60	44.21	0.54	-1.90			45.57
2+900	42.60	44.20	45.57	0.54	1.60			43.43
3+000	44.20	38.70	43.43	0.54	-5.50			48.40
3+100	38.70	35.90	48.40	0.54	-2.80			50.66

«continuación»

3+200	35.90	30.50	50.66	0.54	-5.40			55.52
3+300	30.50	29.00	55.52	0.54	-1.50	0.49	válvula 16"	55.99
3+400	29.00	30.50	55.99	0.54	1.50			53.95
3+500	30.50	29.00	53.95	0.54	-1.50			54.91
3+600	29.00	32.80	54.91	0.54	3.80			50.57
3+700	32.80	30.00	50.57	0.54	-2.80			52.84
3+800	30.00	30.00	52.84	0.54	0.00			52.30
3+900	30.00	29.50	52.30	0.54	-0.50			52.26
4+000	29.50	30.60	52.26	0.54	1.10			50.62
4+100	30.60	32.80	50.62	0.54	2.20			47.88
4+200	32.80	45.90	47.88	0.54	13.10			34.24
4+300	45.90	48.70	34.24	0.54	2.80			30.91
4+400	48.70	46.10	30.91	0.54	-2.60			32.97
4+500	46.10	34.50	32.97	0.54	-11.60			44.03
4+600	34.50	40.00	44.03	0.54	5.50	0.49	válvula 16"	37.50
4+700	40.00	41.70	37.50	0.54	1.70			35.26
4+800	41.70	38.50	35.26	0.54	-3.20			37.92
4+900	38.50	38.60	37.92	0.54	0.10			37.29
5+000	38.60	38.10	37.29	0.54	-0.50			37.25
5+100	38.10	39.50	37.25	0.54	1.40			35.31
5+200	39.50	35.50	35.31	0.54	-4.00			38.77
5+300	35.50	36.00	38.77	0.54	0.50			37.73
5+400	36.00	37.70	37.73	0.54	1.70			35.49
5+500	37.70	37.50	35.49	0.54	-0.20			35.15
5+600	37.50	38.70	35.15	0.54	1.20			33.42
5+700	38.70	37.50	33.42	0.54	-1.20			34.08
5+800	37.50	38.00	34.08	0.54	0.50			33.04
5+900	38.00	38.70	33.04	0.54	0.70			31.80
6+000	38.70	39.00	31.80	0.54	0.30			30.96
6+100	39.00	40.00	30.96	0.54	1.00			29.42
6+200	40.00	45.50	29.42	0.54	5.50			23.39
6+300	45.50	40.40	23.39	0.54	-5.10	0.04	curva 90°	27.91
6+400	40.40	39.60	27.91	0.54	-0.80			28.17
6+500	39.60	39.50	28.17	0.54	-0.10			27.73
6+600	39.50	45.00	27.73	0.54	5.50			21.69
6+700	45.00	46.00	21.69	0.54	1.00			20.15
6+800	46.00	49.90	20.15	0.54	3.90			15.71
6+900	49.90	54.50	15.71	0.54	4.60			10.58
7+000	54.50	59.80	10.58	0.54	5.30	0.04	curva 90°	4.70
7+100	59.80	57.20	4.70	0.54	-2.60			6.76
7+200	57.20	49.50	6.76	0.54	-7.70			13.92
7+290	49.50	55.50	13.92	0.48	6.00			7.44

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la progresiva y la presión calculada en la tubería para cada tramo, se asigna las clases de tubería como se muestra en la Tabla 25.

**Tabla 25: Asignación de clases por tramos**

Material	Presión Nominal	Seguridad	Presión máxima por considerar	Progresiva Inicio	Progresiva final	Total tramo
(-)	(bar)	(%)	(m)	(-)	(-)	(m)
PVC	8	5.0%	76.0	0+000	1+100	1100.0
PVC	7.5	5.0%	71.3	1+100	1+900	800.0
PVC	6.3	5.0%	59.9	1+900	4+100	2200.0
PVC	5	5.0%	47.5	4+100	5+200	1100.0
PVC	4	5.0%	38.0	5+200	7+290	2090.0

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.10. Cálculo del golpe de ariete

Según Bermad (2020), el golpe de ariete es un fenómeno originado por el cambio significativo del momento del fluido en sistemas presurizados, seguido por el cambio de energía cinética por potencial. De una forma simple podríamos considerar este fenómeno como la variación de presión que ocurre cuando la velocidad del fluido dentro de la tubería varía bruscamente.

El fenómeno del golpe de ariete provoca en el interior de las tuberías sobrepresiones y depresiones debido al movimiento oscilatorio del agua, este se puede producir tanto en impulsiones como en abastecimientos por gravedad.

El correcto estudio y cálculo del golpe de ariete es fundamental en el dimensionamiento de tuberías y en la protección de sistemas de distribución de agua a presión como las impulsiones. A continuación, se mencionarán cuatro características que hay que conocer para el cálculo de este fenómeno.

##### 4.4.10.1. Celeridad de conducción (a)

Para términos generales es el cociente entre el espacio recorrido y el intervalo de tiempo invertido en recorrer dicho espacio. Es una magnitud escalar y su unidad en el sistema internacional (S.I) es el m/s. El cálculo de esta se realiza según la Ecuación 17:

$$a = \frac{9900}{\left(48.3 + k \frac{D}{e}\right)^{0.5}} \dots (17)$$

Donde:

- a : celeridad de conducción (m/s)  
k : coeficiente representativo de la elasticidad del material de conducción  
D : diámetro interno de la tubería (mm)  
e : espesor de la tubería según clase (mm)

El cálculo de del coeficiente “k” se realiza mediante la Ecuación 18:

$$k = \frac{10^{10}}{\varphi} \dots (18)$$

Donde:

- $\varphi$  : Elasticidad del material de conducción.

En la Tabla 26 se muestra los valores de elasticidad para algunos materiales.

**Tabla 26: Elasticidad para algunos materiales**

Material	$\varphi$ (kg/m <sup>2</sup> )
Fundición	1.7E+10
Acero	1.0E+03
Hormigón	3.0E+09
PVC	3.0E+08
PE	1.0E+08
PRFV	2.0E+09

#### 4.4.10.2. Tiempo crítico (tc)

Referido al tiempo transcurrido desde el inicio del fenómeno hasta el instante crítico, cuyo cálculo se realiza según la Ecuación 18:

$$tc = \frac{2 \cdot L}{a} \dots (18)$$

Donde:

- tc : tiempo crítico (s)  
L : longitud total de la impulsión (m)  
Lc : longitud critica

#### 4.4.10.3. Tiempo de parada (tp)

Referido al tiempo que dura la variación de velocidad, es decir, el que transcurre desde el corte de energía y la anulación del caudal o el tiempo de parada del agua. A partir de estudios teóricos y experimentales, el doctor Enrique Mendiluce propuso una expresión que es la que se usa comúnmente para establecer ese tiempo de parada del agua, esta se muestra como la Ecuación 19:

$$tp = C + \frac{K*L*V}{g*H} \dots (19)$$

Donde:

- tp : tiempo de parada (s)
- C : coeficiente de ajuste experimental (-)
- K : coeficiente de ajuste experimental (-)
- V : velocidad de flujo o circulación del agua en la instalación (m/s)
- g : gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)
- H : altura manométrica de la instalación (m)

El coeficiente K representa la inercia del equipo de bombeo, en función de la cinética del agua, en el instante del corte de energía, y cuyos valores redondeados recomendados para una mayor facilidad de aplicación de la fórmula son los expresados en la Tabla 27:

**Tabla 27: Coeficiente K según longitud de impulsión**

<b>L (m)</b>	<b>K</b>
<b>&lt;500</b>	<b>2.00</b>
<b>500</b>	<b>1.75</b>
<b>500&lt;L&lt;1500</b>	<b>1.50</b>
<b>1500</b>	<b>1.25</b>
<b>&gt;1500</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Golpe de ariete en impulsiones, Enrique Mendiluce (2015)

El coeficiente C supe el efecto de otras energías en el cálculo (como la de descompresión del agua, por ejemplo) y que influyen en instalaciones de pendientes bajas. En función de la pendiente hidráulica de la instalación (i%) calculada por la división de la altura total de la instalación entre su longitud. Se recomiendan los valores expresados en la Tabla 28.

**Tabla 28: Valores de coeficiente C**

i (%)	C
<20%	1.00
25	0.80
30	0.60
40	0.40
>50	0.00

Fuente: Golpe de ariete en impulsiones, Enrique Mendiluce (2015)

#### 4.4.10.4. Longitud crítica (Lc)

La longitud crítica está relacionada con celeridad de conducción y el tiempo de parada del agua, considerada la distancia que separa el final de la impulsión del punto crítico o de coincidencia de las fórmulas Michaud y Allievi, el cálculo se realiza como se muestra en la Ecuación 20:

$$Lc = \frac{a*tp}{2} \dots (20)$$

Donde:

Lc : longitud crítica (m)

Conocidas estas cuatro características: celeridad, tiempo crítico, tiempo de parada y longitud crítica, en función de la relación entre estas variables se procederá a calcular el golpe de ariete mediante una fórmula u otra:

- **Para tiempos de parada o maniobras de cierre lentos o instalaciones cortas (Michaud)**

Esto significa que el tiempo de parada del agua es mayor que la frecuencia (o periodo) de propagación de la onda, o que la longitud de la instalación es menor que la longitud crítica. La Ecuación 21 propuesta por Michaud es la que se aplica para calcular el golpe de ariete y obtener el incremento de presión producido:

$$Si L < Lc \text{ (impulsión larga)} \rightarrow tp > tc \rightarrow Michaud AH = \frac{2*L*V}{g*tp} \dots (21)$$

En este caso, la presión máxima se dará única y exclusivamente en el ámbito del elemento que ha generado el golpe de ariete (en la válvula de cierre o en la válvula check del bombeo), y en ningún punto más de toda la longitud de la instalación se dará esa presión máxima.

- **Para tiempos de parada o maniobras de cierre rápidos o instalaciones largas (Allievi)**

Es decir, en aquellas en las que el tiempo de parada del agua es menor que el periodo de propagación de la onda, o que su longitud es mayor que la longitud crítica. En esta circunstancia aplicará la Ecuación 22 propuesta por Allievi para valorar el incremento de presión:

$$\text{Si } L > L_c \text{ (impulsión larga)} \rightarrow t_p < t_c \rightarrow \text{Allievi AH} = \frac{a \cdot V}{g} \dots (22)$$

Aquí la presión máxima se dará en algún punto a lo largo de la conducción que quede fuera del tramo de la instalación incluida en la longitud crítica. Como ves, en este caso el incremento de presión no depende de la longitud.

A continuación, se presentan los datos de entrada y resultados para el caso del proyecto desarrollado en esta monografía. En la Tabla 29 se resume los datos de entrada de la conducción, en la Tabla 30 los datos de la instalación y finalmente en la Tabla 31 los cálculos de golpe de ariete.

**Tabla 29: Datos de la impulsión o conducción**

<b>Datos de la conducción</b>	
<b>D ext (mm)</b>	<b>400.00</b>
<b>D int (mm)</b>	<b>365.60</b>
<b>Espesor (mm)</b>	<b>17.20</b>
<b>Material</b>	<b>PVC</b>
<b>φ (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>3.0E+08</b>
<b>Longitud (m)</b>	<b>7290.00</b>
<b>K</b>	<b>33.33</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30: Datos de instalación de la impulsión**

<b>Datos de la instalación</b>	
<b>Desnivel (m)</b>	<b>30.00</b>
<b>Perdida fricción (m)</b>	<b>39.60</b>
<b>Perdida singularidades (m)</b>	<b>1.29</b>
<b>Altura total (m)</b>	<b>70.89</b>
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>165.00</b>
<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>1.57</b>
<b>i (%)</b>	<b>0.97%</b>

**Tabla 31: Resultados del cálculo del golpe de ariete**

<b>Celeridad</b>	<b>a (m/s)</b>	<b>359.86</b>
<b>Tiempo critico</b>	<b>tc (s)</b>	<b>40.52</b>
<b>Tiempo de parada</b>	<b>K (-)</b>	<b>1.00</b>
	<b>C (-)</b>	<b>1.00</b>
	<b>tp (s)</b>	<b>17.48</b>
<b>Longitud critica</b>	<b>Lc (m)</b>	<b>3144.50</b>
<b>Golpe de ariete</b>	<b>Formula</b>	<b>Allievi</b>
	<b><math>\Delta</math> (m)</b>	<b>57.66</b>

El golpe de ariete causara presiones y depresiones según lo calculado en la Ecuación 23 y Ecuación 24:

$$\text{Sobrepresión} = \text{Presión} + \text{Golpe de ariete} \dots (23)$$

$$\text{Depresión} = \text{Presión} - \text{Golpe de ariete} \dots (24)$$

Donde:

**Presión** : Presión dinámica en el punto más bajo de la tubería donde la sobrepresión y/o depresión es mayor (m)

Para el caso de la impulsión diseñada, se considera la presión en el punto más bajo igual a la presión en el cabezal de riego equivalente a 76.41 metros, un apagado repentino del equipo de bombeo produciría una sobrepresión equivalente a la suma de la presión total del sistema más el golpe de ariete, teniendo 134.07 m que sobrepasan por mucho la presión nominal de la tubería clase 8. En este escenario podemos optar por colocar una clase alta de tubería que aumentaría el presupuesto considerablemente o colocar un sistema de protección que pueda absorber o disgregar la sobrepresión. Para el proyecto se consideró la instalación de tanques hidroneumáticos cuya ficha técnica se incluye en los anexos (Ver Anexo 5); sin embargo, también podría considerarse la instalación de válvulas anticipadoras de honda o de alivio rápido según las prestaciones establecidas por los fabricantes en sus catálogos.

De igual manera se analiza el caso de la depresión, esta tendría un valor de 18.75 m, presión que no causara ningún inconveniente a los materiales y equipos de la impulsión. Resaltar que, de producirse una depresión con valor negativo, lo recomendable es colocar mecanismos tipo válvulas de aire que disipen este fenómeno ya que en la práctica la presión de colapso o presión negativa que soportan las tuberías de PVC es considerada cero.



#### 4.4.11. Elección del equipo de bombeo

Teniendo los parámetros de caudal y presión total requerida tenemos los puntos de operación del equipo de bombeo en su fase final e inicial como se muestra en la Tablas 32 y Tabla 33.

**Tabla 32: Punto de operación del equipo de bombeo a partir del año 4**

<b>Caudal (m3/s)</b>	<b>360.00</b>
<b>Presión (m)</b>	<b>76.41</b>

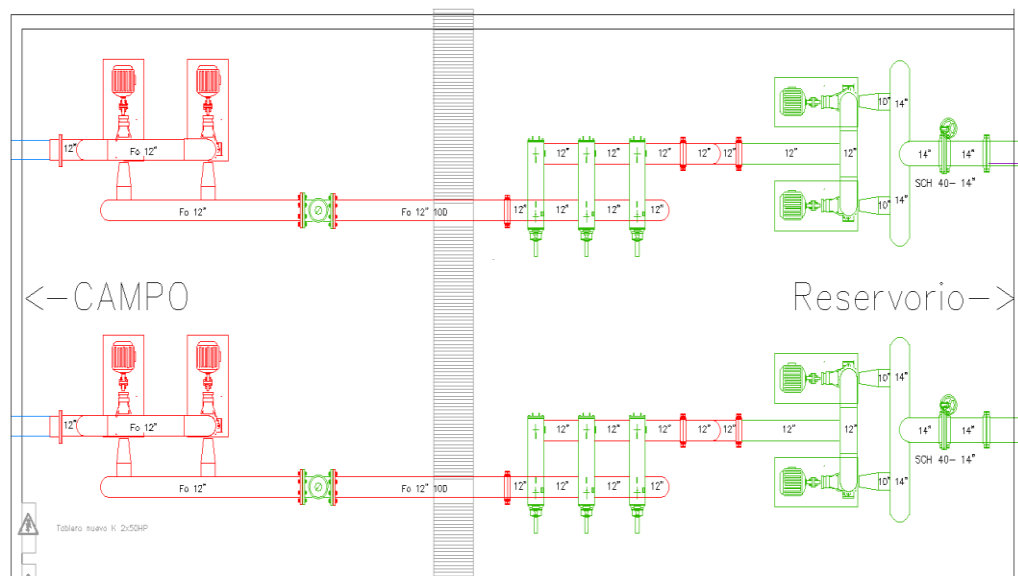
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33: Punto de operación del equipo de bombeo los años 1, 2 y 3**

<b>Caudal (m3/s)</b>	<b>360.00</b>
<b>Presión (m)</b>	<b>51.87</b>

Fuente: Elaboración propia

El equipo de bombeo en sistemas de riego presurizado e impulsiones puede estar constituido una o más electrobombas, su funcionamiento en forma paralela o en serie, incluso una combinación de ambas como se muestra en la Figura 33.




**Figura 33: Disposición de bombas paralelo y serie**

Proyecto 9716 Rapel Modificación JK (2017)

Para el proyecto se realiza la selección del equipo de bombeo del centro de control R1, considerando una sola electrobomba de la marca KSB modelo Meganorm 150-125-400

cuyas prestaciones se adaptan a los puntos de operación variando solamente el diámetro de impulsor.

Para un caudal de 360 m<sup>3</sup>/h, la electrobomba trabajara a partir del año 4 con el impulsor de 417.0 mm alcanzando los 76.41 m y para los primeros 3 años con el impulsor de 362.0 mm alcanzando los 53.37 m; esto se puede verificar gráficamente en la Figura 34.

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	<b>KSB MEGANORM KSB MEGACHEM KSB MEGACHEM V</b>	Tamaño Size Tamaño	<b>125-400</b>	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	<b>1750 rpm</b>	

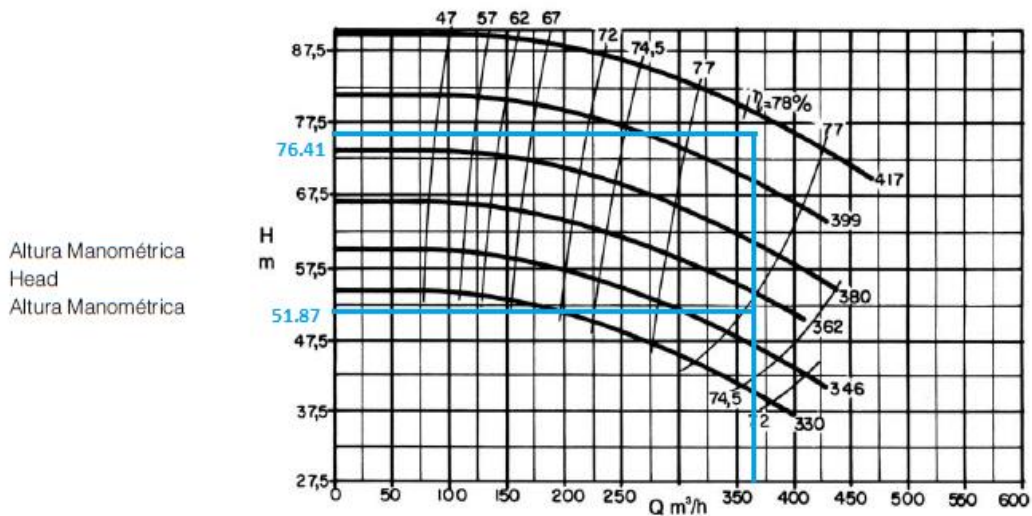


Figura 34: Bomba KSB 125-400- Curva presión/ caudal

El motor deberá estar dimensionado para los requerimientos finales, es decir para los requerimientos a partir del año 4 con el impulsor mayor. De las curvas de rendimiento de la bomba se estima que la potencia necesaria para trabajar con el impulsor de 417.0 mm es de 140.0 HP. En base a esto se calcula la potencia del motor como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34: Cálculo de la potencia del motor

<b>Potencia necesaria</b>	<b>HP</b>	<b>140.00</b>
<b>Eficiencia de transmisión</b>	<b>%</b>	<b>94.00</b>
<b>Potencia del motor</b>	<b>HP</b>	<b>148.94</b>
<b>Potencia comercial</b>	<b>HP</b>	<b>150.00</b>

En la Figura 35 se muestra gráficamente los datos de potencia necesaria obtenidos en base al caudal del equipo de bombeo para el impulsor de 417.00 mm.

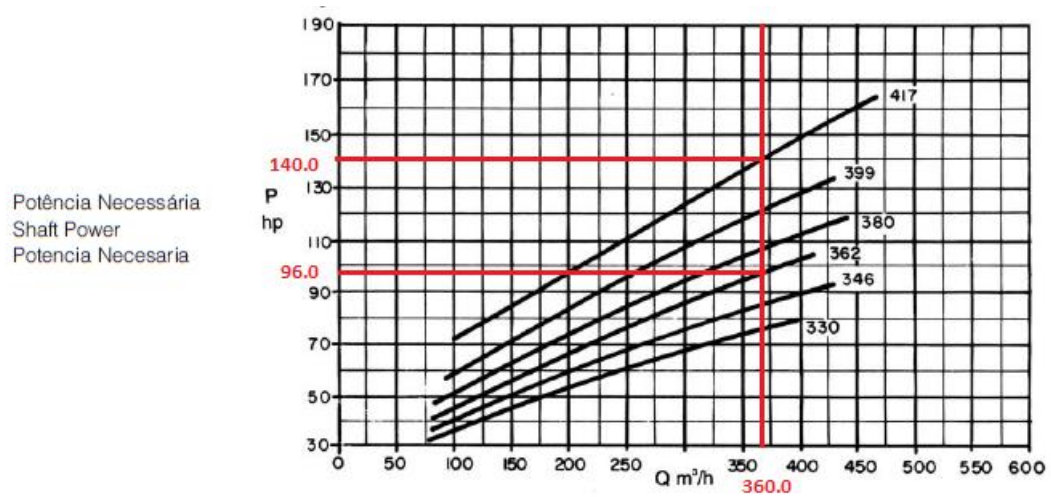


Figura 35: Bomba KSB 125-400- Potencia necesaria bomba/ caudal

También se realiza la verificación de los NPSH, teniendo en cuenta la Ecuación 25:

$$\text{NPSH disponible} \geq \text{NPSH requerido} + 0.5 \dots (25)$$

El valor del NPSH requerido se obtiene de las curvas de la bomba, ascendiendo a 4.1 metros como se muestra en la figura 36:

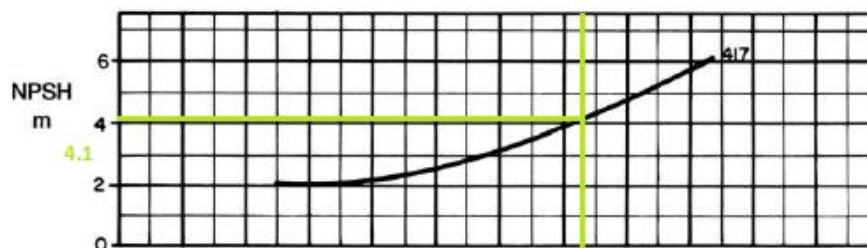


Figura 36: Bomba KSB 125-400- NPSH requerido

Para el caso del cálculo del NPSH disponible se aplica la Ecuación 26:

$$\text{NPSH}_{\text{Disponible}} = 10^5 x \frac{(p_l - p_v)}{\rho x g} \pm H_a - h_a \dots (26)$$

Donde:

- pl : presión del líquido en el depósito de aspiración, presión atmosférica si el agua se almacena al aire libre (bar)
- pv : presión de vapor del líquido (bar)

- $\rho$  : densidad del líquido (kg/m<sup>3</sup>)  
 $g$  : aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)  
 $H_a$  : altura de aspiración en metros (m)  
 $h_a$  : pérdida de carga en succión (m)

En la Tabla 35 se muestran valores de tensión de vapor y densidad de agua según temperatura, para el cálculo anterior se utilizó valores a 20 °C.

**Tabla 35: Valores de la tensión de vapor y densidad del agua según la temperatura**

Temperatura (°C)	0	4	10	20	30	40	100	100
Tensión de vapor (m)	0.06	0.08	0.12	0.24	0.43	0.75	10.33	10.33
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	999.9	1000.0	999.7	998.2	995.7	992.2	958.4	958.4

En la Tabla 36 se muestra el cálculo del NPSH disponible según la Ecuación 26, alcanzando un valor de 6.2 m, verificando lo expresado en la Ecuación 25.

$$\text{NPSH disponible (6.2 m)} \geq \text{NPSH requerido (4.2 m)} + 0.5$$

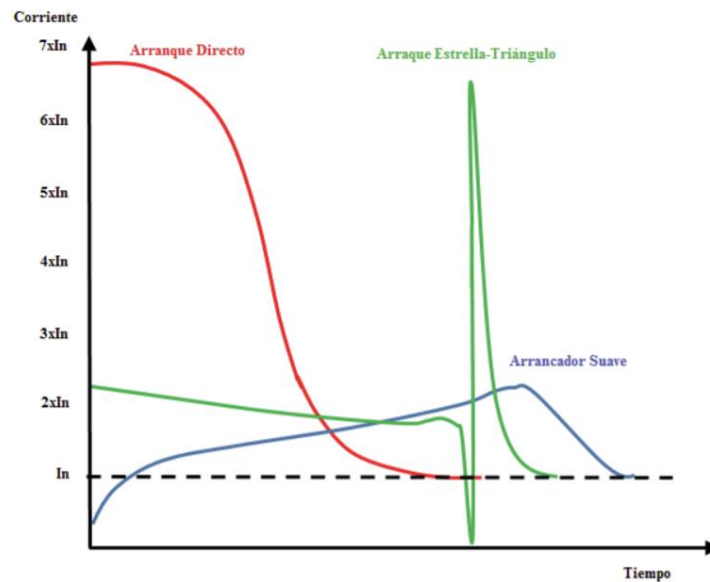
**Tabla 36: Cálculo del NPSH disponible**

Presión de aspiración	$p_l$	1.000
Presión de vapor del líquido	$p_v$	0.024
Densidad	$d$	998.200
Aceleración gravedad	$g$	9.810
Altura de aspiración	$H_a$	3.000
Pérdida de carga en succión	$h_a$	0.740
<b>NPSH disponible</b>	<b>m</b>	<b>6.227</b>

#### 4.4.12. Tableros eléctricos y automatización

Para el control eléctrico del encendido y apagado del equipo de bombeo, se dispuso a colocar un tablero de arranque tipo estrella triángulo, trabajando en 440 voltios en una línea de alimentación trifásica. Incluyendo controles de fuerza y mando, selector manual/ automático y entradas en 24 voltios para el control mediante controlador de riego Dream.

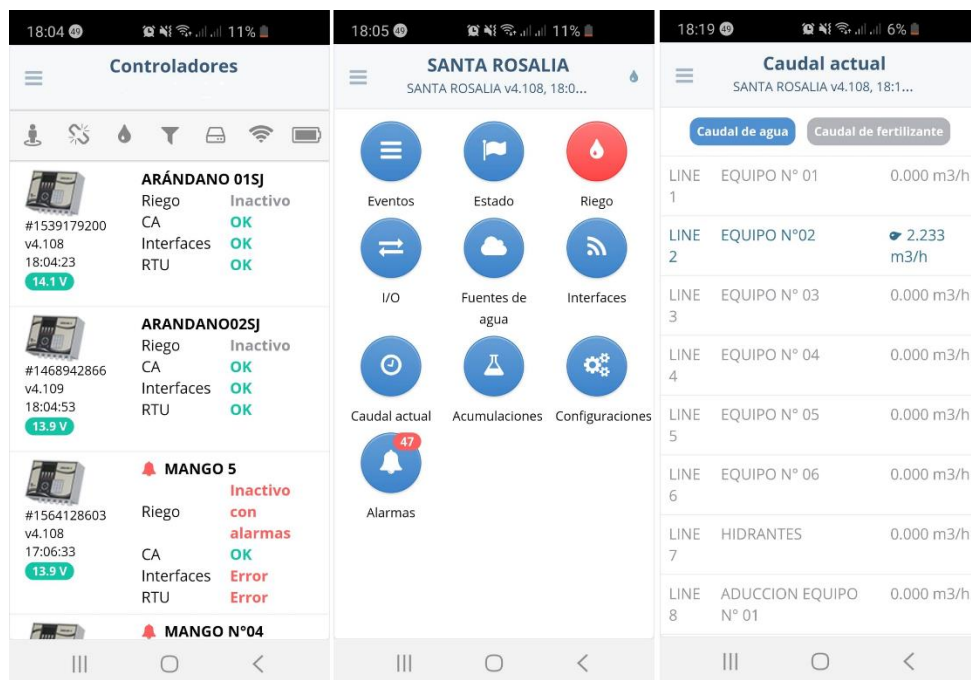
Hay que considerar que para potencias sobre los 100 HP se recomienda trabajar con arranques suaves tipo soft started o variador de velocidad, que entre sus beneficios principales está el producir un menor consumo de corriente en el arranque del equipo, aumentando el tiempo de vida de este. Específicamente en impulsiones, el uso de un arranque suave ayudaría a reducir los inconvenientes generados por el fenómeno Golpe de Ariete, aumentando los tiempos de arranque y parada. En la Figura 37 se muestra gráficamente el consumo de corriente según tipo de arranque.



**Figura 37: Consumo de corriente según tipo de arranque**

Fuente: Simulación y Ensayos del Partidor Suave Electrónico Digital V5 Accionando un Motor con Diferentes Cargas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

La automatización de la impulsión es controlada por un programador Dream 2 que permite programar el encendido, realizarlo de manera remota, además de realizar el control de volúmenes y caudales impulsados. Este programador tiene la facilidad de brindar información vía internet, ya que se conecta al servidor, y envía la información de los eventos, tanto de los que ocurrieron como de los que están en ejecución, registrando momentos (fecha y hora), tiempos, volúmenes y caudales, además registrando fallas si se hubieran presentado. La visualización de toda esta información se realiza a través de un software para PC o vía celular a través de una aplicación como se muestra en la figura 38:



**Figura 38: Dream Spot- Aplicación para celular**

Fuente: Ipesa Hydro S.A.C.

#### 4.4.13. Equipos de protección contra el Golpe de Ariete

Para los estándares de instalación de la empresa Corande, se considera la instalación de tanques hidroneumáticos como protección frente al fenómeno del golpe de ariete que en el caso del proyecto alcanza valores de sobrepresión de hasta 134.07 m. No se dispone de información para respaldar el cálculo para el dimensionamiento de capacidad o cantidad de tanques en el proyecto.

El funcionamiento de estos según Bermad, fabricante de válvulas y mecanismos de control hidráulico es el siguiente: Las ondas de presión en sistemas con tuberías muy largas pueden causar rápidamente roturas de tubos y otros tipos de daños. La instalación de un tanque de hidroneumático proporciona un efecto amortiguador que protege al sistema y a sus componentes contra golpes de ariete, tanto positivos como negativos.

El tanque de hidroneumático es un recipiente de acero que contiene una vejiga flexible, esta constituye una barrera física entre el agua y el aire. Entre la caja del tanque y la vejiga se encuentra confinada una capa de aire comprimido a una presión compatible con los requisitos del sistema. El aire atrapado crea un volumen activo y efectivo que se expande,

para permitir el flujo libre a la línea principal y evitar así la formación de condiciones de vacío en caso de presiones negativas (golpe de ariete negativo). Por otra parte, el aire se comprime y absorbe los excesos de energía en caso de producirse un golpe de ariete positivo. La vejiga interna impide la disolución del aire en el agua, de modo que no se requiere el uso de compresores para recuperar la presión de descarga, y por tanto la operación normal no demanda prácticamente ningún tipo de mantenimiento ni el suministro de energía eléctrica.

#### **4.4.14. Entregables de la fase de diseño**

Finalizada la fase de planificación y diseño, se deberán tener los siguientes entregables para iniciar con la fase de ejecución:

- Plano de instalación de tuberías y perfil longitudinal. (Ver Anexo 12)
- Plano de instalación del centro control para impulsión R1-R2 (Ver Anexo 11)
- Propuesta técnica y económica aceptada por el cliente, incluyendo concepción final del proyecto. (Ver Anexo 6)

#### **4.4.15. Aportes profesionales en la fase de planificación y diseño**

Si consideramos que el profesional que usa programas para el diseño de sistemas de riego y abastecimiento tiene una sólida formación profesional en temas relacionados al riego presurizado, hidráulica y saneamiento, es seguro que los resultados que obtendremos serán los mejores. Esta puede considerarse como la contribución del profesional de la Ingeniería Agrícola a las empresas, un profesional crítico que complementé y guie los procesos de diseño mediante el uso de programas.

Ya en campo, con el proyecto en instalación, el tener claros los conceptos de diseño ayudan a la solución de problemas debido a modificaciones, pudiendo en el corto plazo tomar decisiones respecto al planteamiento de la instalación, decisiones con respaldo técnico cuya ejecución mantiene o mejora el alcance del proyecto y por ende la satisfacción del cliente.

#### **4.5. Fase de ejecución**

Esta fase se trabajará en base al procedimiento del área de Operaciones de la empresa Equipos de Riego Corande S.A.C. Es el área de operaciones la que se encarga del proyecto hasta el cierre técnico en campo.

#### **4.5.1. Inicio de gestiones administrativas**

Para iniciar la instalación de un proyecto el área administrativa genera un número de referencia para los costos del proyecto y lo envía al área de ingeniería (diseño), logística y operaciones. Inmediatamente el área de ingeniería prepara una carpeta del proyecto en físico y digital conteniendo la propuesta técnica y económica, lista de materiales valorizados, el plano de replanteo impreso con las notas explicativas relevantes además de voltaje y potencia requerida, planos de instalación de tuberías, plano de centro de control.

Recibida esta información por el área de operaciones se debe coordinar una reunión con el cliente de preferencia en el campo.

Información necesaria para la reunión de inicio:

- Planos de instalación o replanteo del proyecto.
- Planos de centro de control.
- Cronograma tentativo de instalación.
- Relación de obligaciones de las partes.
- Requerimientos de recursos físicos y humanos que debe aportar el cliente.

Agenda de la reunión.

- El replanteo, sus alcances, momento y asistentes.
- El cronograma, reajuste a las posibilidades y requerimientos del cliente.
- Los recursos físicos y humanos que demandan el proyecto para la instalación y su operación.
- Los procedimientos de instalación, días y horario de trabajo.
- Los procedimientos administrativos (reportes y comunicaciones) estableciendo los interlocutores de Corande y del cliente.
- De ser el caso, se plantearán y someterán a discusión los asuntos que no hayan quedado claros en la propuesta.

Los resultados de la reunión deberán quedar consignados en un Acta de Reunión de Inicio, la cual debe ser enviada al representante del cliente.



#### **4.5.2. Replanteo**

Visita que hace el supervisor del área de operaciones para verificar la concordancia entre el plano de replanteo con los caminos, la ubicación de la caseta, el punto de captación de agua, observar y verificar el marco de plantación si fuere el caso; y las referencias de alturas de succión, carga instalada y voltaje para luego generar un informe de replanteo de forma clara y concisa según formatos estandarizados establecidos por la empresa. La visita de replanteo puede coincidir con la visita inicial realizada con el cliente en campo.

Al concluir la verificación de la información se debe validar o no está para poder ajustar cálculos, diseños y cronogramas.

#### **4.5.3. Cronograma y asignación de recursos**

Con base en lo acordado en la reunión de inicio y al replanteo se elaborará el cronograma del proyecto. Asignando de acuerdo con el cronograma el personal técnico y recursos en general que requiera el proyecto en base al presupuesto. (Ver Anexo 8)

Los rendimientos en las actividades del sector agrícola, especialmente en la instalación de proyectos de riego no están estandarizadas presentándose como una de las mayores problemáticas del sector, el calcular tiempos y recursos principalmente en la fase de ejecución de un proyecto resulta dificultosa y depende demasiado de la experiencia del personal a cargo, en este caso del supervisor.

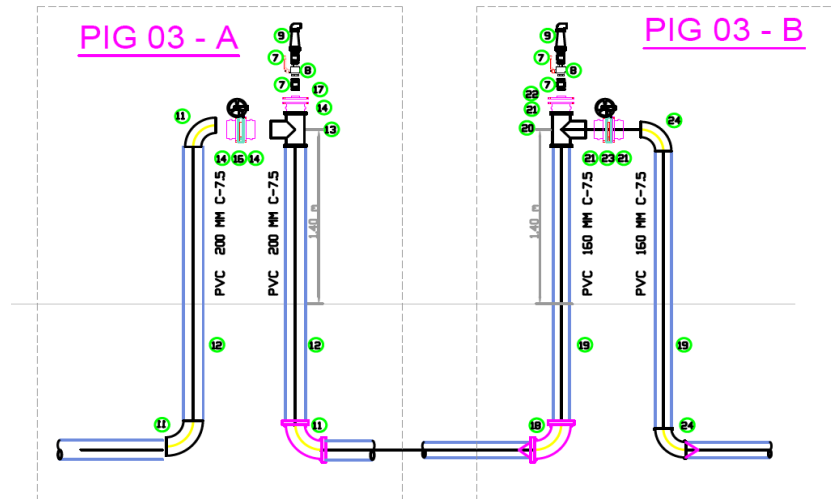
#### **4.5.4. Cubicación o metrado a detalle**

Labor que se realiza desde la finalización de la fase de diseño y consiste en la elaboración de diagramas de instalación a detalle y lista de materiales generando pedidos que logística se encarga de despachar hacia el proyecto oportunamente. Estos son parte de la carpeta enviada a campo para el inicio de la instalación.

La elaboración de diagramas de instalación a detalle sirve como guía para la instalación, especialmente para el personal técnico. El supervisor debe verificar la instalación se realice de acuerdo con los esquemas planteados, sin embargo, siempre se pueden presentar modificaciones que deben ser evaluadas técnicamente antes de proceder, siendo que la responsabilidad de la ejecución del proyecto recae en el supervisor, las decisiones deben ser

aprobadas por el.

La lista de materiales se genera en base a los esquemas, sirve en campo para verificar que los materiales detallados en los esquemas hayan sido pedidos. En la Figura 39 se presenta los esquemas para módulos de limpieza en tubería principal.



**Figura 39: Esquemas a detalle**

Fuente: Documentos de Ipesa Hydro S.A.C.

#### 4.5.5. Inicio de instalación

Proceso de inicio de las labores de instalación en campo donde todos los recursos calculados convergen, pudiendo mencionar:

- Supervisor de proyecto
- Técnico instalador de la red de tubería
- Técnico eléctrico y de automatización
- Técnico soldador y de mantenimiento
- Mano de obra no calificada
- Excavadora y retroexcavadora
- Tractor/ carreta para el traslado de materiales, principalmente tubería

El proceso de instalación sigue las siguientes etapas según lo ofertado en la propuesta técnica y económica del proyecto:

#### **4.5.5.1. Planificación de la instalación**

Con los recursos para la instalación en campo y con la presencia del cliente lo primero es establecer una capacitación sobre los procedimientos a seguir durante la instalación, definir la línea de mando y elegir jefes de cuadrilla, generalmente técnicos con experiencia en instalaciones.

Otro punto importante es definir qué sectores deben instalarse primeros que otros, esto debido a que nuestro proyecto es parte de un programa de proyectos que el cliente viene ejecutando a la par, así como la instalación del sistema de abastecimiento de agua o sistemas de riego podemos encontrar en el mismo lugar empresas habilitando de energía las nuevas zonas, empresas habilitando rutas de acceso, preparación de tierras, armado de estructuras para cultivos (parrones), por mencionar algunos.

La correcta planificación inicial ofrece un claro panorama al equipo de trabajo y permite fluidez al momento de ejecutar las labores de instalación sin interrumpir la labor de otros proveedores o del cliente mismo.

#### **4.5.5.2. Verificación de equipos y herramientas**

Verificar la operatividad de los equipos de excavación y tapado de zanjas como excavadoras, retroexcavadoras, cargadores frontales y tractores carreta verificando su buen estado; considerando que para este tipo de proyectos la disponibilidad de equipos es limitada, que un equipo se averíe en campo conlleva no solo a la generación de tiempos muertos que afectan el cronograma, sino también a pérdidas económicas. En la Figura 40 podemos apreciar una retroexcavadora luego de una revisión de rutina para verificar su estado.



**Figura 40: Revisión del estado de maquinaria para excavación**  
Proyecto 9502 AiB Olmos (2015)

También se debe verificar que el personal técnico y la mano de obra no calificada tenga las herramientas necesarias para el desarrollo de sus actividades, así como la correcta implementación de equipos de protección personal de acuerdo con la labor a realizar.

#### **4.5.5.3. Control de almacén**

Se debe establecer en campo una zona segura para utilizarla como almacén del proyecto y del material que oportunamente llega a campo, así como también establecer un responsable del control de salida de materiales a campo para la instalación. El llevar este control permite realizar evaluaciones de avance y valorizaciones en el periodo de tiempo que se estime correcto.

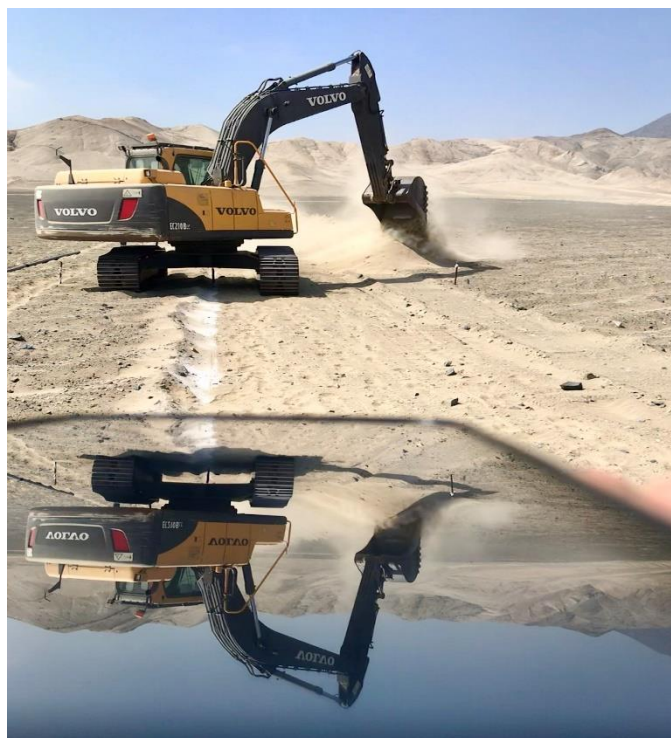
Sin embargo, no solo el control es importante, también la correcta recepción, disposición y almacenaje de los materiales. Como se muestra en la Figura 41, la recepción de tuberías en campo se trata de realizar generalmente en la zona de instalación.



**Figura 41: Descarga de tubería en proyecto**  
Proyecto 9727 Rapel Sifón 12 (2017)

#### **4.5.5.4. Trazado, excavación y tapado de zanjas**

El trazado en campo se realiza de acuerdo con la dimensión del proyecto con la ayuda de equipo topográfico o manualmente con wincha y estacas, se debe considerar caminos futuros, marco de plantación, infraestructura existente y futura, líneas de energía y límites de terreno. En la Figura 42 se muestra el trazado y excavación de zanjas.



**Figura 42: Trazado y excavación de zanjas**  
Proyecto Ipesa Hydro Arándano 12 (2019)

#### 4.5.5.5. Instalación de red de tuberías

Para la instalación de las redes de tuberías en la empresa Corande no se tenía un procedimiento de realización de pruebas hidráulicas o neumáticas por tramos que verifiquen la inexistencia de fugas; por ende, la labor de instalación de la red de tuberías debe ser ejecutada por un técnico calificado y con experiencia para reducir el margen de error.

Esta labor se respalda en la anterior de excavación y tapado de zanjas, ya que para iniciar la instalación se debe contar con una base nivelada y para finalizarla se debe proceder con un tapado cuidadoso con una capa de material fino.

#### 4.5.5.6. Instalación de equipos de bombeo y manifold de acero

Labor a cargo de un técnico soldador y de montaje, para los proyectos ejecutados con la empresa Corande el material bruto para la elaboración de los manifolds de acero era enviado a campo para su fabricación *in situó* a la par de los filtros, válvulas, medidores y equipos de bombeo. Para esta labor es importante contar con un plano del cabezal de bombeo detallado, con medidas exactas y adaptadas a la infraestructura existente en la caseta.

En la Figura 43 se muestra el proceso de armado de manifolds de acero, instalación de bombas y filtros en la caseta de riego.



**Figura 43: Proceso de soldado de manifold de acero**

Proyecto 9792 Fegurri 12 (2018)

#### **4.5.5.7. Instalación eléctrica y de automatización**

Labor a cargo de un técnico electricista y de automatización, para los proyectos ejecutados con la empresa Corande el tablero de control eléctrico según su tipo llega ensamblado a campo, teniendo solamente que hacer la conexión de este a los motores previamente instalador por el técnico soldador y de montaje.

El técnico también se encarga del montaje del controlador de riego automático generalmente para equipos de riego presurizado, de realizar la programación y de hacer las conexiones necesarias para la correcta comunicación entre este y los elementos del sistema de riego como tableros, sensores, antenas y válvulas.

#### **4.5.6. Entregable de la fase de ejecución**

Finalizado el proceso de ejecución del proyecto se debe obtener un único entregable representado por el proyecto instalado en su totalidad y listo para las pruebas hidráulicas.

#### **4.5.7. Aportes profesionales en la fase de ejecución**

Sumadas a las competencias y habilidades mencionadas en las fases de iniciación, planificación y diseño, en la fase de ejecución podemos mencionar como contribución la capacidad de respuesta rápida en la toma de decisiones frente a problemas o cambios, dando fluidez al proyecto, respetando el alcance y cronograma.

En esta etapa también podemos mencionar como contribución del profesional de Ingeniería Agrícola, la capacidad de gestionar óptimamente los recursos, siendo los principales recursos en esta etapa la maquinaria y la mano de obra. El control de maquinaria se basa en habilidades y conceptos de cursos impartidos por el departamento de maquinaria durante la formación profesional, complementos perfectos en esta labor. Para el control de mano de obra, habilidades blandas como la gestión de conflictos, gestión de tiempo y las habilidades de comunicación, son la base para su control.

Sin embargo, la principal contribución durante la ejecución de proyectos en la empresa fue la estandarización y mejora continua de las instalaciones, llegando a obtener un manual de Operaciones con todos los procesos estandarizados, de esta forma un proyecto ejecutado en la zona sur del país tiene las mismas características de calidad de un proyecto ejecutado en

la zona norte.


#### 4.6. Fase de monitoreo y control

Esta fase retroalimenta a la fase de ejecución y ambos lograr terminar el proyecto casi de forma paralela.

##### 4.6.1. Reportes de avance

Referido al envío de un reporte semanal de avance utilizando un formato establecido, el cual incluye un resumen de las actividades registradas en el cronograma del proyecto con los comentarios correspondientes y las incidencias importantes del proyecto. En la Figura 44 se presenta el esquema del avance de proyectos usado en el reporte semanal en la empresa Equipos de Riego Corande S.A.C.

Anexo N° PR-GOP-01-C  
**REPORTE DE AVANCE DE PROYECTOS**



REPORTE DE AVANCE DE PROYECTOS-CHALACALA Nombre de la tarea	DURACION	EST	ESTIMACION INICIAL		REAL/PROYECTADO		COMENTARIOS
			Inicio	Finalizar	Inicio	Finalizar	
<b>TRABAJOS PREVIOS</b>		1					
<b>EQUIPO2</b>		1					
Marco de plantación		1					
Trazado de zanjas		1					
Excavación de zanjas		1					
Instalación de la red y válvulas		1					
<b>EQUIPO1</b>		1					
Trazado de zanjas		1					
Excavación de zanjas		1					
Instalación de PVC y válvulas		1					
<b>CAMINOS E HIDRANTES</b>		1					
Trazado de zanjas		1					
Excavación de zanjas	10,000.00	30	28/09/15	28/10/15	30/09/2015		
Instalación de PVC	15,000.00	45	30/09/15	14/11/15			
Instalación de emisores (aspersores)	2,000.00	15	05/10/15	20/10/15			
<b>CENTRO DE CONTROL</b>		1					
Construcción reservorio		1					
Construcción de la losa		1					
Instalación bombas y filtros		1					
Interconexión de equipo existente a la red		1					
Instalación Sist. fertilización		1					
Instalación Sist. automatización		1					
Lavado y pruebas		1					
Tendido de líneas		1					
<b>PRUEBAS Y ENTREGA</b>		1					
Calibración y pruebas (3 p)		1					
Entrega		1					

**Figura 44: Reporte de avances de proyectos**

Fuente. Manual de Operaciones de Corande S.A.C.

##### 4.6.2. Seguimiento y comunicación de avance

El cronograma debe ser actualizado semanalmente, tomando como base la información del reporte de avance y la información proporcionada, esta deberá ser contrastada con el área de logística verificando el oportuno envío y llegada de materiales.

Se debe verificar además que tareas específicas se requieren durante la ejecución del proyecto, de manera que se resuelvan todos los asuntos que se vayan presentando. También se debe comunicar formalmente al cliente sobre los avances y las coordinaciones en campo.




### 4.6.3. Prueba y regulación inicial del sistema

Una vez finalizada la instalación del proyecto, se deberá realizar la puesta en marcha y una prueba general del equipo impulsando agua para lavar las tuberías, verificar funcionamiento de bombas, tablero eléctrico, programador de riego y válvulas en general, para lo cual podemos ayudarnos de una lista de puesta en marcha según la Tabla 37 y un formato de registro de parámetros importantes como el de la Figura 48, en el que se registran a parte del caudal entregado, las presiones en los equipos de la impulsión. Los parámetros registrados en las pruebas iniciales serán los mismos registrados antes de la entrega del equipo, por ende, el formato de la Figura 45 es aplicable para ambos casos.

Teniendo en cuenta que no se realizaron pruebas de hermeticidad por tramos en la impulsión, es común que se produzca alguna falla, esta deberá ser reparada en el corto plazo para realizar las pruebas finales.

**Tabla 37: Lista de chequeo para inicio de operación**

CHECK LIST DE INICIO DE OPERACIÓN							
PASO	TAREA	SUB-TAREA	VERIFICACIÓN / RECOMENDACIÓN	TIPO DE INSTALACIÓN		VALORES CORRECTOS	
				SUCCION POSITIVA	SUCCION NEGATIVA		
1	PASOS PARA EL ENCENDIDO DE LA BOMBA	A	Inspección física del manifold	Válvulas mariposa completamente abierta en tubería de succión.	✓	-	-
				Válvulas mariposa completamente abierta en tubería de descarga. De tener la tubería descargada, mantener semi abierta hasta llenar el sistema.	✓	✓	-
				Tubería de succión cebada (llena de agua)	✓	✓	-
				De contar con válvula reguladora y/o sostenedora, verificar la correcta posición de la válvula tres vías.	✓	✓	-
		B	Inspección del tablero eléctrico	Voltaje disponible +-5% del nominal.	-	-	420-460
				Voltaje disponible +-5% en las tres fases, usando el selector de fases RLS	-	-	420-460
				Perilla Manual automático en correcta posición	-	-	-
C	Luego de los pasos A y B y confirmada la apertura de válvulas en campo (de regar de forma manual) se puede proceder a dar encendido del sistema.						
2	REVISIÓN DE PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO	D	Amperaje de consumo del motor	El amperaje leído en el amperímetro debe ser <b>inferior</b> al que figura en la placa del motor, esto trabajando en los rangos de voltaje indicados en el punto 1B.	-	-	Según placa de motor
		E	Presión del sistema	La presión en el sistema debe subir constantemente hasta estabilizarse en el valor según diseño. Si esto no sucede se debe apagar el motor y revisar alguna posible falla	-	-	según reporte de diseño
				Tras estabilizarse, la presión debe ser la que se indica en los reportes de diseño	-	-	según reporte de diseño
F	Caudal del sistema	Los primeros minutos el caudal de consumo es elevado y debe ir en disminución hasta estabilizarse.	-	-	según reporte de diseño		

Fuente: Equipos de Riego Corande S.A.C.



Anexo N° PR-GOP-01-G

**PRESIONES REGISTRADAS PARA LA ENTREGA DE IMPULSIÓN**

Cliente \_\_\_\_\_  
 Olivos Corande \_\_\_\_\_  
 Proyecto \_\_\_\_\_  
 Carpeta \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

ESTANQUE HIDRONEUM ÁTICO			
Capacidad lts.	Cantidad	Conexión Dn.	* Presión aire comprimido (m.c.a)

\* La presión del aire comprimido en el estanque hidroneumático se debe medir asegurándose que no tenga agua en su interior y debe verificarse, al menos, una vez cada seis meses.

**MEDICIONES EN TERRENO**

Presión estática (m.c.a.)	Presión en régimen (m.c.a.)	Detención diferida	
		Presión máxima (m.c.a.)	Presión mínima (m.c.a.)

Caudal Impulsión L/s (al es posible medir)	Detención corte de energía	
	Presión máxima (m.c.a.)	Presión mínima (m.c.a.)

**OBSERVACIONES GENERALES**


\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA CLIENTE

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA REPRESENTANTE DE OLIVOS CORANDE

**Figura 45: Formato de prueba y regulación para una impulsión**

Fuente. Manual de Operaciones de Corande S.A.C.

#### 4.7. Fase de cierre y entrega

Realizadas las pruebas del sistema y la regulación, evaluando cómo se comporta el equipo durante un periodo de tiempo, se procede a la firma del acta de entrega no sin antes verificar nuevamente los parámetros de funcionamiento. El cierre técnico de un proyecto se realiza en campo con el cliente firmando el acta de conformidad que se muestra en la Figura 46 y entregando el manual de operación y mantenimiento general cuyo capítulo 9 “Mantenimientos preventivos generales” se incluye como anexo del presente trabajo (Ver Anexo 7)



### ACTA DE CONFORMIDAD DE PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE RIEGO

PROYECTO	<b>Impulsión R1R2</b>	CNUM	<b>9793</b>
----------	-----------------------	------	-------------

Por medio de la presente Acta, los que suscribimos, declaramos y certificamos que en la fecha se ha culminado la entrega del proyecto **9793 Impulsión R1R2, funcionando** entre los fundos **Las Brujas y El Puma** de propiedad de **Fegurri S.A.C.** Realizada por la Empresa **EQUIPOS DE RIEGO CORANDE S.A.C.** según los términos del contrato suscrito por las partes.

Los participantes en este acto son:  
Por **Fegurri S.A.C.**

..... DNI (CE) .....

Por **EQUIPOS DE RIEGO CORANDE S.A.C.**,

Representante de la empresa **Gilmer Chicana Díaz** DNI 46504634

Declaramos, que se han efectuado las pruebas de campo y dejamos constancia que la instalación se ha cumplido de acuerdo a la propuesta técnica económica del proyecto (**PRESUPUESTO N° 1412B-FEGURRI R2 Imp Eq1,2-08**), según lo acredita el cuadro de mediciones y datos adjunto, que figura como anexo y es parte de este instrumento, en fe de lo cual, suscribimos la presente acta de conformidad siendo las **15:00** horas del día **07** de **Setiembre** del 2018.

Perú  
sario Suárez 121  
San de Miraflores  
Lima 29  
51-1)281 - 4242  
www.corande.pe  
tas@corande.pe

\_\_\_\_\_  
**Gilmer Chicana Díaz**  
**SUPERVISOR DE OPERACIONES NORTE**  
**Equipos de Riego Corande S.A.C.**

\_\_\_\_\_  
.....  
.....  
**Fegurri S.A.C.**

**Figura 46: Formato de acta de conformidad**

Fuente. Manual de Operaciones de Corande S.A.C.

#### **4.7.1. Aportes profesionales en las fases de monitoreo, control y cierre**

En la fase de monitoreo podríamos destacar la capacidad del profesional de Ingeniería Agrícola para la transmisión y manejo de información de forma clara y precisa, basado en su conocimiento y concepción total en proyectos de riego y abastecimiento. Siendo fluido el manejo de la información la solución de problemas también lo será.

Durante la evaluación y pruebas del equipo los conceptos de diseño e instalación se toman como base para la explicación de cualquier situación no prevista y su solución, pudiendo realizar el cierre técnico del proyecto y su entrega en campo funcionando según lo ofrecido.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

- Se realizó el diseño, ejecución y evaluación de la impulsión de agua con fines de riego garantizando el abastecimiento de los reservorios de las nuevas áreas de cultivo generando la oportunidad para el uso de agua.
- Se desarrollo la planificación y diseño hidráulico de la impulsión teniendo en cuenta parámetros técnicos adecuados, las condiciones de campo y los requerimientos del cliente.
- Se efectuó la evaluación del funcionamiento y el registro de parámetros de la red de impulsión antes de la entrega al cliente, verificando el cumplimiento de lo ofertado al cliente en la propuesta técnico- económica.
- Paralelamente al diseño de sistemas de riego presurizado eficientes a nivel hídrico y energético, el diseño e implementación de impulsiones o redes de distribución en fundos agrícolas se convierte en parte vital del desarrollo del fundo. Un fenómeno para considerarse en el diseño de impulsiones es el golpe de ariete, fenómeno cuyo estudio es fundamental en el dimensionamiento de tuberías y mecánicos de protección y control frente a sobrepresiones.

### **5.2. Recomendaciones**

- La importancia de la fase inicial del proyecto recae en el levantamiento de información en campo, según la precisión de esta información se obtendrá un diseño funcional acorde a los requerimientos del cliente, se recomienda tener especial cuidado en esta fase pues es la base del desarrollo del proyecto.
- El diseño de redes hidráulicas puede realizarse en la actualidad por diversos métodos manuales y programas de cálculo especializados, cada uno debe usarse con extremo cuidado ya que de no seguir las restricciones del método en uso los cálculos obtenidos afectaran el diseño final.

- La ejecución y control de un proyecto donde la principal limitante es el tiempo debe ser manejado por un profesional con experiencia en el campo temático, que tome decisiones y controle recursos de forma óptima, que comunique y pida información, que realice coordinaciones con el cliente y principalmente que logre los objetivos planteados.
- El buen funcionamiento de un proyecto durante los años no solo depende del correcto diseño e instalación, sino también de un proceso de mantenimiento continuo a los equipos. Se recomienda luego de la instalación cumplir con el plan de mantenimiento establecido en el manual de entrega del proyecto.
- Frente al fenómeno del golpe de ariete, es preferible considerar mecanismos de protección y control en el sistema bien calibrados; con lo cual anula la necesidad de considerar dimensionar la tubería en base a la sobrepresión generada por el golpe de ariete.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Bernad Abastecimiento de Agua (2019). Válvula de control anticipadora de onda, Serie 700.

Corande. (2016). Proceso de Operaciones, Equipos de Riego Olivos Corande. Versión 2.

De Azevedo Netto, J.M. y Acosta, A.G. (1975). Manual de Hidráulica. Sao Paulo: HARLA

Dorot Control Valves (2010), Catalogo válvulas Serie 100. pp. 15-16, 18, 24.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (2017). Manual del cultivo de uva de mesa. 57 pp.

Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, La Habana, Cuba.

Mendiluce, E. (2015). Golpe de ariete en impulsiones. Ed. Rev. Madrid ES. Librería Técnica Bellisco. 150 pp.

Organización Panamericana de la Salud (OMS). (2004). Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. pp. 4, 7.

Ortiz Masek, G. (2006). *El golpe de ariete en sistemas de abastecimiento de agua potable*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. pp. 2, 4, 7, 15.

Project Management Institute (PMI) (2017). Guía de los fundamentos para dirección de proyectos del PMBOK. (6° ed.). Project Management Institute, Inc. 765 pp.

## **VII. ANEXOS**



Sistema completo de tuberías y accesorios de PVC-U para **AGUA A PRESIÓN**  
Drenaje y alcantarillado enterrado con presión



**PAVCO**  
wavin



**NTP ISO 1452-2: 2011**  
(Revisado 2016)

Factor de Seguridad 2.5

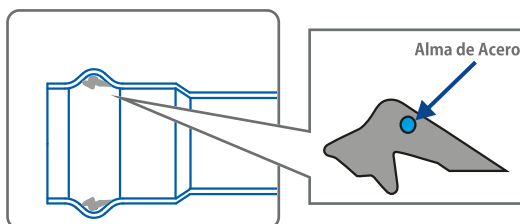
DN	Longitud		CLASE 5		CLASE 6.3		CLASE 7.5		CLASE 8		CLASE 10	
			PN 5		PN 6.3		PN 7.5		PN 8		PN 10	
			Serie 20		Serie 16		Serie 13.3		Serie 12.5		Serie 10	
(mm)	Total (m)	Util (m) aprox.	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)
63	6.0	5.90	1.6	2.83	2.0	3.52	2.3	4.02	2.5	4.36	3.0	5.18
75	6.0	5.89	1.9	4.00	2.3	4.82	2.8	5.82	2.9	6.02	3.6	7.39
90	6.0	5.89	2.2	5.57	2.8	7.03	3.3	8.23	3.5	8.71	4.3	10.60
110	6.0	5.88	2.7	8.35	3.4	10.45	4.0	12.21	4.2	12.79	5.3	15.96
140	6.0	5.87	3.5	13.77	4.3	16.82	5.1	19.81	5.4	20.39	6.7	25.69
160	6.0	5.85	4.0	18.00	4.9	21.93	5.8	25.77	6.2	27.48	7.7	33.75
200	6.0	5.84	4.9	27.62	6.2	34.72	7.3	40.59	7.7	42.72	9.6	52.67
250	6.0	5.81	6.2	43.76	7.7	54.01	9.1	63.36	9.6	70	11.9	81.75
315	6.0	5.77	7.7	68.58	9.7	85.83	11.4	100.12	12.1	106.02	15.0	129.92
355	6.0	5.75	8.7	87.41	10.9	108.82	12.9	127.78	13.6	134.43	16.9	165.11
400	6.0	5.74	9.8	110.98	12.3	138.40	14.5	161.89	15.3	170.46	19.1	210.26
450	6.0	5.70	11.0	140.01	13.8	174.52	16.3	204.59	17.2	215.43	21.5	266.13
500	6.0	5.69	12.3	174.16	15.3	215.30	18.1	252.73	19.1	266.14	23.9	329.06
560	6.0	5.73	13.7	218.95	17.2	273.12	20.3	319.82	21.4	336.46	26.7	414.79
630	6.0	5.62	15.4	275.14	19.3	342.61	22.8	401.51				

DN	Longitud		CLASE 12.5		CLASE 15		CLASE 16		CLASE 20	
			PN 12.5		PN 15		PN 16		PN 20	
			Serie 8		Serie 6.6		Serie 6.3		Serie 5	
(mm)	Total (m)	Util (m) aprox.	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)
63	6.0	5.90	3.8	6.47	4.4	7.41	4.7	7.88	5.8	9.54
75	6.0	5.89	4.5	9.12	5.3	10.62	5.6	11.17	6.8	13.33
90	6.0	5.89	5.4	13.14	6.3	15.15	6.7	16.04	8.2	19.28
110	6.0	5.88	6.6	19.63	7.7	22.64	8.1	23.72	10.0	28.74
140	6.0	5.87	8.3	31.44	9.8	36.68	10.3	38.40	12.7	46.47
160	6.0	5.85	9.5	41.15	11.2	47.93	11.8	50.30	14.6	61.05
200	6.0	5.84	11.9	64.50	14.0	74.98	14.7	78.43	18.2	95.27
250	6.0	5.81	14.8	100.43	17.5	117.30	18.4	122.85		
315	6.0	5.77	18.7	159.96	22.0	185.92	23.2	195.26		
355	6.0	5.75	21.1	203.57	24.8	236.39	26.1	247.80		
400	6.0	5.74	23.7	257.74	28.0	300.72	29.4	314.56		

**CARACTERÍSTICAS DE LOS ANILLOS**

Tipo de anillo	Anillo de caucho Junta Segura con alma de acero
Material	SBR (Styrene-Butadiene Rubber) más caucho natural
Norma que cumplen	NTP ISO 4633 / EN 681-1
Color	Negro
Estandares internacionales	NSF STD.61
Dureza (IRHD)	50 ± 5

**ANILLO JUNTA SEGURA**



**MATERIA PRIMA**

La materia prima es PVC-U y como estabilizante se utiliza estaño o calcio-zinc. No utilizamos el plomo como estabilizante para la fabricación de tuberías y conexiones.

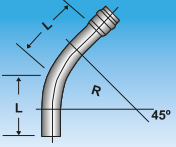
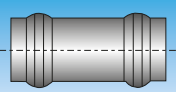
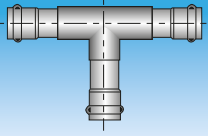
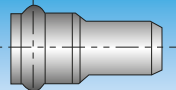
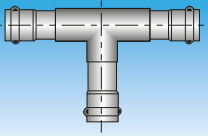
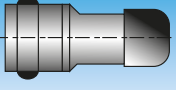
**Anillos de dureza (IRHD) 60±5**

Serán utilizados para tubos de PN mayor o igual 15 en los diámetros de 315 mm.



# Accesorios a Presión Junta Segura PN10

Curvas, uniones y reducciones termoformadas  
Tee y tapones termoformados con cuerpo inyectado o tee inyectados

					<b>CURVA</b> 90°, 45°, 22° 30'										<b>UNIÓN DE REPARACIÓN</b>				
$\phi$ mm 63 75 90 110 140 160 200 250 315					$\phi$ mm 63 75 90 110 140 160 200 250 315														
					<b>TEE REDUC.</b> UF-UF-UF UF-SP-UF <small>(*) Consultar Previamente</small>										<b>REDUCCIÓN</b>				
75 x 63 140 x 90 200 x 75 250 x 160*					75 x 63 140 x 90 200 x 140														
90 x 63 140 x 110 200 x 90 250 x 200*					90 x 63 140 x 110 200 x 160														
90 x 75 160 x 63 200 x 110 315 x 90					90 x 75 — 250 x 140														
110 x 63 160 x 75 200 x 140 315 x 110					110 x 63 160 x 90 250 x 160														
110 x 75 160 x 90 200 x 160 315 x 140					110 x 75 160 x 110 250 x 200														
110 x 90 160 x 110 250 x 90 315 x 160*					110 x 90 160 x 140 315 x 160														
140 x 63 160 x 140 250 x 110 315 x 200*					— 200 x 90 315 x 200														
140 x 75 200 x 63 250 x 140 315 x 250*					140 x 75 200 x 110 315 x 250														
					<b>TEE UF</b>										<b>TAPÓN UF</b>				
$\phi$ mm 63 75 90 110 140 160 200 250 315					$\phi$ mm 63 75 90 110 140 160 200 250 315														

## CURVADO DE TUBERÍAS EN ZANJA

DIÁMETRO EXTERNO (mm)	RADIO R (m)	DESVIÓ a (m)
63	19.0	0.94
75	22.6	0.80
90	27.0	0.66
110	33.0	0.54
140	42.0	0.43
160	48.0	0.37
225	68.0	0.27
280	84.0	0.21
315	95.0	0.19
400	135.0	0.15

Según NTP ISO/TR 4191

### TUBO + ANILLO = UNA SOLA PIEZA

- Por ser un sistema integrado, el Sistema **Junta Segura** imposibilita que el aro sea removido, evitando su pérdida y las consecuentes paralizaciones de obra. También evita la incorrecta instalación de los anillos, como sucede a menudo en las tuberías convencionales, no dando lugar a fugas y/o infiltraciones.
- PAVCO Junta Segura** elimina las posibilidades de error en la instalación, sencillamente porque el anillo integrado "es parte del tubo", con lo que el trabajo se limita solamente a la conexión de un tubo. No se produce el desplazamiento del anillo durante la instalación o en servicio.

### CERTIFICADO DE SALUBRIDAD

- Los anillos **junta segura** empleada en los tubos cuenta con la certificación \*NSF = National Safety Foundation.
- La NSF internacional certifica que los productos en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano no sean tóxicos. (Esta certificación es obligatoria en la mayoría de los países.)



#### Advertencia:

La exposición directa al fuego de tuberías PVC ocasiona la pérdida de sus propiedades físicas y mecánicas.

### COEFICIENTES DE FRICCIÓN

#### Rugosidad Absoluta

$$k_s = 0.0000015 \text{ m}$$

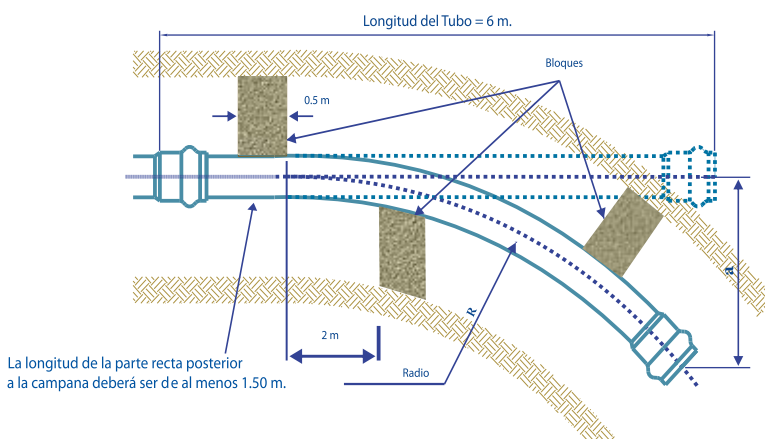
#### Coefficiente de Hazen Williams

$$C_{HW} = 150$$

#### Coefficiente de Manning

$$n_{\text{Manning}} = 0.009$$

NOTA: Consultar portafolio hasta 630mm



MEXICHEM PERÚ S.A.

Av. Nugget 555, Lima10 - Perú . Telf.: (51-1) 362-0016.

http://www.pavcowavin.com.pe / e-mail:ventasperu@wavin.com

## FICHA TÉCNICA

**PRODUCTO** : TUBO DE ACERO AL CARBONO

**TIPO** : SCHEDULE 40 - SIN COSTURA (SEAMLESS), Gr. B

**NORMAS** : ASTM A-53, A-106, API 5L

**ORIGEN** : CHINA

### TABLA DE MEDIDAS

N.D.		O.D.		SCH 40				PSI
				WALL THICKNESS		NOMINAL WEIGHT		
Item	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(kg/mtrs)	(lbs/ft)	
1	1/4"	13.7	0.54	2.24	0.088	0.63	0.42	700
2	3/8"	17.1	0.675	2.31	0.091	0.84	0.57	700
3	1/2"	21.3	0.84	2.77	0.109	1.27	0.85	700
4	3/4"	26.7	1.05	2.87	0.113	1.69	1.13	700
5	1"	33.4	1.32	3.38	0.133	2.50	1.68	700
6	1 1/4"	42.2	1.66	3.56	0.140	3.39	2.27	1300
7	1 1/2"	48.3	1.90	3.68	0.145	4.05	2.72	1300
8	2"	60.3	2.375	3.91	0.154	5.44	3.65	2500
9	2 1/2"	73.0	2.875	5.16	0.203	8.63	5.79	2500
10	3"	88.9	3.500	5.49	0.216	11.29	7.58	2500
11	4"	114.3	4.500	6.02	0.237	16.07	10.79	2210
12	5"	141.3	5.563	6.55	0.258	21.77	14.62	1950
13	6"	168.3	6.625	7.11	0.280	28.26	18.97	1780
14	8"	219.1	8.625	8.18	0.322	42.55	28.55	1570
15	10"	273.0	10.750	9.27	0.365	60.29	40.48	1430
16	12"	323.8	12.750	10.31	0.406	79.70	53.52	1340
17	14"	355.6	14.000	11.13	0.438	94.55	63.44	1310
18	16"	406.4	16.000	12.70	0.500	123.30	82.77	1310

### CARACTERÍSTICAS:

- Presentación en Largos de 6 mts (Simples) o 12 mts.(Dobles)
- Extremos Biselados ó Planos
- Grado B

### TOLERANCIAS:

- Espesor: No menor a 12.5% del espesor nominal (Ver Tabla)
- Peso: +/- 10% del Peso nominal (Ver Tabla)

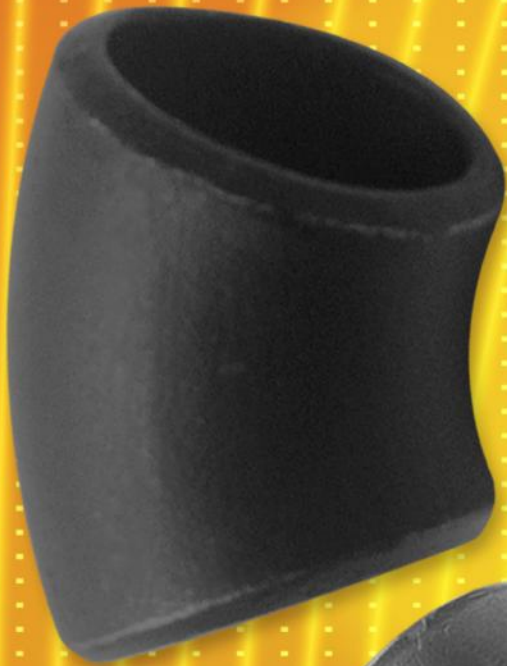
- Diámetro Exterior: Para tubos  $\leq 1 \frac{1}{2}$ "(N.D) el O.D  $\rightarrow$  +/- 1/64 inch (0.40 mm)
- Diámetro Exterior: Para tubos  $\geq 2$ " (N.D) el O.D  $\rightarrow$  +/- 1% de la Tabla
- Largos Simples (Single-random lengths) entre 4.88 mt. a 6.71mt.
- Largos Doble (Double-random lengths), encima de 6.71 mt. con un promedio no menor a 10.67 mt.

**USOS:**

- ASTM A53, Tubos para la conducción de fluidos y gases principalmente, uso en los sectores petroquímica, pesca, minería, sistemas contra incendio e industria en general.
- ASTM A106, Tubos para servicios de altas temperaturas.
- API 5L, Tubos de línea para la industria Petrolera.

06/05/2014

**F. Eberhardt S.A.**



**CONEXIONES  
SOLDABLES**

Las dimensiones estan listadas en las páginas siguientes debajo de cada artículo expresadas en pulgadas solo para propósito de estimación. Sujetas a cambios sin previo aviso.



CONEXIONES SOLDABLES

**CIFUNSA**®

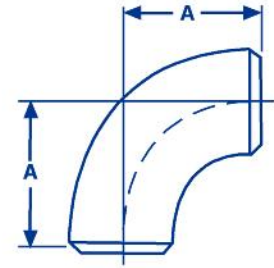


## Codo 90° de cuello largo

90 ° Elbow

**Cédula 40**

**Acero al carbón soldable**



MEDIDA	DIÁMETRO EXTERIOR EN EL BISEL	CENTRO AL EXTREMO A
1/2	0.84	1.50
3/4	1.05	1.50
1	1.32	1.50
1 1/4	1.66	1.88
1 1/2	1.90	2.25
2	2.38	3.00
2 1/2	2.88	3.75
3	3.50	4.50
4	4.50	6.00
6	6.62	9.00
8	8.62	12.00
10	10.75	15.00
12	12.75	18.00
14	14.00	21.00
16	16.00	24.00

Notas generales: Todas las dimensiones están en pulgadas.

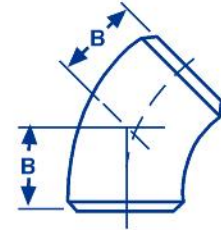


## Codo 45° de cuello largo

45° Elbow

**Cédula 40**

**Acero al carbón soldable**



MEDIDA	DIÁMETRO EXTERIOR EN EL BISEL	CENTRO AL EXTREMO B
1/2	0.84	0.62
3/4	1.05	0.75
1	1.32	0.88
1 1/4	1.66	1.00
1 1/2	1.90	1.12
2	2.38	1.38
2 1/2	2.88	1.75
3	3.50	2.00
4	4.50	2.50
6	6.62	3.75
8	8.62	5.00
10	10.75	6.25
12	12.75	7.50
14	14.00	8.75
16	16.00	10.0

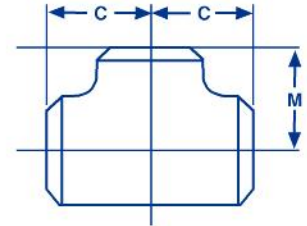
Notas generales: Todas las dimensiones están en pulgadas.



## Tee

*Tee*

**Cédula 40**  
**Acero al carbón soldable**



MEDIDA	DIÁMETRO EXTERIOR EN EL BISEL	CENTRO AL EXTREMO	
		C	M
1/2	0.84	1.00	1.00
3/4	1.05	1.12	1.12
1	1.32	1.50	1.50
1 1/4	1.66	1.88	1.88
1 1/2	1.90	2.25	2.25
2	2.38	2.50	2.50
2 1/2	2.88	3.00	3.00
3	3.50	3.38	3.38
4	4.50	4.12	4.12
5	5.56	4.88	4.88
6	6.62	5.62	5.62
8	8.62	7.00	7.00
10	10.75	8.50	8.50
12	12.75	10.00	10.00
14	14.00	11.00	11.00
16	16.00	12.00	12.00

Notas generales: Todas las dimensiones están en pulgadas.



## Tapón Cachucha

Cap

**Cédula 40**  
**Acero al carbón soldable**



MEDIDA	DIÁMETRO EXTERIOR EN EL BISEL	LONGITUD E	LÍMITE DE ESPESOR DE PARED PARA UNA LONGITUD E	LONGITUD E <sub>1</sub>
1/2	0.84	1.00	0.18	1.00
3/4	1.05	1.00	0.15	1.00
1	1.32	1.50	0.18	1.50
1 1/4	1.66	1.50	0.18	1.50
1 1/2	1.90	1.50	0.19	1.50
2	2.38	1.50	0.22	1.75
2 1/2	2.88	1.50	0.28	2.00
3	3.50	2.00	0.30	2.50
4	4.50	2.50	0.34	3.00
5	5.56	3.00	0.38	3.50
6	6.62	3.50	0.43	4.00
8	8.62	4.00	0.50	5.00
10	10.75	5.00	0.50	6.00
12	12.75	6.00	0.50	7.00
14	14.00	6.50	0.50	7.50
16	16.00	7.00	0.50	8.00

**Notas generales:**

- Todas las dimensiones están en pulgadas.
- La forma de esta conexión es elipsoidal y cumple con lo especificado por la norma ASME.
- La longitud E aplica para un espesor que no exceda lo descrito en la columna "LÍMITE DE ESPESOR DE PARED PARA UNA LONGITUD E".
- La longitud E<sub>1</sub> aplica para un espesor mayor que lo descrito en la columna "LÍMITE DE ESPESOR DE PARED" para medidas de 24" y menores. Para medidas de 26" y mayores, la longitud de E<sub>1</sub> puede ser acordada entre el fabricante y el comprador.



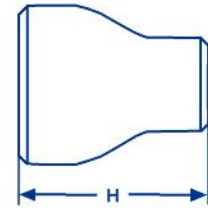


## Reducción Concéntrica

*Reducing couplings*

**Cédula 40**

**Acero al carbón soldable**



MEDIDA	DIÁMETRO EXTERIOR EN EL BISEL		PUNTA A PUNTA H
	EXTREMO GRANDE	EXTREMO PEQUEÑO	
1 x 1/2	1.32	0.84	2.00
1 1/2 x 1	1.90	1.32	2.50
2 x 1 1/2	2.38	1.90	3.00
2 x 1 1/4	2.38	1.66	3.00
2 x 1	2.88	1.32	3.00
2 x 3/4	2.38	1.05	3.00
2 1/2 x 2	2.38	2.38	3.50
2 1/2 x 1 1/2	2.88	1.90	3.50
3 x 2 1/2	3.50	2.88	3.50
3 x 2	3.50	2.38	3.50
3 x 1 1/2	3.50	1.90	3.50
3 x 1 1/4	3.50	1.66	3.50
4 x 3	4.50	3.50	4.00
4 x 2 1/2	4.50	2.88	4.00
4 x 2	4.50	2.38	4.00
6 x 5	6.62	5.56	5.50
6 x 4	6.62	4.50	5.50
6 x 3	6.62	3.50	5.50
8 x 6	8.62	6.62	6.00
8 x 5	8.62	5.56	6.00
8 x 4	8.62	4.50	6.00
10 x 8	10.75	8.62	7.00
10 x 6	10.75	6.62	7.00
10 x 5	10.75	5.56	7.00
10 x 4	10.75	4.50	7.00
14 x 10	14.00	10.75	13.00
16 x 10	16.00	10.75	14.00

Notas generales: Todas las dimensiones están en pulgadas.



Product Catalogue

**DIM-B**

# DIM-B

Agricultural Irrigation  
Water Meter

**DIM-B**  
(Water Meters)



## Application

For measurement of high flows of cold potable water passing through the pipeline.

The best option to register water consumption if there is outside watering or sprinling at your farm.

## Working Conditions

Water temperature:  $\leq 40^{\circ}\text{C}$

Water pressure:  $\leq 1.6\text{MPa}$

## Consruction

The meter consists of a main body, a measuring mechanism and several connecting pieces.

## Working Principle

The meter uses a multi-bladed plastic paddle wheel mounted semi-inside the flow pipe. The flowing water causes the paddle wheel to rotate continuously, which in turn is connected to a register through mechanical and magnetic linkages. The volume of water which has passed the paddle wheel is then indicated on the register.



## Features

- Can be connected to a irrigation system for in-plant applications.
- Magnetic drive, lower transmission resistance.
- Sealed dry dial register ensures clear reading.
- Register can rotate more than  $360^{\circ}$  for easily reading in any position.
- The body is made of special cast iron coated with epoxy varnish treatment.
- Paddle wheel design resists blockage and damage to meter from solids in water .
- The measuring mechanism can be removable from the body for checking, maintaining and replacing, and the body needn t be dismantled from the pipe.
- Paddle wheel parts can be in common use for several sizes.
- Can be equipped with reed switch option (register can not rotate).
- Suitable for irrigation and waste water applications.

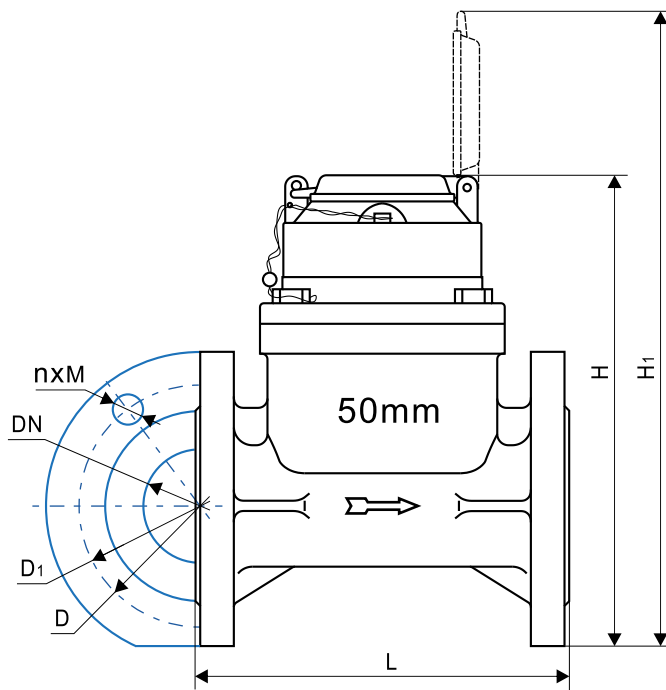
### Dimensions & Weights for pressure rating PN10

Nominal diameter	DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Length (mm)	L	200	200	225	250	250	300	350	450	500
Height (mm)	H	252	266	283.5	293.5	307	336.5	390	445.5	497.5
Working height (mm)	H1	338	352	369.5	379.5	393	422.5	476	531.5	583.5
Outside diameter (mm)	D	165	185	200	220	250	285	340	395	445
Circle diameter (mm)	D1	125	145	160	180	210	240	295	350	400
Connecting bolt quantity	nxM	4xM16		8xM16			8xM20		12xM20	
Meter weight (Kg)		10.5	11.8	15.5	17.5	19.5	30.5	42.5	58.5	80.5
Body weight (Kg)		8	9.3	13	15	17	28	40	56	78

### Dimensions & Weights for pressure rating PN16

Nominal diameter	DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Length (mm)	L	200	200	225	250	250	300	350	450	500
Height (mm)	H	256	266	283.5	293.5	307	336.5	393	446.5	502.5
Working height (mm)	H1	342	352	369.5	379.5	393	422.5	479	532.5	588.5
Outside diameter (mm)	D	165	185	200	220	250	285	340	405	460
Circle diameter (mm)	D1	125	145	160	180	210	240	295	355	410
Connecting bolt quantity	nxM	4xM16		8xM16			8xM20	12xM20	12xM24	
Meter weight (Kg)		10.5	11.8	15.5	17.5	19.5	30.5	41.1	60	82.5
Body weight (Kg)		8	9.3	13	15	17	28	38.6	57.5	80

### Dimension Picture



- Nominal diameter and arrow are indicated on the both sides of the meter body.
- The lid can open 180°.

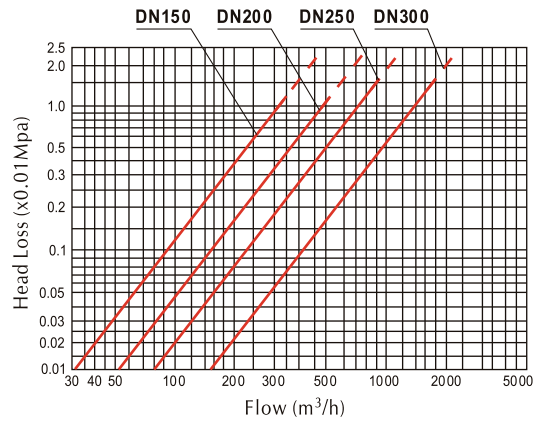
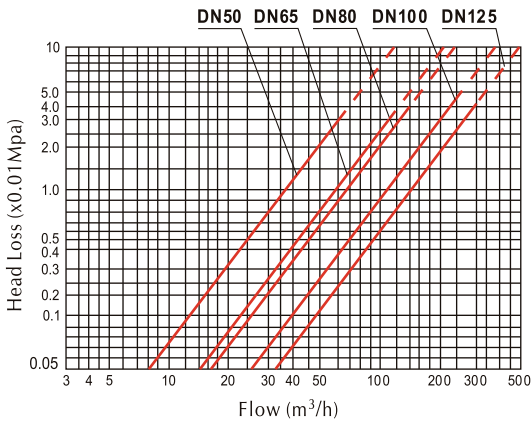
**Main Technical Data**

Nominal diameter	DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Maximum flow rate m <sup>3</sup> /h	Q <sub>max</sub>	70	100	150	250	350	500	900	1200	1600
Nominal flow rate m <sup>3</sup> /h	Q <sub>n</sub>	35	50	75	125	175	250	450	600	800
Transition flow rate m <sup>3</sup> /h	Q <sub>t</sub>	10.5	15	22.5	37.5	52.5	75	135	180	240
Minimum flow rate m <sup>3</sup> /h	Q <sub>min</sub>	2.8	4	6	10	14	20	36	48	64
Maximum reading m <sup>3</sup>		9999999.99						99999999.9		
Minimum reading m <sup>3</sup>		0.01						0.1		
Minimum graduation L		0.001						0.01		

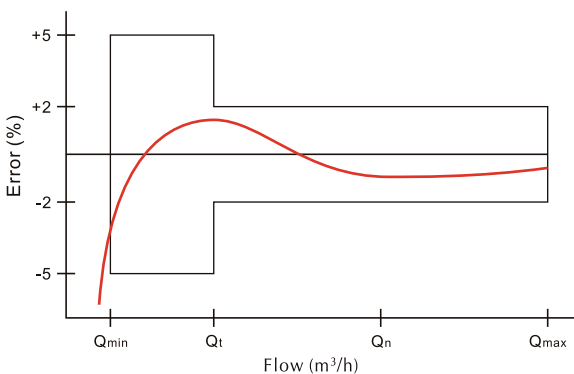
**Maximum Permissible Error:**

In the lower zone from Q<sub>min</sub> inclusive up to but excluding Q<sub>t</sub> is ±5%  
 In the upper zone from Q<sub>t</sub> inclusive up to and including Q<sub>max</sub> is ±2%

**Head Loss Curve**

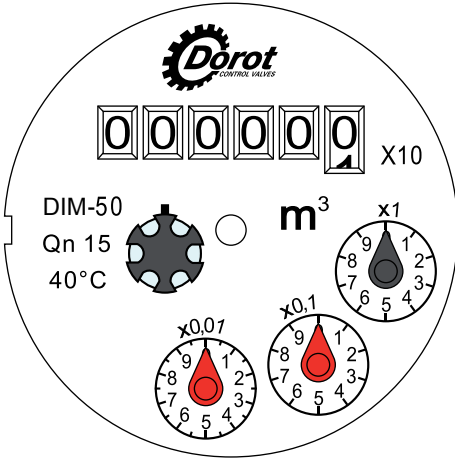


**Accuracy Curve**

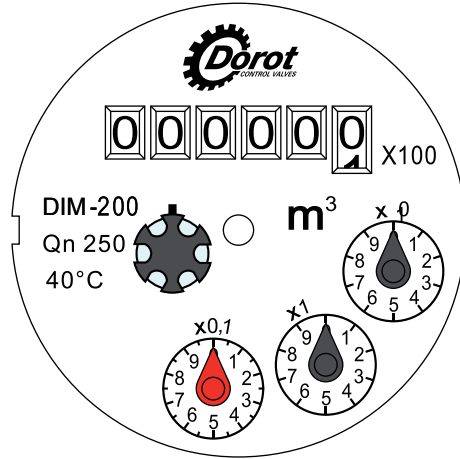


## Dial

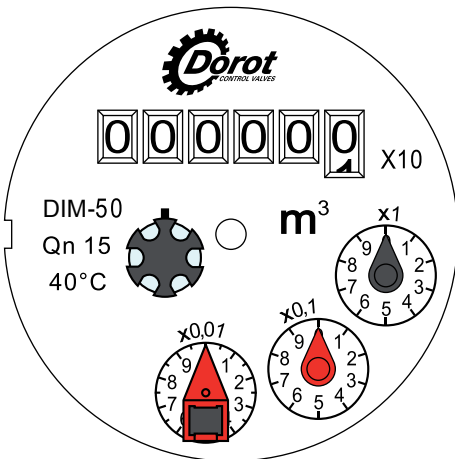
### DIM-B50~150:



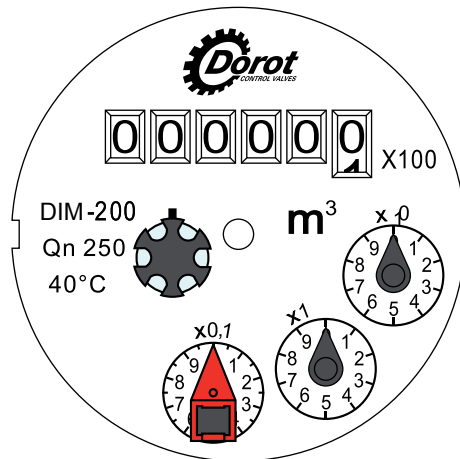
### DIM-B200~300:



### DIM-B/Y-50~150:



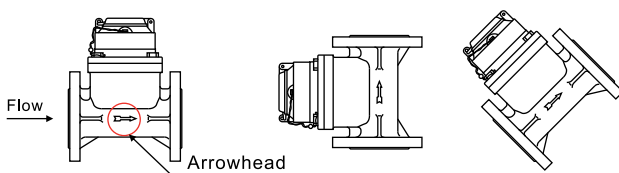
### DIM-B/Y-200~300:



- DIM-B-50 / DIM-B-200: meter type.  
DIM-B/Y-50, DIM-B/Y-200: meter type of the meter with reed switch option.
- Qn 15/Qn 250: nominal flow rate.
- 40°C: maximum water temperature.
- Scale 1:1

## Installation

- The meter can be installed in any position:



- The meter must be installed with the direction of the flow as indicated by the arrow cast in the meter body.
- In order to keep the water meter in good working, the pipeline should be clear up before install the meter.
- A horizontal position with the register face upwards is recommended.
- The meter must have 10 diameters straight pipe ahead of the meter and 5 diameters straight pipe after to insure proper flow through the meter.
- The valves must be installed in the front and the back of the water meter.
- Attention should be paid that the cold water meter must not be used for hot water.

## DIM-B With Reed Switch Option

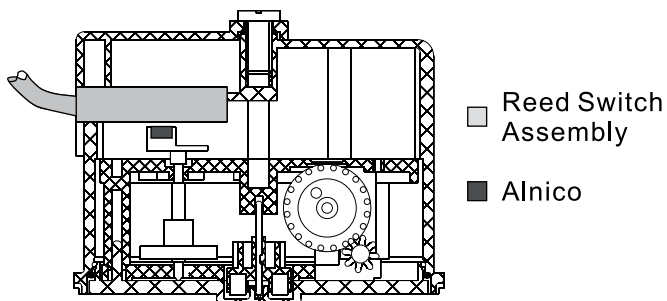
### Features

- The special version DIM-B-50~300 WaterMeter is equipped with a reed switch assembly which can be connected to remote reading systems, and several parts are different from the common DIM-B-50~300 meter.
- A pointer is combined with an alnico. Positions of the special pointer in register indicate different water quantity. The reed switch pulser sends out electric signals per a preset water quantity requiring power from an external source.
- If the special version meter isn't equipped with the reed switch assembly, it is a meter with pre-equipped output.
- The special meter has all advantages of the common DIM-B-50~300 water meter.
- Dimensions and technical data are the same as the common DIM-B-50~300 water meter.

### Working Conditions

- Water temperature:  $\leq 40^{\circ}\text{C}$  for cold potable water meter.
- Water pressure:  $\leq 1.6\text{MPa}$ .
- Distance between the meter and a data collector:  $\leq 100\text{m}$ .

### Schematic Figure



### Reed Switch Assembly

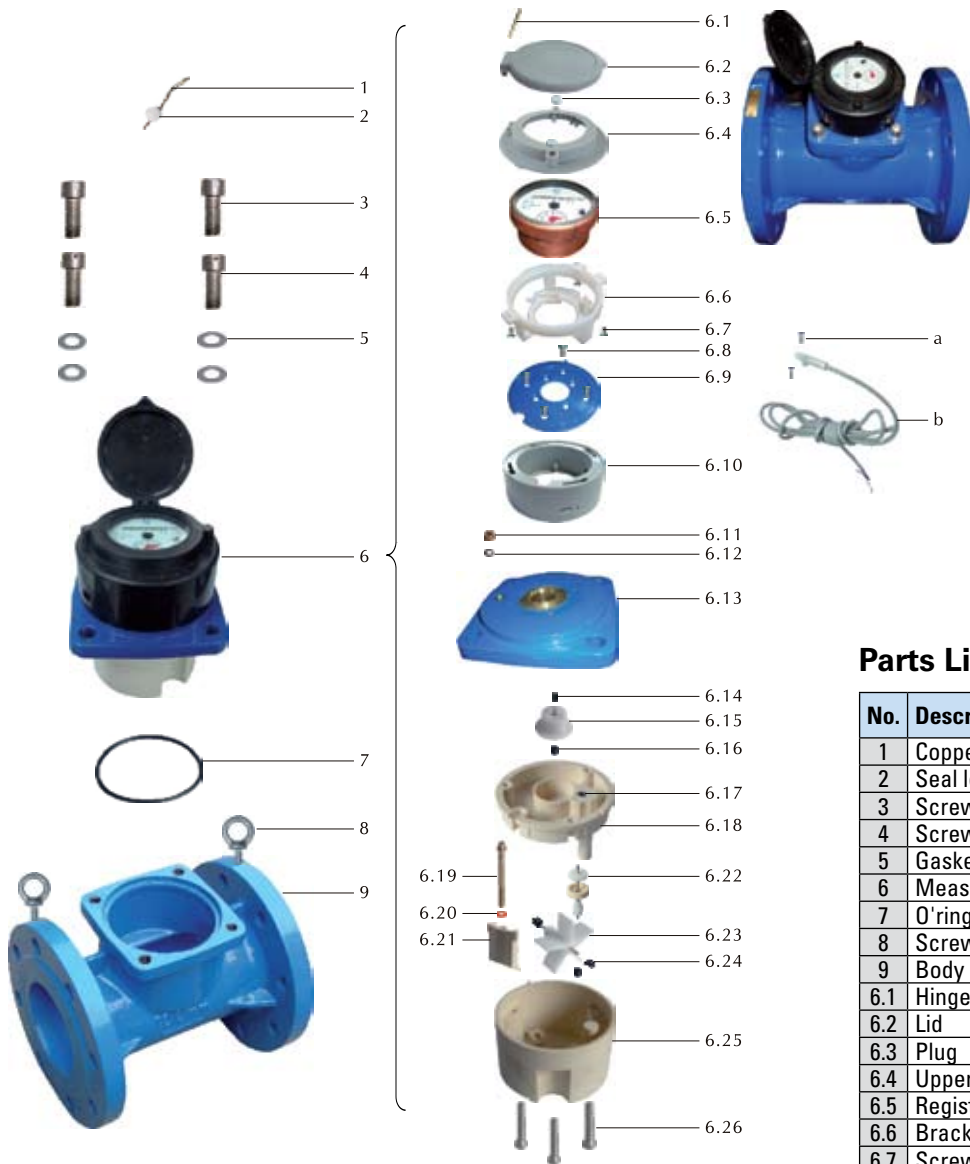
- The reed switch pulser consists of a plastic housing with a reed switch to read the total consumption of water.
- Pulser wiring: cable.
  - 1) 2 core, 1.5m long, 3.5mm diameter.
  - 2) Red-black: pulse team.
- Reed switch: single.
- Electric data:
  - $V_{\text{max}}$ : 24AV/DC,
  - $I_{\text{max}}$ : 0.01A.
- Drawing:



### Data Output Options

- The special meter comes in two model variations, which indicate different pulse rates. To choose the best suitable variation for your need, please consult the table below.
- DN: nominal diameter.

Positions of special pointer	X0,01	X0,1	X1
Reed switch pulse	1 pulse for each		
Water quantity for each circle	0.1 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>
DN50/65/80/100/125/150	•	•	•
DN200/250/300		•	•



## Parts List

No.	Description	Qty
1	Copper wire	1
2	Seal lead	1
3	Screw	3
4	Screw with seal hole	1
5	Gasket	4
6	Measuring unit	1
7	O'ring	1
8	Screw (just for DN250~DN300)	2
9	Body	1
6.1	Hinge pin	1
6.2	Lid	1
6.3	Plug	2
6.4	Upper retaining ring	1
6.5	Register	1
6.6	Bracket	1
6.7	Screw	3
6.8	Screw	4
6.9	Immovable plate	1
6.10	Register house	1
6.11	Regulating bolt	1
6.12	Gasket	1
6.13	Flange cover	1
6.14	Bearing	1
6.15	Magnetic transmission assembly	1
6.16	Bush1	2
6.17	Bush2	1
6.18	Upper support	1
6.19	Regulating Shaft	1
6.20	O'ring	1
6.21	Regulating patch	1
6.22	Mechanical transmission assembly	2
6.23	Impeller	1
6.24	Bush	2
6.25	Lower support	1
6.26	Screw	3
a	Screw	2
b	Reed switch option	1





## Setting New Global Standards of Innovation, Expertise and Reliability



Hundreds of companies in the industrial, civil engineering and agricultural sectors around the world have selected the innovative and field-proven technologies developed by Dorot. Public and private water utility companies, construction and engineering companies, fire-suppression integrators, farming enterprises, energy companies and other entities from various industries, all benefit from Dorot's expertise and professional services. Dorot is considered a true partner by its customers for overcoming challenges in R&D, design, implementation, and maintenance of water-control valve products. Since its establishment in 1946, Dorot drives the market with continued innovation, uncompromising excellence and firm commitment to its customers. Through its unique water-management solutions, the company also contributes to the global efforts for environment protection. Dorot invests in research and development of quality products and solutions.



[www.dorot.com](http://www.dorot.com)

## ARTICULO: 2401

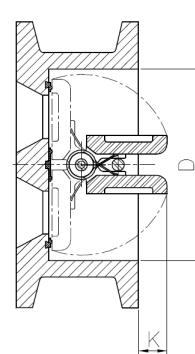
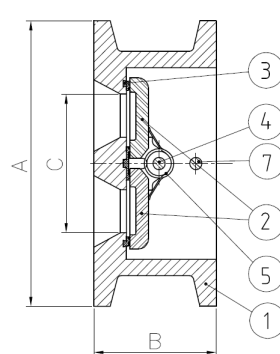
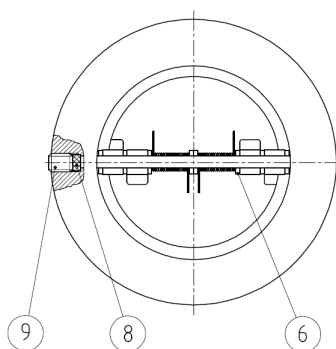
### Válvula de Retención tipo wafer de doble disco Check Valve (double disk) wafer type

#### Características

1. Válvula de retención doble disco tipo wafer.
2. Construcción en Fund. EN-GJL-250 (GG-25).
3. Disco en Acero Inoxidable 1.4408 (CF8M).
4. Eje y resorte en Acero Inoxidable AISI 316.
5. Asiento Nitrilo (NBR) vulcanizado en ranura.
6. Montaje entre bridas EN 1092 PN10/16 y ANSI 150.
7. Instalación Horizontal, Vertical o Inclinada.
8. Longitud entre caras según EN 558-1.
9. Presión de trabajo máxima 16 bar.
10. Temperatura de Trabajo -10 °C +100 °C.

#### Features

1. Wafer check valve (double disk).
2. Made of Cast Iron EN-GJL-250 (GG-25).
3. Disk made of Stainless Steel 1.4408 (CF8M).
4. Axle and spring made of AISI 316.
5. Seat of NBR vulcanised in groove.
6. Assembly between flanges EN 1092 PN10/16 and ANSI 150.
7. Installed in vertical, horizontal or inclined position.
8. Face to Face according to EN 558-1.
9. Max. working pressure 16 bar.
10. Working temperature -10 °C +100 °C.



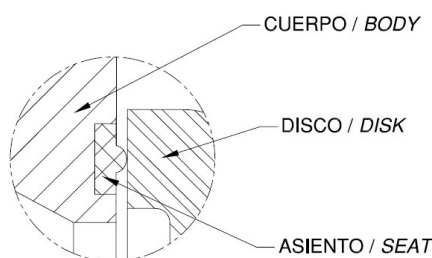
Nº	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial / Surface Treatment	Cód. Recambio Spare Part Code
1	Cuerpo / Body	Hierro Fundido / Cast iron EN-GJL-250	Pintura Epoxi / Epoxy Painted	-----
2	Disco / Disk	Acero Inox / SS 1.4408	Granallado / Shot blasting	-----
3	Asiento / Seat	NBR	-----	-----
4	Eje / Axle	Acero Inox / SS AISI 316	-----	-----
5*	Resorte / Spring	Acero Inox / SS AISI 316	-----	K2401
6*	Arandela / Washer	PTFE	-----	K2401
7	Tope Disco / Disk Stopper	Acero Inox / SS AISI 316	-----	-----
8*	Tapón / Plug	NBR	-----	K2401
9*	Prisionero / Grub Screw	Acero Inox / SS AISI 304	-----	K2401

\* Piezas de recambio disponibles / Available spare parts

## DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref	Medida / Size	DN	PN	Dimensiones / Dimensions (mm)					Peso / Weight (Kg)
				A	B	C	D	K	
2401 09	2 "	50	16	101	54	48	66	5	1.500
2401 10	2 1/2 "	65	16	119	54	59	80	11	2.050
2401 11	3 "	80	16	133	57	72	95	11	2.700
2401 12	4 "	100	16	164	64	90	117	24	4.100
2401 13	5 "	125	16	194	70	110	145	34	6.450
2401 14	6 "	150	16	220	76	135	170	43	8.200
2401 16	8 "	200	16	275	95	175	224	67	15.800
2401 18	10 "	250	16	328	108	215	255	80	23.500
2401 20	12 "	300	16	378	143	254	302	96	42.500

## Detalle de Asiento / Seat Detail



## MÍNIMA PRESION DE APERTURA / MINIMUM OPENING PRESSURE

FLUJO / FLOW	Aplicación Application	Presion Pressure	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
	con muelle / with spring	mbar	22,8	22,8	22,8	24	24,5	24,7	25,4	26,6	27,3
	con muelle / with spring	mbar	22,4	22,4	22,4	23,5	24	24,1	24,7	25,8	26,4
	con muelle / with spring	mbar	22	22	22	23	23,5	23,5	24	25	25,5
	sin muelle / without spring	mbar	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

## VALORES DE Kv / Kv VALUES

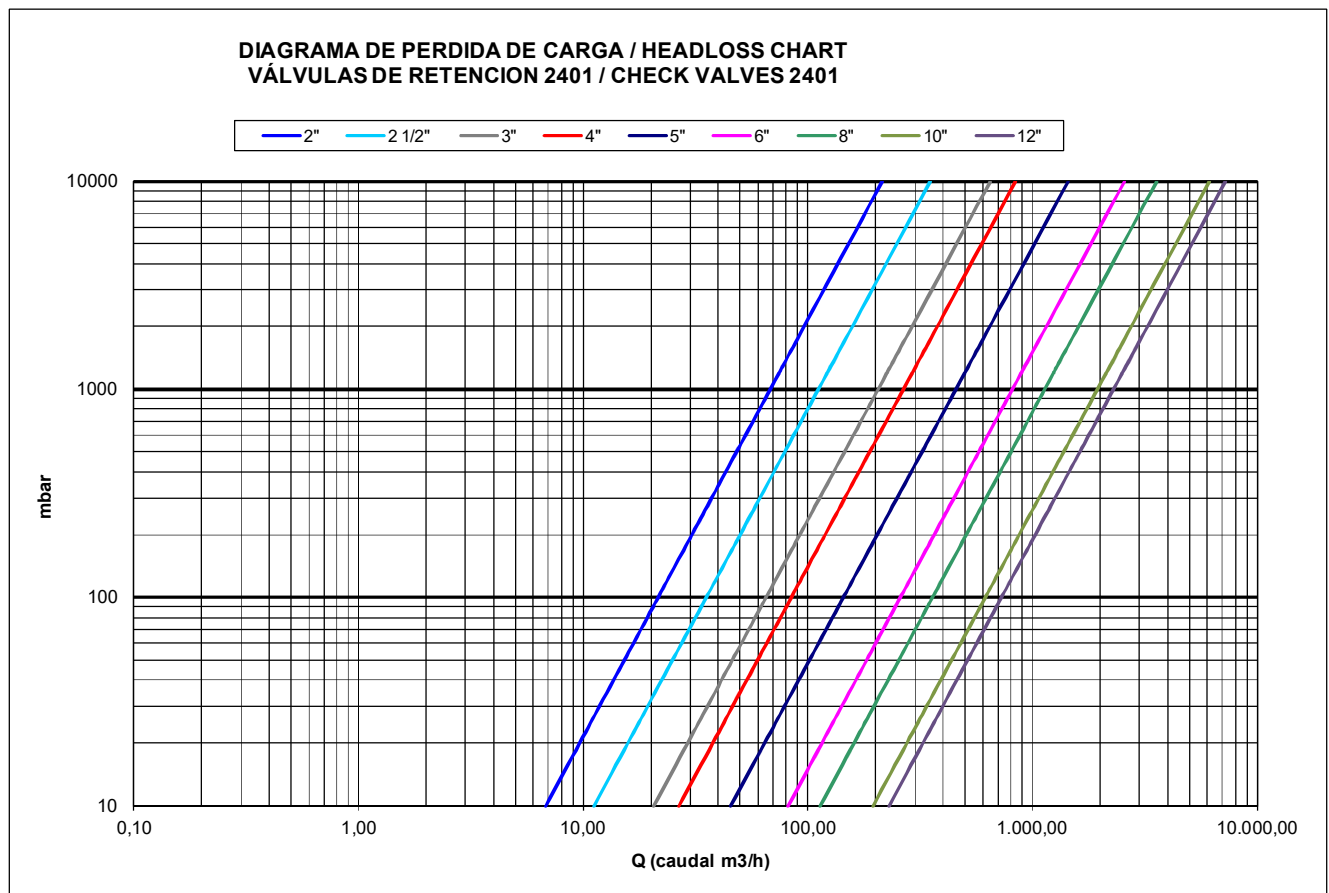
Kv = Es la cantidad de metros cúbicos por hora que pasará a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1 bar.

*Kv = The rate of flow of water in cubic meter per hour that will generate a pressure drop of 1 bar across the valve.*

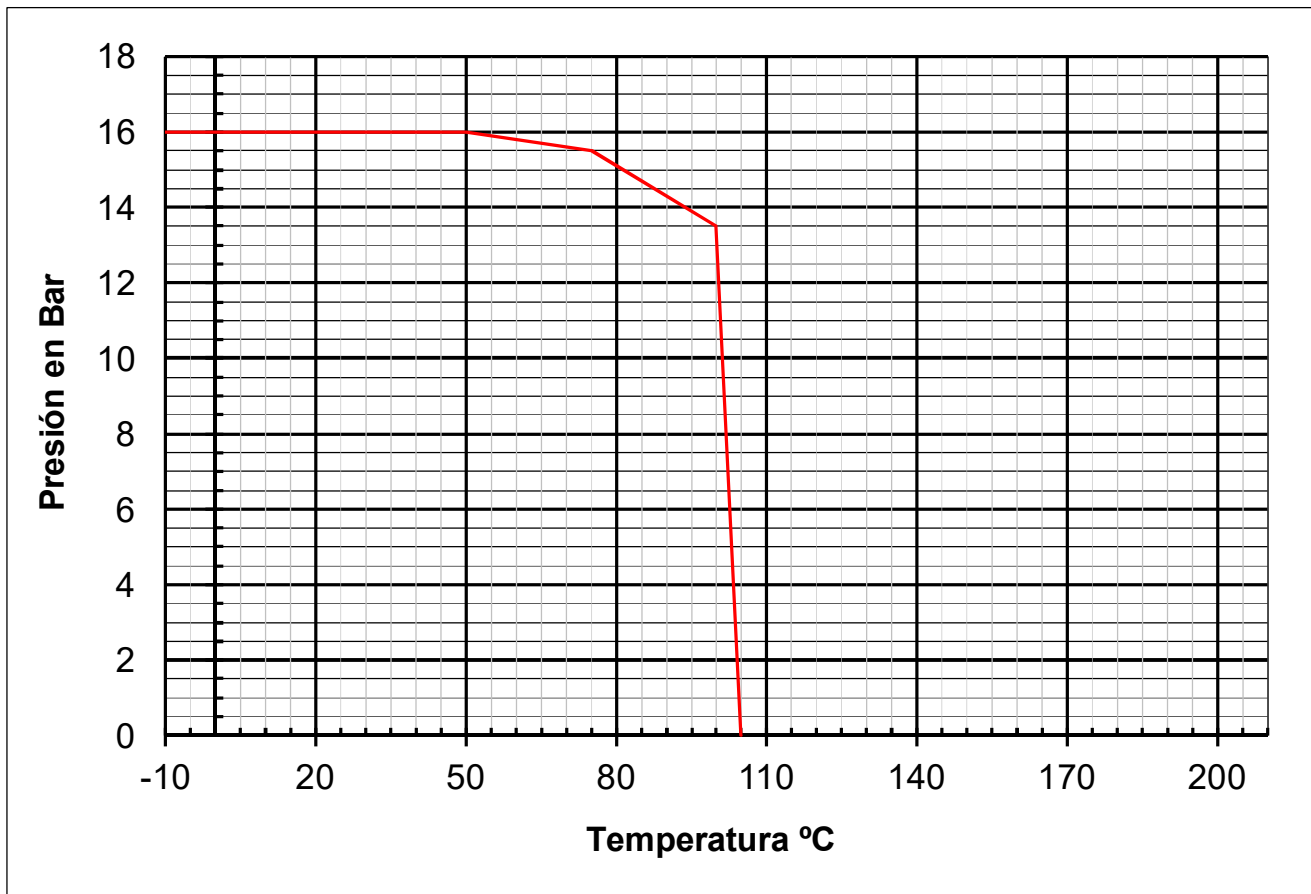
D	Inch	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
Kv	m <sup>3</sup> /h	68	111	206	266	455	813	1132	1950	2300

## DIAGRAMA DE PERDIDAS DE CARGA / HEAD LOSSES DIAGRAM

( H<sub>2</sub>O – 20 °C Flujo Horizontal / Horizontal flow).



## CURVA PRESION TEMPERATURA / *PRESSURE TEMPERATURE RATING*



## ARTICULO: 2450

### Válvula de Retención a disco extremos bridados.

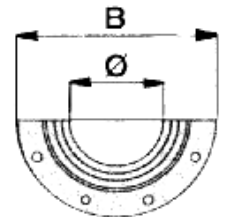
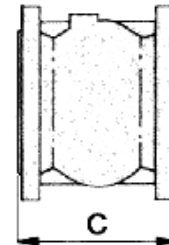
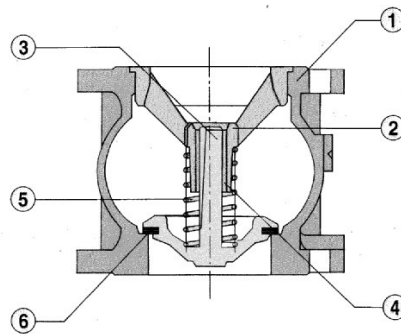
### Flanges ends check disk valve.

#### Características

1. Válvula de retención a disco.
2. Construcción en fundición EN-GJL-250 (GG-25).
3. Extremos bridados según DIN 2501 PN-16.
4. Sello en NBR.
5. Cierre silencioso.
6. Eje y guía de latón niquelado hasta DN-100, DN-125 y mayores GG-25 niquelado.
7. Instalación en posición vertical u horizontal.
8. Presión de trabajo máxima 16 bar.
9. Temperatura de trabajo -10 °C + 100 °C.
10. No apta para uso en vapor.

#### Features

1. Check Disk valve.
2. Made by Cast Iron EN-GJL-250 (GG-25).
3. Flanges ends according DIN 2501 PN-16.
4. NBR seal.
5. Silent closing.
6. Stem and Guide made by brass + Niquel until DN-100, DN-125 until DN-250 cast iron GG-25 + Niquel plated.
7. Installed in vertical or horizontal position.
8. Max. Working pressure 16 bar.
9. Working temperature -10 °C + 100 °C.
10. Not suitable for use in steam.

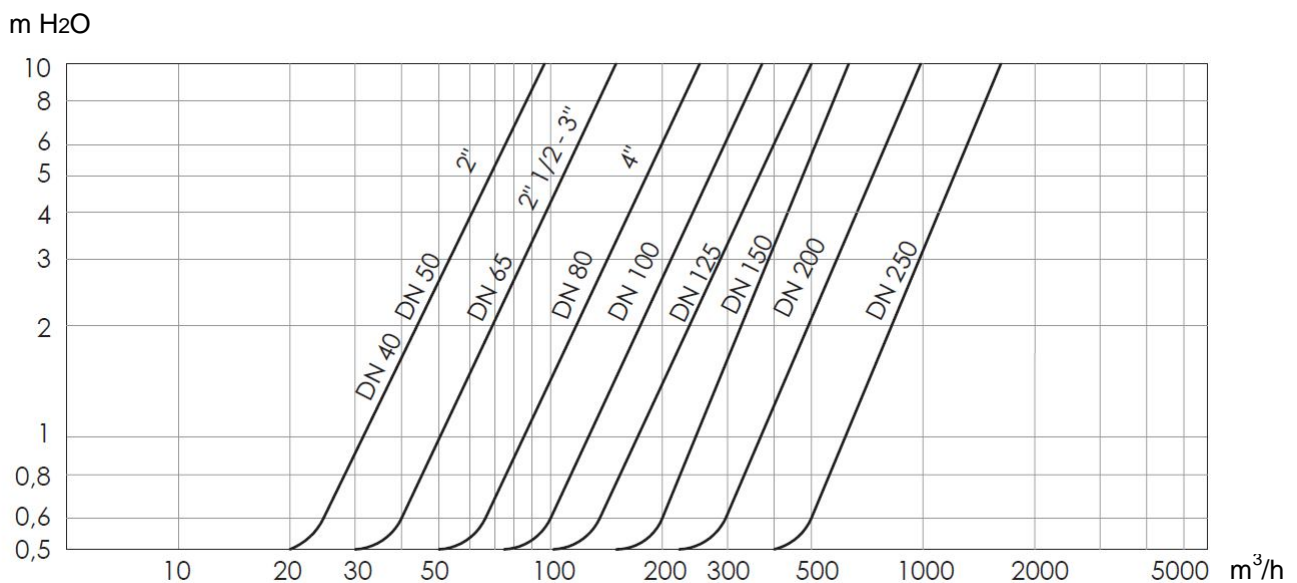


Nº	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial / Surface Treatment
1	Cuerpo / Body	Fundición GG-25 / Cast Iron GG-25	Pintura epoxi / Epoxi painted
2	Guía / Guide	Latón / DIN 17760 or GG-25 (depend of size)	Niquel Plated
3	Eje guiado / Guiding stem	Latón / DIN 17760 or GG-25 (depend of size)	Niquel Plated
4	Buje / Bushing	Latón / Brass	-----
5	Resorte / Spring	Acero Inoxidable / Stainless steel	-----
6	Sello / Seal	NBR	-----

## DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref	Medida / Size	PN	Dimensiones / Dimensions (mm)			Peso / Weight (Kg)
			Ø	B	C	
2450 09	2"	16	51	165	100	5.65
2450 10	2 1/2"	16	63	185	120	7.85
2450 11	3"	16	80	200	140	10.05
2450 12	4"	16	100	220	170	13.25
2450 13	5"	16	125	250	200	21.30
2450 14	6"	16	150	285	230	29.15
2450 16	8"	16	200	340	300	48.15
2450 18	10"	16	250	405	370	82.00

## DIAGRAMA DE PERDIDAS DE CARGA / HEAD LOSSES DIAGRAM

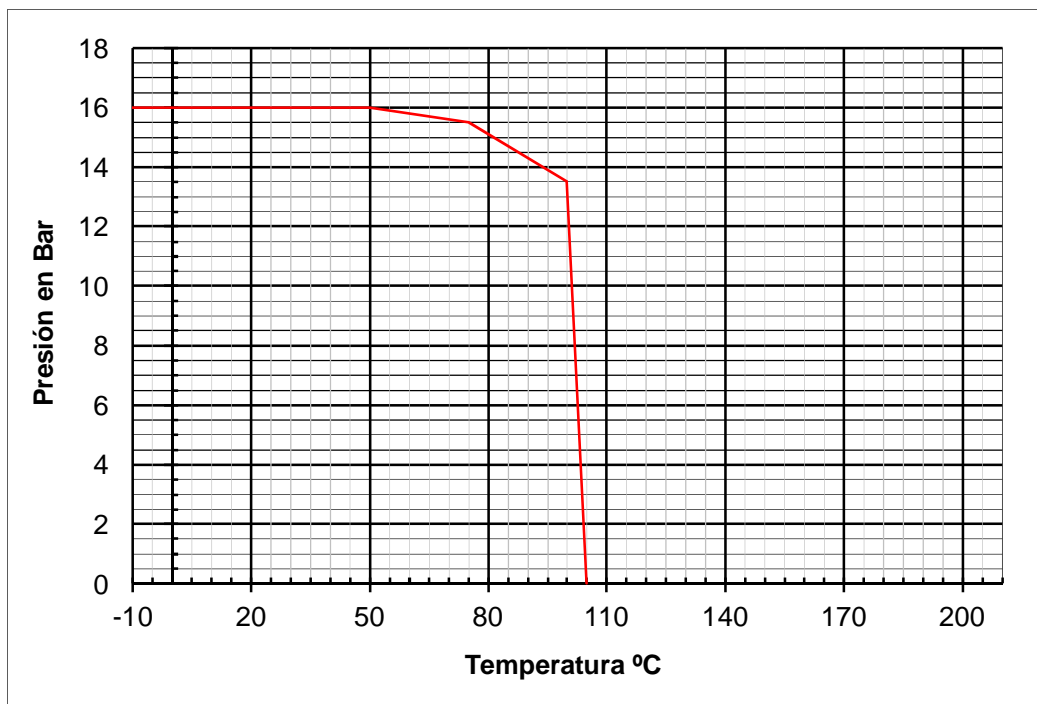


D	Inch	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
Kv	m <sup>3</sup> /h	95	140	250	355	505	640	995	1750

## MÍNIMA PRESION DE APERTURA / *MINIMUM OPENING PRESSURE*

FLUJO / <i>FLOW</i>	Aplicación / <i>Application</i>	Presión / <i>Pressure</i>	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250
↑	Std.	mbar	62.5	63.5	58	61	56	51.5	63	68
↓	Std.	mbar	37.5	31	28	32	18	17	22	21
→	Std.	mbar	50	49	45	48	38.5	35.5	43	45
↑	Sin Muelle / <i>Without Spring</i>	mbar	12.5	17	16	15	21	19	21	25

## CURVA PRESION TEMPERATURA / *PRESSURE TEMPERATURE RATING*





## ARTICULO: 2103

### Válvula de mariposa tipo wafer

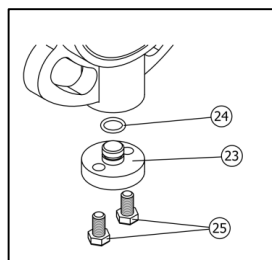
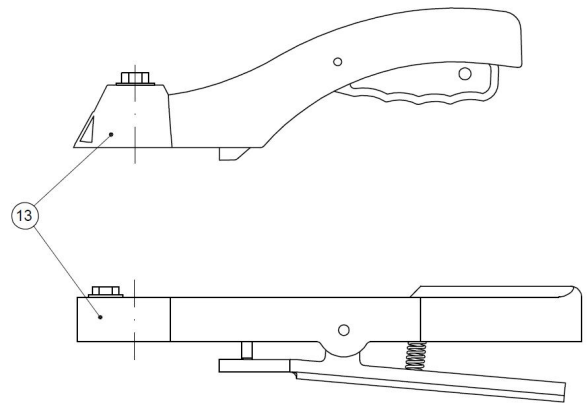
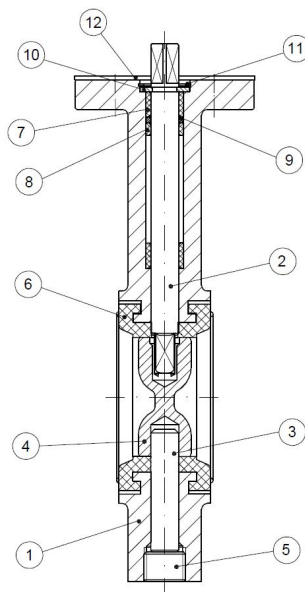
### Butterfly valve wafer type

#### Características

1. Válvula de mariposa tipo wafer.
2. Cuerpo de fundición EN-GJL-200 (GG-20) para montaje entre bridas ANSI 150 y EN 1092 PN 10/16.
3. Elastómero de EPDM.
4. Disco de fundición dúctil EN-GJS-400 (GGG-40).
5. Brida montaje actuadores según ISO 5211.
6. Longitud entre caras según UNE EN 558-1 Serie 20 (DIN 3202 K1).
7. Recubrimiento con pintura Epoxi.
8. Temperatura de trabajo  $-20^{\circ}\text{C}$   $+120^{\circ}\text{C}$ .
9. Máxima presión de trabajo:  
16 bar (medidas 2" a 12")  
10 bar (medidas 14" a 24")

#### Features

1. Butterfly valve wafer type.
2. EN-GJL-200 (GG-20) CI body allows installation between ANSI 150 and EN 1092 PN 10/16 flanges.
3. EPDM body seat.
4. Disc made of Ductile Iron EN-GJS-400 (GGG-40).
5. Actuator mounting plate according to ISO 5211.
6. Face to face according to UNE EN 558-1 Series 20 (DIN 3202 K1).
7. Epoxy coating.
8. Working Temperature  $-20^{\circ}\text{C}$   $+120^{\circ}\text{C}$ .
9. Maximum working pressure:  
16 bar (sizes 2" to 12")  
10 bar (sizes 14" to 24")

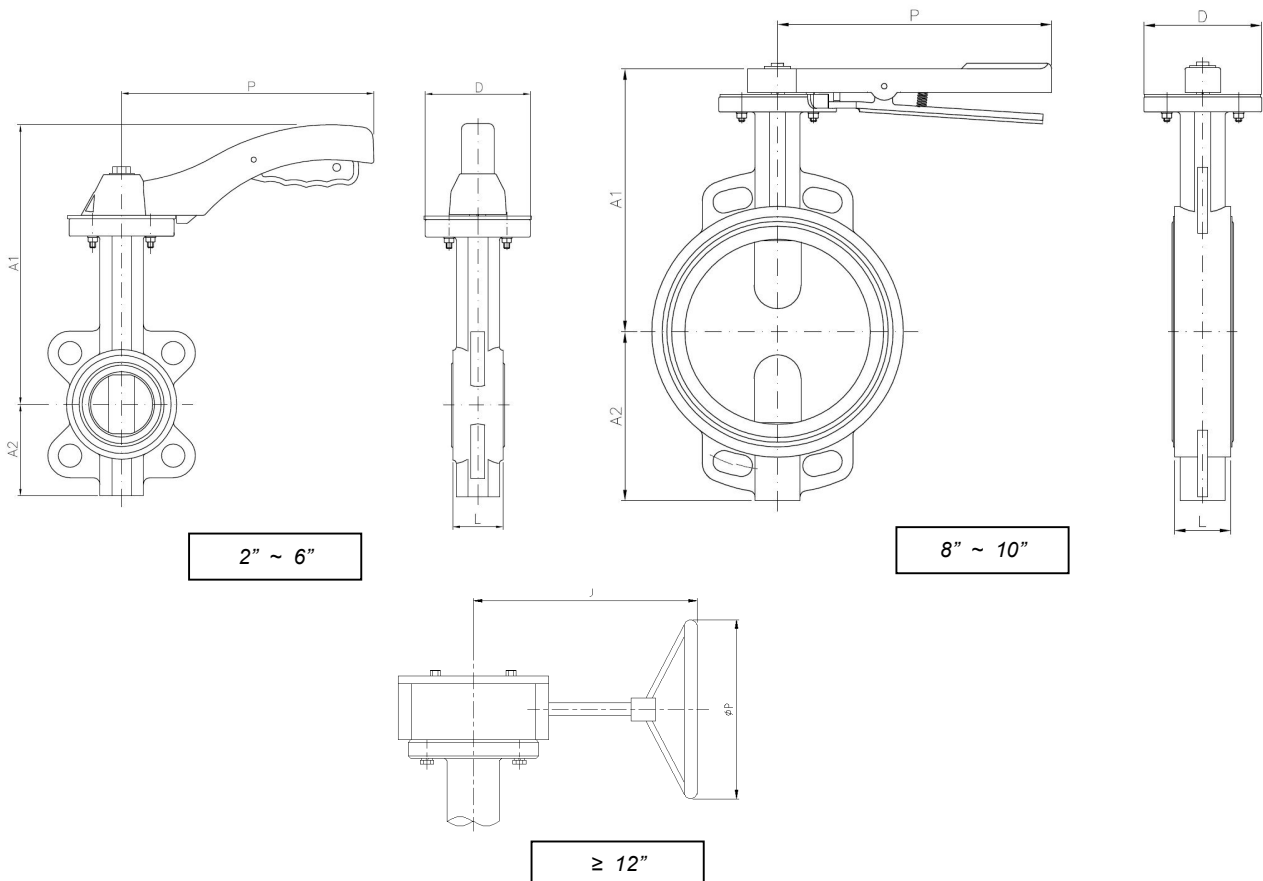


**Solamente /  
Only  $\geq 14''$**

N.	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial / Surface Treatment	Cód. Recambio Spare Part Code
1	Cuerpo / Body	Fundición / Cast Iron EN-GJL-200	Pintado Epoxi / Epoxy Painted	-----
2	Eje / Stem	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 416	-----	-----
3	Pivote / Pivot	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 416 ( $\leq 12''$ )	-----	-----
4	Disco / Disc	Fundición / Ductile Iron EN-GJS-400	Niquelado / Nickel Plated	-----
5	Tapón / Plug	Acero Carbono / Carbon Steel ( $\leq 12''$ )	Cincado / Zinc Plated	-----
6*	Elastómero / Seat	EPDM	-----	E2109
7	Casquillo / Bush	PTFE + Grafito / Graphite	-----	-----
8	Casquillo / Bush	PTFE + Grafito / Graphite	-----	-----
9	Tórica / O' ring	NBR	-----	-----
10	Arandela / Washer	Bronce / Bronze	-----	-----
11	Seguro / Stop Ring	Acero Carbono / Carbon Steel	Cincado / Zinc Plated	-----
12	Placa dentada / Plate	Acero Carbono / Carbon Steel	Cincado / Zinc Plated	-----
13	Palanca / Handle	Aluminio o Fundición EN-GJL-200 / Aluminium or Cast iron EN-GJL-200	Pintado Epoxi / Epoxy Painted	-----
23	Tapón /	Fundición / Cast Iron EN-GJL-200 ( $\geq 14''$ )	Pintado Epoxi / Epoxy Painted	-----
24	Tórica / O'ring	NBR ( $\geq 14''$ )	-----	-----
25	Tornillo / Bolt	Acero Carbono / Carbon Steel ( $\geq 14''$ )	Cincado / Zinc Plated	-----

\* Piezas de recambio disponibles / Available spare parts

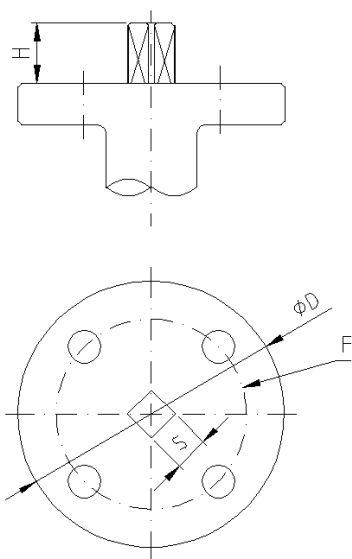
## DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS



Ref	Medida / Size	DN	PN	L	Dimensiones / Dimensions (mm)				Peso / Weight (kg)
					A1	A2	J	P	
2103 09	2"	50	16	43	238	70	***	170	2,800
2103 10	2 1/2"	65	16	46	238	80	***	170	3,300
2103 11	3"	80	16	46	238	100	***	170	3,800
2103 12	4"	100	16	52	270	115	***	215	5,800
2103 13	5"	125	16	56	300	135	***	215	7,400
2103 14	6"	150	16	56	300	150	***	215	8,350
2103 16	8"	200	16	60	280	180	***	300	14,400
2103 18	10"	250	16	68	330	215	***	300	21,800
2103 20	12"	300	16	78	360	250	240	290	38,800
2103 22	14"	350	10	78	390	260	257	290	56,100
2103 24	16"	400	10	102	420	300	257	290	77,600
2103 26	18"	450	10	114	445	330	306	400	115,500
2103 28	20"	500	10	127	480	370	306	400	144,500
2103 32	24"	600	10	152	710	467	342	400	243,000

\*\*\* Nota: De 2" a 6" Maneta de aluminio / From 2" to 6" Aluminium handle.  
De 8" a 10" Maneta de fundición de hierro / From 8" to 10" cast iron handle.  
A partir de 12" operación mediante reductor manual / From 12", handling by gear box.

### Dimensiones de brida superior / Top flange dimensions:



Top flange dimensions						
Article	DN	F (ISO5211)	S	D	H	Torque N·m
2103 09	50	F05	11	65	16	12
2103 10	65	F05	11	65	16	20
2103 11	80	F05	11	65	16	27
2103 12	100	F07	14	90	16	39
2103 13	125	F07	14	90	16	58
2103 14	150	F07	14	90	16	90
2103 16	200	F07/F10	17	125	30	120
2103 18	250	F10	22	125	40	180
2103 20	300	F10/F12	22	150	40	340
2103 22	350	F12	22	150	45	640
2103 24	400	F14	27	175	45	805
2103 26	450	F14	27	175	45	1100
2103 28	500	F14	36	175	45	1500
2103 32	600	F16	Ø 50,65	210	70	2500

**Perdidas de Carga ( Kv ) según posición del disco / Head losses according to disc position:**

DN	Posición del Disco (grados) / Disc Position (degrees)								
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
50	125	99	73	53	37	23	14	6	0,9
65	244	193	141	93	58	37	21	10	1,3
80	399	315	231	133	83	53	30	13	1,7
100	727	606	429	237	148	94	54	23	2,6
125	1190	991	670	370	232	147	85	37	4
150	1600	1334	887	490	306	195	112	48	5
200	2868	2458	1611	935	588	364	208	88	10
250	4697	3914	2550	1479	931	577	330	140	16
300	6987	5822	3800	2217	1379	869	480	203	23
350	9115	7676	5137	2927	1859	1142	654	259	29
400	12081	10173	6805	3878	2463	1513	866	343	39
450	14890	12539	8706	4962	3151	1935	1108	439	50
500	19323	16272	10843	6180	3924	2410	1380	547	62
600	37295	33939	22626	14297	8640	4848	2238	1057	130

**VALORES DE Kv / Kv VALUES**

Kv = Es la cantidad de metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h) que pasará a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1 bar.

*Kv = Flow rate of water in cubic meter per hour (m<sup>3</sup>/h) that will generate a pressure drop of 1 bar across the valve.*

**VALORES DE Cv / Cv VALUES**

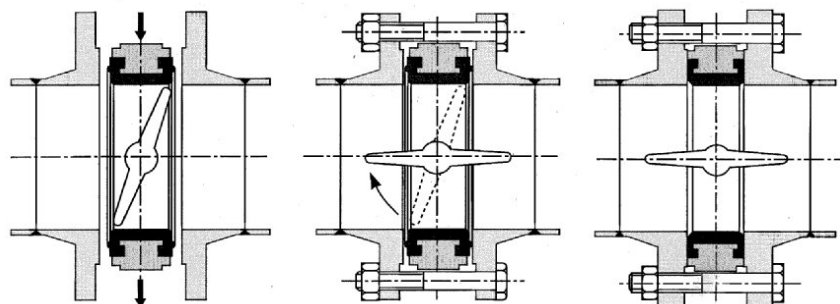
Cv = Es la cantidad de galones por minuto (gpm) que pasará a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1 psi.

*Cv = Flow rate of water (g.p.m.) which generates a pressure drop of 1 psi across the valve.*

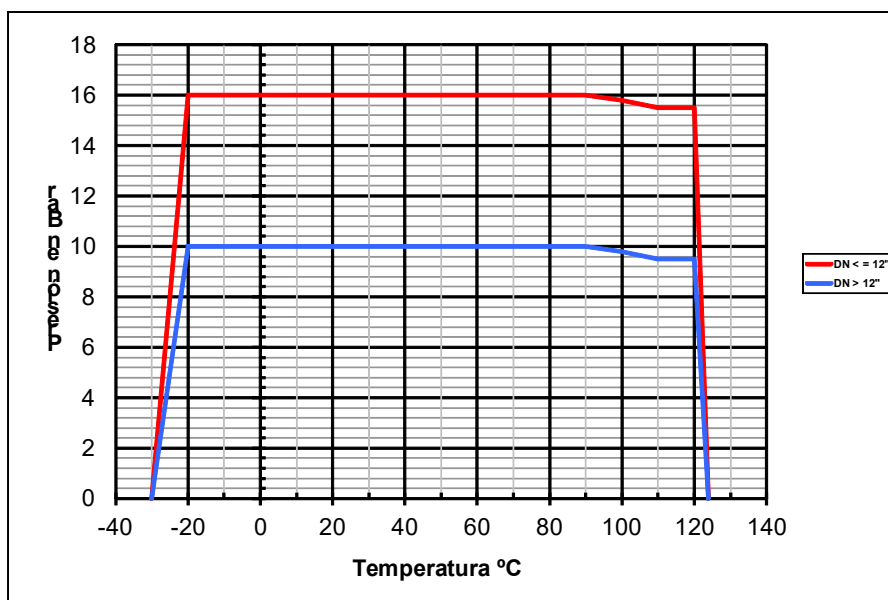
$$\boxed{Cv = 1,156 \cdot Kv}$$

**Medidas de Precaución para la instalación / Caution measures for Installation:**

1. No instale la válvula en posición totalmente cerrada / *Do not install the butterfly valve in total closed position.*
2. Verifique el buen paralelismo de las bridas / *Check the good parallelism of the flanges.*
3. No coloque otras juntas entre las bridas / *Do not insert other gaskets between flange and valve.*
4. Abra totalmente la válvula antes de apretar las bridas / *Open completely the valve before tightening flanges.*



## CURVA PRESIÓN TEMPERATURA / *PRESSURE TEMPERATURE RATING*



**KSB Meganorm**



**KSB Megabloc**



**KSB Megachem**



**KSB Megachem V**



**Bomba centrífuga com corpo espiral dividido radialmente.  
 Radially split volute casin pump.  
 Bomba centrífuga de carcasa espiral partida radialmente.**

### 60 Hz - 3500 e 1750 rpm

Tamanho Size Tamaño	n=3500 rpm	n=1750 rpm
	Página / Page / Página	
25-150	3	30
25-200	4	31
32-125.1	5	32
32-160.1	6	33
32-200.1	7	34
32-250.1	8	35
32-125	9	36
32-160	10	37
32-200	11	38
32-250	12	39
40-125	13	40
40-160	14	41
40-200	15	42
40-250	16	43
40-315	-	44
50-125	17	45
50-160	18	46
50-200	19	47
50-250	20	48
50-315	-	49
65-125	21	50
65-160	22	51

Tamanho Size Tamaño	n=3500 rpm	n=1750 rpm
	Página / Page / Página	
65-200	23	52
65-250	24	53
65-315	-	54
80-160	25	55
80-200	26	56
80-250	27	57
80-315	-	58
80-400	-	59
100-160	28	60
100-200	29	61
100-250	-	62
100-315	-	63
100-400	-	64
125-200	-	65
125-250	-	66
125-315	-	67
125-400	-	68
150-200	-	69
150-250	-	70
150-315	-	71
150-400	-	72

**Atenção:** Os valores de NPSH indicados nas curvas são valores mínimos e representam o limite para início da cavitação, considerando como líquido bombeado água desgaseificada.

Por razões de segurança deve ser considerado no mínimo 0,5 m de acréscimo aos valores lidos nas curvas de NPSH.

- Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo "D".
- Os valores de altura manométrica e vazão são válidos para fluidos com densidade  $\rho = 1,0 \text{ kg/dm}^3$  e viscosidade cinemática máxima  $\nu = 20 \text{ mm}^2/\text{s}$ .
- Se a densidade for  $\neq 1,0 \text{ kg/dm}^3$  os dados de potência necessária deverão ser multiplicados pelo valor de  $\rho$ .
- Para rotores executados com material ASTM A 743 CF8M os valores de rendimento que constam nas curvas devem ser reduzidos conforme tabela abaixo:

Largura Rotor (mm)	Pontos de Redução
até 12 mm	3 pontos
de 12 mm até 15 mm	2 pontos
acima de 15 mm	sem redução

**Warning:** The NPSH values given in the performance curve sheets are minimum values which correspond to the cavitation limit. They apply to degassed water.

For reasons of safety the curve values must, therefore, be increased by at least 0.5 m for application.

- The measured values in the performance curves comply with ISO 9906 appendix - D.
- The total heads and the performance characteristics refer to media with a density  $\rho = 1.0 \text{ kg/dm}^3$  and a kinematic viscosity  $\nu$  up to  $20 \text{ mm}^2/\text{s}$ .
- If the density is  $\neq 1.0 \text{ kg/dm}^3$ , the shaft power is to be multiplied by  $\rho$ .
- For versions with stainless steel impellers - ASTM A 743 CF8M the efficiency indicated on the performance curves must be reduced as follows:

Impeller width	Reduction
up to 0,472 inch (12 mm)	by 3 points
from 0,472 to 0,590 inch (15 mm)	by 2 points
over 0,590 inch (15 mm)	no reduction

Atencion: Los valores del NPSH indicados en las hojas de las curvas características son valores mínimos que corresponden al límite de cavitación. Se refieren a agua desgaseificada.

Por razones de seguridad, los valores de las curvas deben aumentarse 0,5 m como mínimo para la aplicación.

- Los valores medidos de las curvas características se garantizan según ISO 9906 apendice - D.
- La altura e los datos característicos indicados se refieren a líquidos con una densidad  $\rho = 1,0 \text{ kg/dm}^3$  y viscosidad cinemática  $\nu$  de hasta  $20 \text{ mm}^2/\text{s}$  máx.
- Si la densidad for  $\neq 1,0 \text{ kg/dm}^3$ , la potencia necesaria debe multiplicarse por  $\rho$ .
- Para versiones con rodetes en acero inoxidable ASTM A 743 CF8M, los rendimientos en las curvas características deberán ser reducidos conforme sigue:

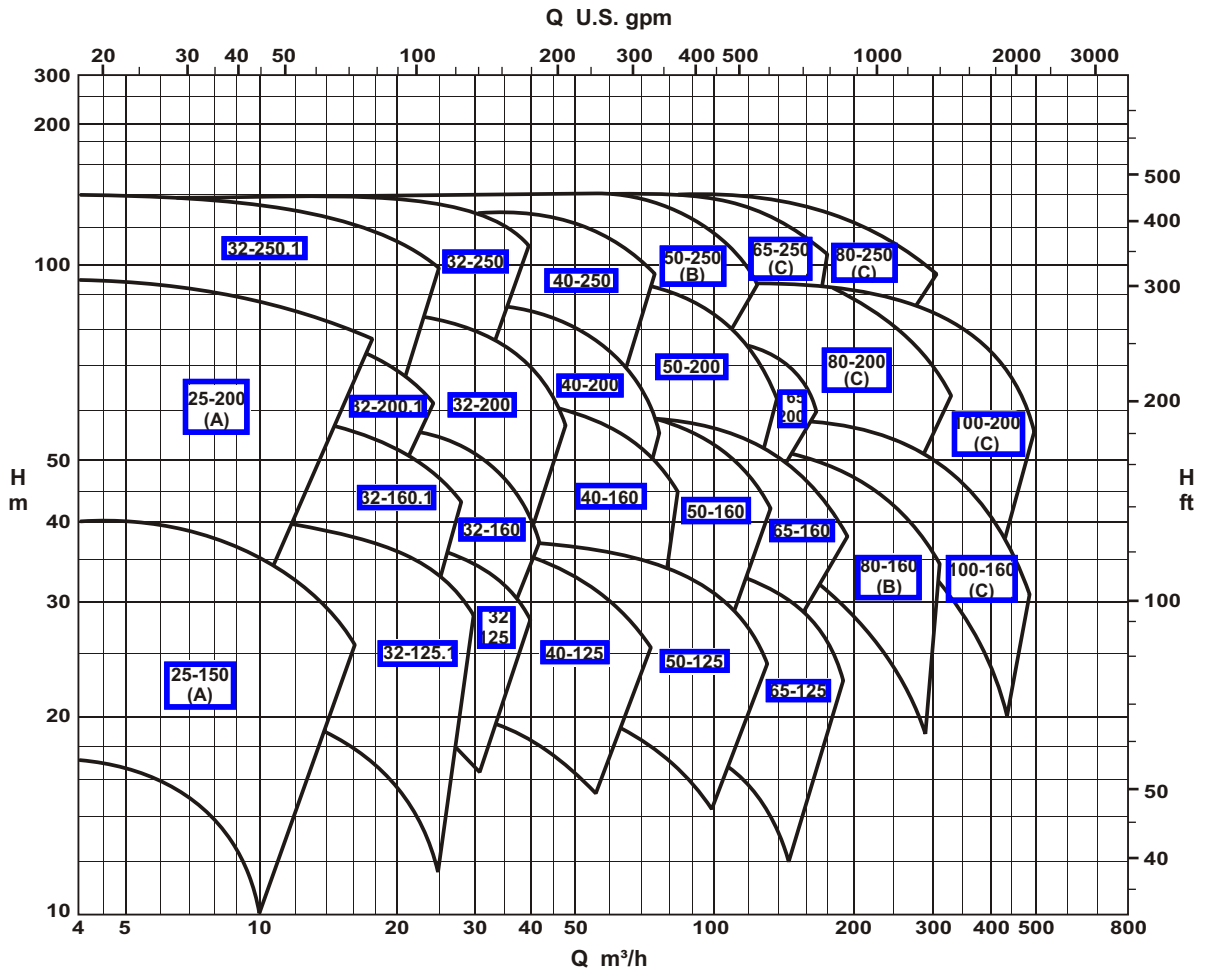
Anchura (paso del álabe)	Reducción
hasta 12 mm	en 3 puntos
12 mm a 15 mm	en 2 puntos
acima de 15 mm	no tiene reducción

Bomba Tipo  
Pump Type  
Tipo de Bomba

**KSB MEGANORM**  
**KSB MEGABLOC**  
**KSB MEGACHEM**  
**KSB MEGACHEM V**

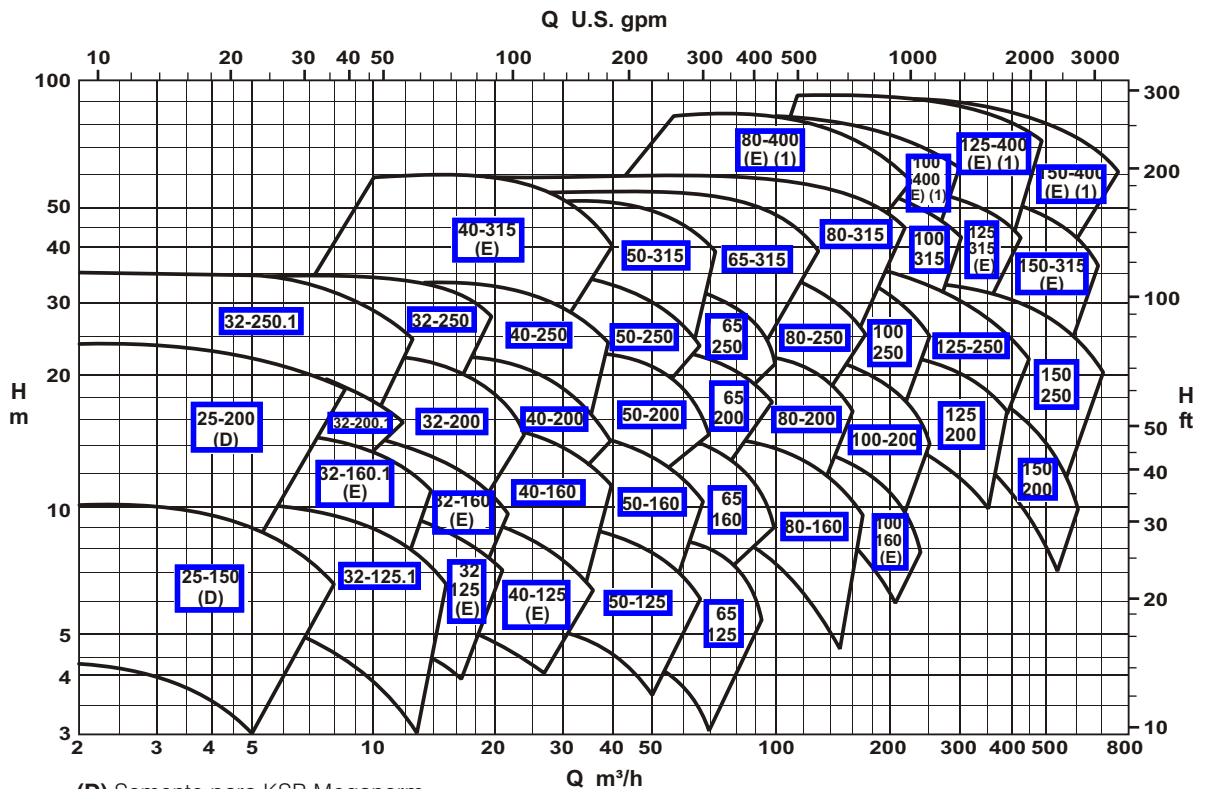
Campo de Aplicação  
Selection Charts  
Campo de Aplicación

60 Hz



- (A) Somente para KSB Meganorm e KSB Megabloc.
- (B) Somente para KSB Meganorm, KSB Megachem e KSB Megachem V.
- (C) Somente para KSB Meganorm e KSB Megachem.


3.500 rpm



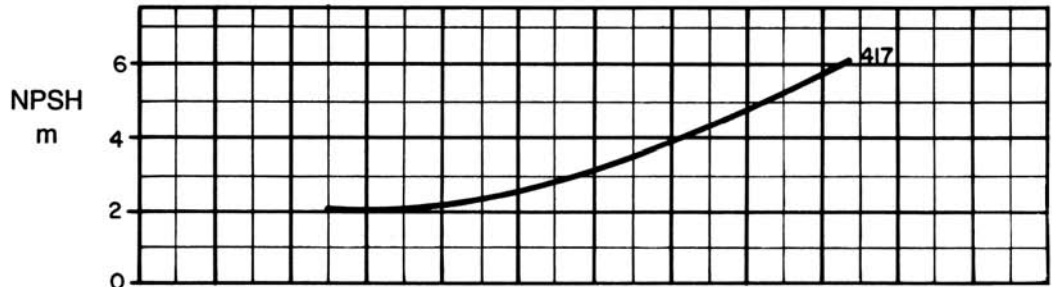
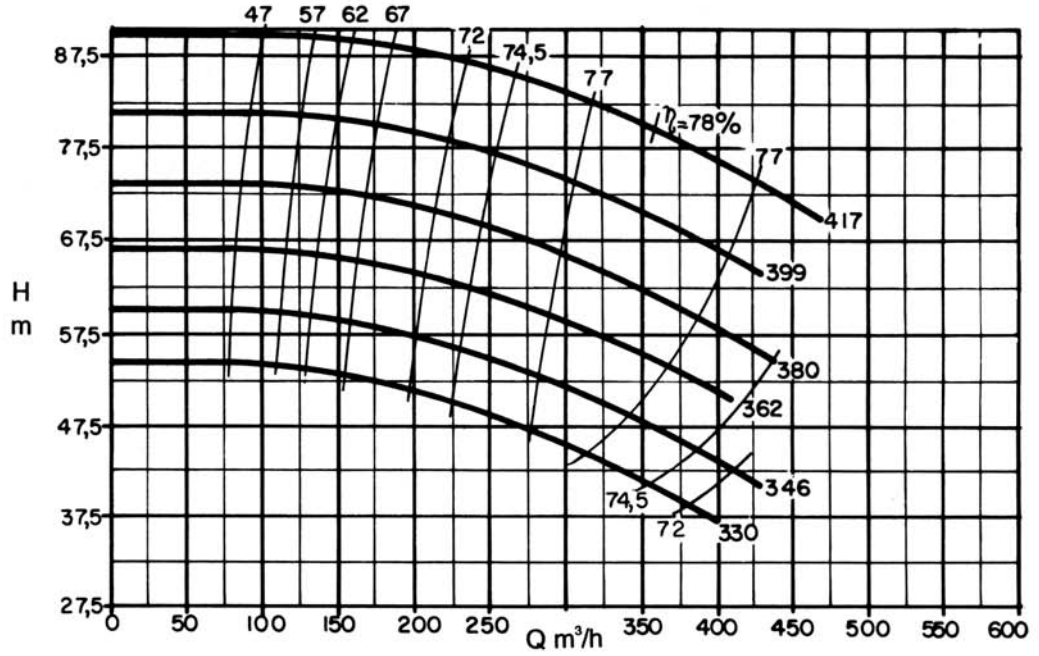
- (D) Somente para KSB Meganorm.
- (E) Somente para KSB Meganorm, KSB Megachem e KSB Megachem V.
- (1) Sob Consulta para KSB Megachem V.

1.750 rpm

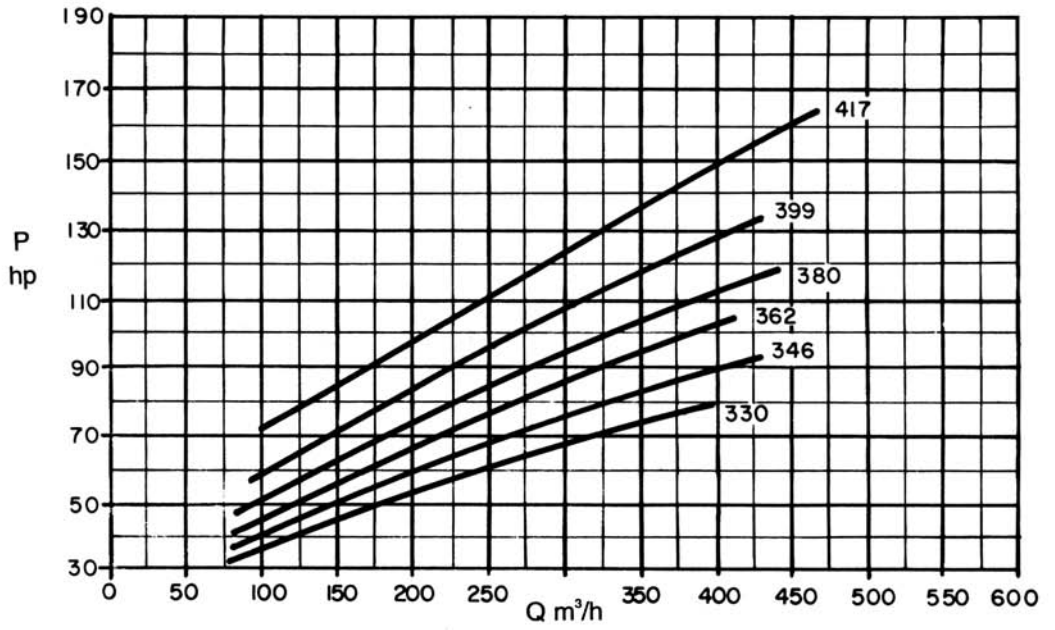


Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	<b>KSB MEGANORM</b> <b>KSB MEGACHEM</b> <b>KSB MEGACHEM V</b>	Tamanho Size Tamaño	<b>125-400</b>	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	<b>1750 rpm</b>	

Altura Manométrica  
Head  
Altura Manométrica



Potência Necessária  
Shaft Power  
Potencia Necesaria



Dados válidos para densidade de 1 kg/dm<sup>3</sup> e viscosidade cinemática até 20 mm<sup>2</sup>/s.  
Data applies to a density of 1 kg/dm<sup>3</sup> and Kinematical viscosity up to 20 mm<sup>2</sup>/s.  
Datos válidos para densidad 1 kg/dm<sup>3</sup> y viscosidad cinemática hasta 20 mm<sup>2</sup>/s.

Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo D.  
Operating data according to ISO 9906 attachment D.  
Garantía de las características de funcionamiento según ISO 9906 suplemento D.




## REGIÃO AMÉRICA

### ● FÁBRICAS

#### CANADA

**KSB Pumps Inc.**  
65 Queen Street West, Suite 405  
P.O. Box 83, Toronto, Ontario M5 H2 M5  
Phone: 001 (416) 868-9049  
Fax: 001 (416) 868-9406

#### USA

**KSB Inc.**  
4415 Sarellen Road  
Richmond, VA 23221  
Phone: 001 (804) 222-1915  
Fax: 001 (804) 226-6961

**Amri Butterfly Valves, Actuators & Systems**  
2045 Silber Road  
Houston, Texas 77055  
Phone: 001 (713) 682-0000  
Fax: 001 (713) 682-0080

**GIW Industries, Inc.**  
5000 Wrightsboro Road  
30813-9750 - Grovetown, Georgia  
Phone: 001 (706) 863-1011  
Fax: 001 (706) 860-5897

#### MEXICO

**KSB de Mexico S. A. de C. V.**  
Av. Penuelas, 19  
Col. San Pedrito Penuelas  
76000 Queretaro, QRO  
Fono: 0052 (42) 20-6373 / 20-6377  
Fax: 0052 (42) 20-6389

#### ARGENTINA

**KSB Compañía Sudamericana de Bombas S. A.**  
Av. Ader, 3625 - Carapachay  
1605 Buenos Aires  
Fono: 0054 (11) 4766-3340  
Fax: 0054 (11) 4766-3021

#### BRASIL

**KSB Bombas Hidráulicas S. A.**  
Rua José Rabello Portella, 400  
13225-540 Várzea Paulista - SP  
Fone: 0055 (11) 4596-8700  
Fax: 0055 (11) 4596-8747

#### CHILE

**KSB Chile S. A.**  
Las Esteras Sur Nro. 2851 - Comuna de Quilicura  
Casilla 52340 - Correo 1 - Santiago - Chile  
Fono: 0056 (2) 624-6004  
Fax: 0056 (2) 624-1020

#### VENEZUELA

**KSB Venezolana C. A.**  
Calle Mara- Edificio Rio Orinoco, 2º Piso, Boleita Sur  
Apartado 75.244 Este - Caracas 1070 A  
Fono: (582) 239-5490 / 8919  
Fax: (582) 238-2916

## KSB NA AMÉRICA

### ■ REPRESENTANTES & DISTRIBUIDORES

Bolívia, Equador, Guadalupe, Guatemala, Guiana Francesa, Honduras, Martinica, Nicarágua, Paraguai, Peru, República Dominicana, Suriname, Uruguai.

## KSB NA EUROPA E ÁSIA

### FÁBRICAS

Alemanha, Suécia, Dinamarca, Inglaterra, Holanda, Bélgica, Luxemburgo, França, Suíça, Áustria, Itália, Espanha, Portugal, Grécia, Checoslováquia, Hungria, Turquia, Paquistão, Índia, Bangladesh, Tailândia, Singapura, Japão, Austrália.



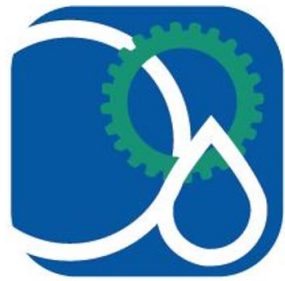
	Presión de operación máxima	11 bar
	Precarga	3 bar
	T° Máx / Min	+100°C / -10°C
COMPONENTES	Membrana	EPDM (Italia)
	Bombeados	DCO4 2,5 mm ± 0,2 (Italia)
	Cilindro	A37-24ES 4 mm ± 0,2
	Flange de conexión	(Italia)

**Regulación de la presión:** Antes de poner en funcionamiento el sistema de presión, con el estanque aún sin agua en su interior, se debe fijar la presión del aire en un valor levemente inferior a la presión de partida de las bombas (0.3 bar menos). Asimismo, la presión de corte de las bombas deberá ser limitada; se aconseja fijar la presión de partida en 1 ó 1,5 bar más como máximo. Con una diferencia de presión muy alta, podría dañarse la membrana llenándose de agua hasta colapsar (daño que no es cubierto por la garantía).

**Instalación:** El estanque, así como las bombas y el resto de los equipos del sistema, deben ser instalados por personal calificado, ya que podría ser peligroso si no se tienen los cuidados requeridos. Asegurar estanques a piso mediante pernos de fijación.

**Mantenición:** Efectuar una mantención periódica en la que se verifique que la presión del estanque (sin agua en el sistema) no descienda en el tiempo. Ante leves pérdidas de presión podrá recargarse el aire faltante, pero si el descenso de presión es considerable se deberá hacer un chequeo al estanque y eventualmente repararlo. En caso de salir agua por la válvula de aire, será evidente un problema en la membrana o en su fijación, lo que requiere reparación. Por último, luego de algunos años de operación correcta, igualmente se debe revisar el estado en que se encuentre el acero de los bombeados y cilindros. Si por cualquier razón se evidencia daño por corrosión, deberá adquirirse uno nuevo en su reemplazo. Es riesgosa la utilización de un estanque en mal estado sometido a presión y con presencia de aire.





**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

Lima, 23 de mayo de 2018

PRESUPUESTO N° 1412B-FEGURRI R2 Imp Eq1,2-08

**Señores:**  
**FEGURRI SAC**  
**PIURA**

Estimados señores:

Por la presente sometemos a su consideración una oferta por:

- ✓ Una impulsión de 100 lps con una longitud de 7.29 km desde el reservorio R1 al reservorio R2, pero preparado para aumentar a futuro a 165 lps desde el R0 con equipos adicionales.
- ✓ Dos equipos de riego para Vid que suman 100.19 ha. Con un pase adicional en el reservorio R2.
- ✓ Un equipo independiente de Hidrantes, Caminos y Cerco, que abarca 7.94 km de caminos, y 1.43 km de Cerco correspondientes a la zona de los equipos.

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1. Impulsión R1-R2

La impulsión considerada, conduce agua desde el Reservorio R1 hasta el Reservorio R2, con un caudal de 100 lps, a través de un equipo de bombeo, una tubería de PVC, válvulas, cableado y accesorios de conexión.

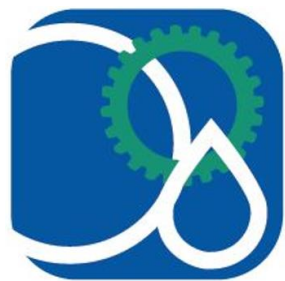
En la presente propuesta se está considerando tubería de PVC de 400mm, la cual tiene la capacidad de además de generar un ahorro de energía, que a futuro pase un caudal de 165 lps, colocando equipos adicionales desde el R0.

La longitud total de esta impulsión es de 7 290 metros, con tuberías de 400mm en diferentes clases, desde clase 8 hasta clase 4, en tuberías PVC-O y PVC-U. Además se ha considerado válvulas de aire cada 200 metros aproximadamente, como también de un cableado que abarca toda la longitud, para el apagado automático, en caso se llene el reservorio de destino.

Para el centro de control se ha considerado el equipo de bombeo con un rodete para los 100 lps y la presión requerida actual, pero con el motor y la bomba

Perú  
Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29  
Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

preparada para el caudal futuro de 165 lps, por lo que cuando se realice el cambio se tendría que cambiar el rodete. Además el centro de control tiene un sistema de protección para amortiguar los golpes de ariete a través de tanques hidroneumáticos, siguiendo la metodología de Parmakian, Allieve y Michaud.

Para el tramo en el cual se cruza con la carretera Panamericana Norte, se ha considerado dos pases de 400mm clase 7.5, por 36metros.

### COMPONENTES DE LA IMPULSION DEL R1 AL R2

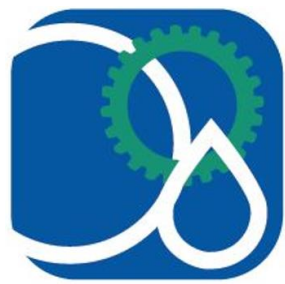
<b>a) Tubería PVC</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Tubería PVC-U	400/4	Tubo 6 m	536.00
Tubería PVC-O	B400/6.3	Tubo 6 m	671.00
Tubería PVC-O	B400/8	Tubo 6 m	73.00
Accesorios de Conexión		GI	1.00

<b>b) Válvulas</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Montura P/Tubo Fg 355Mm - 3"		c/u	37.00
Valvula De Bola Pvc Una Union Universal 2"			
Rh		c/u	74.00
Válvula Aire	(D/P) 2"	c/u	74.00
Alambre Eléctrico TW80	2.5 mm	rll	166.00
Tubo Pvc-U Luz Sap 1/2" X 3Mts		Tubo 3 m	2,552.00
Valvula de Corte y Desfogue		c/u	2.00
Accesorios de Conexión		GI	1.00

Perú  
Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29  
Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)

<b>c) Centro de Control</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Bomba KSB MN -V 440 Mod 150-125-400 de 150 HP a 1750		Equipo	1.00
Tablero De Arranque Estrel-Triang. 150Hp 440 Vac - Trifasico		Equipo	1.00
Materiales de Conexión Eléctrica 150 HP		jgo	1.00
Medidor De Caudal Acumulado C/Pulsos 12" Br. P/Irrigacion		Equipo	1.00
Succion de 10" y Descarga de 10" con 10D y 5D en 12"		GI	1.00
Tanque Hidroneumático 1000 lts PN 10		GI	15.00
Válvulas y Accesorios en para tanques hidroneumáticos		GI	1.00
Pase de 400mm x 36 metros para carretera		GI	2.00



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

## 2. Equipos de Riego 1 y 2

Los equipos de riego tienen un área total neta de 100.19 ha de Vid, dividido en un equipo de 60.41 ha y otro de 39.78 ha, ambos con espaciamiento de 3.5 m entre hileras, y una pluviometría de 2.29 mm/h, para una aplicación de 9.00 mm en menos de 16 horas.

### Cabezal de riego

El cabezal de riego está constituido por una estación de bombeo, con dos motores eléctricos por equipo, y un tablero de comando - protección. Para la succión de los equipos, se ha considerado dos pases con una longitud de 54 metros, y una succión flotante tipo chorizo de 12 metros de largo. El manifold de conexión de los equipos de Bombeo y Filtrado es de Acero, con una interconexión antes y después del filtrado para eventualidades.

Los filtros propuestos son dos baterías de filtros de grava con 7 tanques de 48" para el equipo 1 y de 5 tanques de 48" para el equipo 2, para las condiciones de agua normales, con un contenido de sólidos en suspensión menor a 50 ppm con limpieza automática. Para este equipo de filtrado se ha considerado una válvula sostenedora de Presión y como las variaciones de caudal afectaban las clases de las tuberías, se consideró que sea una válvula sostenedora.

Para el equipo de fertilización, se consideró un set automático común para los dos equipos, el cual está conformado por un tanque de premezcla de 2,500 lts con una bomba de impulsor abierto, dos tanques de almacenamiento de 10,000 lts, dos bombas de acero inoxidable para la inyección de hasta 3000 litros por hora, dos medidores de caudal instantáneo, dos fertímetros y válvulas manuales para ajustar el ratio de dosificación.

La preparación de la solución fertilizante se hace en tanque, con agitación neumática muy efectiva para conseguir la dilución de los componentes básicos (Urea, Nitrato, etc.).

### Emisor

Los laterales son de gotero autocompensado integrado, con diseño para dos líneas de riego por hilera de plantas. Donde en los sectores más críticos por diferencias



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

topográficas, se tuvo que colocar manguera de 20mm, para disminuir la presión requerida.

### **Operación de riego**

La operación de riego se hará sobre la base de 4 Turnos para ambos Equipos en forma automática mediante un programador modelo "Dream2", instalado en la caseta de mando. Además se ha previsto, el respaldo de controles manuales, para operar el riego desde el tablero, o el campo para cualquier eventualidad o caso especial.

### **La automatización**

La automatización del sistema de riego y fertilización es controlada por un programador de capacidad múltiple que permite regar por tiempo o volumen y del mismo modo aplicar las soluciones de fertilizante. Además de acuerdo a la solicitud del cliente se ha considerado la conexión del Dream con el "Filtrón" del Filtro de Grava para que se tenga el registro de la operación del filtrado.

Este programador tiene la facilidad de brindar información vía internet, ya que se conecta al servidor, y envía la información de los eventos de riego, tanto de los que ocurrieron como de los que están en ejecución, registrando momentos (fecha y hora), tiempos, volúmenes por turnos de riego y además registrando fallas si se hubieran presentado. La visualización de toda esta información se realiza a través de un software para PC o vía celular a través de una aplicación.

Esta propuesta incluye el costo por la inscripción a la plataforma virtual del proveedor del programador para el monitoreo de todos los eventos de riego. Además, se ha considerado el uso por un año del servidor del proveedor para el almacenamiento de información y el derecho de un usuario, durante un año, para el acceso a la plataforma virtual vía PC o celular.

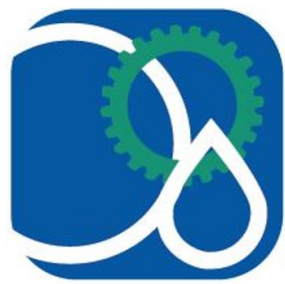
Nota: Después del primer año, el pago es anual y por adelantado. Tarifa por Controlador US\$ 184.61 y tarifa por usuario US\$ 90.31 Estos costos anuales se aplican también por controlador adicional o por usuario adicional dentro del mismo proyecto.

Perú

Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29

Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

## COMPONENTES DEL EQUIPO 1

a) Línea de Riego		Unidad	Cantidad
Arranques Manguera esp. 0.4-0.9 mm	16 mm	c/u	2,875.00
línea de polietileno 16.12 x 400 mt		rollo	19.00
Dripnet PC 16009 2.00lph @ 0.50m x 500m		rollo	704.00

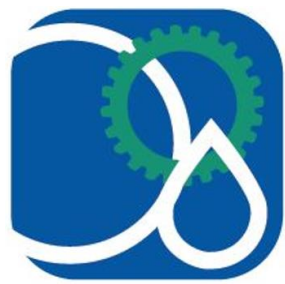
b) Tubería PVC		Unidad	Cantidad
Tubería PVC	1 1/2"/7.5	Tubo 5 m	139.00
Tubería PVC	63/5	Tubo 6 m	46.00
Tubería PVC	75/5	Tubo 6 m	129.00
Tubería PVC	90/5	Tubo 6 m	117.00
Tubería PVC	110/5	Tubo 6 m	16.00
Tubería PVC	140/5	Tubo 6 m	38.00
Tubería PVC	140/7.5	Tubo 6 m	37.00
Tubería PVC	160/5	Tubo 6 m	39.00
Tubería PVC	160/7.5	Tubo 6 m	90.00
Tubería PVC	200/5	Tubo 6 m	13.00
Tubería PVC	200/7.5	Tubo 6 m	209.00
Tubería PVC	250/7.5	Tubo 6 m	55.00
Tubería PVC (Conducción)	315/7.5	Tubo 6 m	79.00
Tee UF 250mm ISO		c/u	1.00
Tee UF 315mm ISO		c/u	1.00
Accesorios de Conexión		Gl	1.00

c) Válvulas		Unidad	Cantidad
Válvula Hidráulica	3" Lineal	c/u	1.00
Válvula Hidráulica	4" Lineal	c/u	19.00
Válvula Antivació	1/2"	c/u	20.00
Piloto Regulador Presión	29-100	c/u	20.00
Relee Hidráulico Galit		c/u	20.00
Válvula Aire	(D/P) 2"	c/u	14.00
Microtubo de Comando 8mm (500 m. Rollo)		rollo	7.00
Accesorios de Conexión		Gl	1.00

Perú  
Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29  
Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)





**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

d) Centro de Control	Unidad	Cantidad
KSB MN -V 440 Mod 125-100-400 rod 377mm de 100 HP a 1750	Equipo	2.00
Tablero De Arrq. Est-Tri. X 2 De 100Hp C/U 440 Vac - Trifasico	Equipo	1.00
Materiales de Conexión Eléctrica 100 HP	jgo	2.00
Filtro de Grava (BFA Serie CP 4807P-S10V3+2FM)	Equipo	1.00
Valvula Sostenedora De Presion 10 " 47 Ps	Equipo	1.00
Medidor De Caudal Acumulado C/Pulsos 10" Br. P/Irrigacion	Equipo	1.00
Válvulas y Accesorios en Acero y PVC	GI	1.00
Interconexión	GI	0.50
Set de inyección de fertilizantes	GI	0.60
Agitador Neumático	GI	0.60
Succión Flotante de 14"x12 metros	GI	1.00
Pase de 355mm x 54 metros para Reservorio R2	GI	1.00

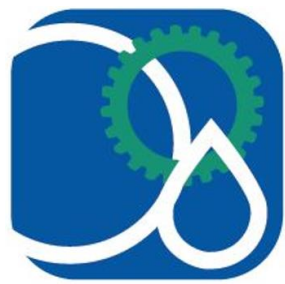
## COMPONENTES DEL EQUIPO 2

a) Línea de Riego	Unidad	Cantidad
Arranques Manguera esp. 0.4-0.9 mm 16 mm	c/u	1,600.00
Arranques Manguera esp. 0.4-0.9 mm 20 mm	c/u	200.00
linea de polietileno 16.12 x 400 mt	rollo	11.00
linea de polietileno 20.12 x 300mt	rollo	2.00
Dripnet PC 16009 2.00lph @ 0.50m x 500 m	rollo	420.00
Dripnet PC 20009 2.00lph @ 0.50m x 300 m	rollo	89.00

b) Tubería PVC	Unidad	Cantidad
Tubería PVC 1 1/2"/7.5	Tubo 5 m	66.00
Tubería PVC 63/5	Tubo 6 m	41.00
Tubería PVC 75/5	Tubo 6 m	113.00
Tubería PVC 90/5	Tubo 6 m	101.00
Tubería PVC 90/5	Tubo 6 m	54.00
Tubería PVC 110/5	Tubo 6 m	61.00
Tubería PVC 140/4	Tubo 6 m	31.00
Tubería PVC 140/5	Tubo 6 m	5.00
Tubería PVC 160/5	Tubo 6 m	14.00
Tubería PVC 200/4	Tubo 6 m	124.00
Tubería PVC 200/5	Tubo 6 m	76.00
Tubería PVC (Conduccion) 250/5	Tubo 6 m	51.00
Tubería PVC (Conduccion) 250/7.5	Tubo 6 m	170.00
Tee UF 200mm ISO	c/u	1.00
Tee UF 250mm ISO	c/u	1.00
Accesorios de Conexión	GI	1.00

Perú  
Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29  
Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)



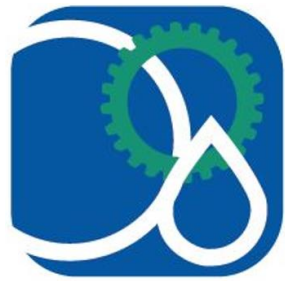
**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

<b>c) Válvulas</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Válvula Hidráulica	2"	c/u	2.00
Válvula Hidráulica	3x2x3"	c/u	2.00
Válvula Hidráulica	3" Lineal	c/u	15.00
Válvula Hidráulica	4" Lineal	c/u	1.00
Válvula Antivació	1/2"	c/u	20.00
Piloto Regulador Presión	29-100	c/u	20.00
Relee Hidráulico Galit		c/u	20.00
Valvula De Bola Pvc 2" Rh		c/u	5.00
Válvula Aire	(D/P) 1"	c/u	2.00
Válvula Aire	(D/P) 2"	c/u	14.00
Microtubo de Comando 8mm (500 m. Rollo)		rollo	6.00
Accesorios de Conexión		Gl	1.00

<b>d) Centro de Control</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
KSB MN -V 440 Mod -100-400 de 100 HP a 1750		Equipo	2.00
Tablero De Arrq. Est-Tri. X 2 De 100Hp C/U 440 Vac - Trifasico		Equipo	1.00
Materiales de Conexión Eléctrica 100 HP		jgo	2.00
Filtro de Grava (BFA Serie CP 4805L-M8V3+1FM)		Equipo	1.00
Valvula Sostenedora De Presion 8 " 47 Pss		Equipo	1.00
Medidor De Caudal Acumulado C/Pulsos 8" Br. P/Irrigacion		Equipo	1.00
Válvulas y Accesorios en Acero y PVC		Gl	1.00
Inerconexion		Gl	0.50
Set de inyección de fertilizantes		Gl	0.40
Agitador Neumático		Gl	0.40
Succión Flotante de 10"x12 metros		Gl	1.00
Pase de 250 mm x 54 metros para Reservorio R2		Gl	1.00

Perú  
Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29  
Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

### **3. Equipo de Red de Hidrantes, Caminos y Cerco**

Para la red de Hidrantes, Caminos y Cerco se ha considerado un equipo independiente, para un caudal de 8 lps, con operación manual pero con sistema de presión constante, de tal forma, que al abrir la válvula del hidrante, el sistema tenga una caída de presión y se enciendan las bombas automáticamente.

Además para el centro de control se ha considerado una batería de filtrado de grava con 4 tanques de 20", con un pase y una succión flotante.

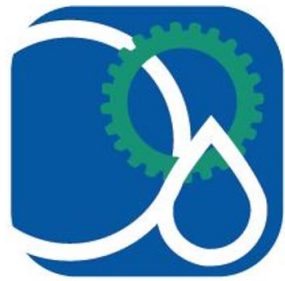
Cada hidrante es de 3" con válvulas de Bola Metálicas.

Para el mojado de caminos, que abarca una longitud total de 7.94 km, se ha considerado aspersores de 1/2" sectoriales colocados a un lado del camino. Para la operación de las válvulas, se ha considerado su automatización vía radio a través del Dream de los equipos de riego.

El riego del Cerco, el cual abarca 1.43 km. Este sistema también es automático por lo que se le agregan RTUs para su operación a distancia.

Perú  
Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29  
Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

## LA OFERTA ECONÓMICA

La oferta económica se presenta valorizada como sigue:

Rubro	Monto
Impulsión R0-R2	400,000.00
Equipo 1	600,000.00
Equipo 2	
Equipo Hidrantes, Caminos, Cerco	
Pase en R2 adicional	
<b>Total</b>	<b>1,000,000.00</b>

**El valor total es de US\$ 1,000,000.00 más el IGV. Puestos en campo.**

Los equipos de Riego materia de la presente propuesta serán entregados instalados en el campo de acuerdo a lo detallado en las Obligaciones de las Partes descritas en la presente Propuesta. Los costos en los que se incurran por la realización de las actividades de instalación descritas como responsabilidad de Corande serán asumidos por nuestra empresa, por lo que serán de cuenta y cargo exclusivo de Corande.

Esta cotización es válida por diez (10) días.

En los valores señalados, no se incluyen:

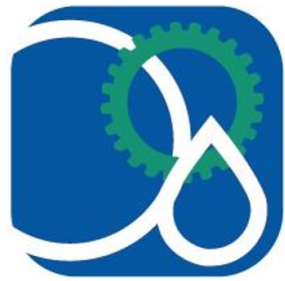
- I.G.V.
- Obras civiles y de protección de los equipos.
- Colocación de la línea de polietileno.
- Cuadrilla de ayudantes, para campo y centro de control.
- Habilitación y relleno de zanjas.
- Acometida eléctrica hasta el interior de la caseta de riego, trifásica y pozo a tierra a conectarse con los equipos.
- La guardianía de las partes de los equipos a partir del momento de su arribo al predio. Es responsabilidad del cliente la recepción, almacenamiento y control de las partes que constituyen el equipo de riego.
- Por razones de logística y conveniencia para la instalación, Corande enviará al predio, algunos ítems de materiales en exceso, por lo que al término de la instalación del equipo, se podrían presentar sobrantes, los mismos que son propiedad de Corande y esta estará en la potestad de

Perú

Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29

Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

retirarlos, cuando lo estime conveniente, salvo que el cliente desee adquirirlos, para lo cual se valorizarán y se emitirá la factura correspondiente.

## **GARANTIAS:**

Las garantías que ofrece **Equipos de Riego Corande S.A.C.**, cubren las fallas de fábrica en cuanto a norma y calidad de los productos, más no las fallas producidas en los equipos, por operación fuera del procedimiento o negligencia.

Los plazos de garantía son los siguientes:

- Tuberías hidráulicas de PVC	5 años
- Línea de polietileno	1 año
- Elementos eléctricos	1 año
- Resto de materiales	1 año

El Equipo, en forma íntegra, cuenta con una garantía de correcto funcionamiento de acuerdo a los caudales de diseño ofrecidos por **Equipos de Riego Corande S.A.C.** Además el respaldo de un servicio de post instalación, para lo cual contamos con personal preparado, materiales en nuestras bodegas y equipo de apoyo para terreno.

## **DE LAS OBLIGACIONES DE LAS PARTES**

### **Generales**

**Si en el replanteo, al contrastar la información de los planos y la memoria de cálculo, con la realidad del campo, se presentasen discrepancias, que afecten la hidráulica del equipo u otra, estas discrepancias se someterán a consideración del cliente y en el caso de requerir reajustes, los montos resultantes deben ser aceptados y aprobados por el cliente, antes de proseguir con los trabajos.**

Es conveniente que el CLIENTE asigne desde el inicio de la instalación al menos dos personas, con preparación suficiente, para que se hagan cargo de la operación y mantenimiento del Equipo de Riego, estas serán instruidas por los instaladores (aprendiendo haciendo las cosas) y en la etapa final participaran en la calibración del equipo, siguiendo las instrucciones de la memoria de cálculo de diseño, que servirán de base para el acta de entrega.

Perú

Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29

Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

## OBLIGACIONES DEL CLIENTE

1. La señalización en el campo, de los caminos y del marco de la plantación, como de otros de la planificación física, serán realizados por el CLIENTE y a su cuenta, con la participación y competencia profesional apropiada y de ser necesario con la contribución del representante de **Corande**.
2. La recepción descarga y almacenamiento de todos los componentes del equipo de riego que se envíen al predio.
3. El buen almacenamiento, guardianía y control del movimiento de las partes y piezas en el predio, durante la instalación.
4. La excavación de las zanjas, manual o mecánica, a profundidad y norma que se indique en el diseño.
5. El traslado de las partes de riego desde el almacén en el predio, hasta los puntos de ensamblaje, según requerimiento que indique el Técnico Instalador de **Corande**.
6. El cliente asignará personal necesario para el apoyo en la instalación de los materiales en campo y en el centro de control, en coordinación con el supervisor de **Corande**.
7. El soporte con personal para el tendido de redes y tapado de zanjas según demande el programa de instalación.
8. Las obras civiles con sus materiales y trabajos complementarios, como casetas, cajas para válvulas, dados y otros según la particularidad del proyecto.
9. El tendido de las líneas o laterales de riego, para lo cual dispondrá de carretes a fin de facilitar su instalación.
10. El CLIENTE asignará personal para la puesta en marcha que se inicia con el lavado de las redes y sectores de riego, conexiones de los laterales, lavado y cierre de los terminales. Personal que será capacitado por el Instalador de Corande, para que puedan continuar con la labor.
11. Al emplearse energía eléctrica, el código de seguridad, obliga a conectar los motores y otros equipos que reciban energía, a una descarga a tierra, para lo cual el cliente deberá instalar el punto de conexión en la caseta, que deriva a un pozo a tierra. Aspecto que deberá tener en cuenta, además de hacer las provisiones necesarias, para que se pueda disponer, al menos 20

Perú  
Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29  
Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)



días antes de la puesta en marcha, con la caseta del cabezal de riego y con la energía, tema que deberá ser coordinado con nuestro supervisor.

## OBLIGACIONES DE CORANDE

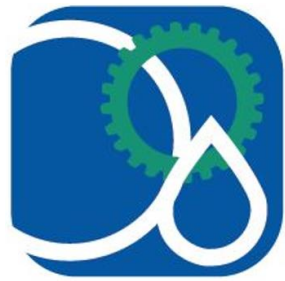
1. Proveer de todos los planos, esquemas y memoria de cálculo, para efectuar la instalación del equipo de riego, como son:
  - Plano de replanteo
  - Plano de zanjas
  - Plano de tendido de redes hidráulicas y ubicación de válvulas
  - Plano de comandos.
  - Esquemas de instalación de los nodos y otros
  - Consolidado de la memoria de cálculo con detalle de presiones y caudales de operación por equipo y por turno de riego.
2. Proveer de todas las partes del equipo de riego que figuran en la oferta.
3. Previo al replanteo, verificar en el campo que se hayan ejecutado la señalización de los caminos y del marco de plantación.
4. Realizar el replanteo de la instalación del equipo, en base a los planos de diseño y a la memoria de cálculo, verificando si los planteamientos de la Ingeniería de Corande coincide con la realidad del campo.

Nota: Cualquier diferencia adicional en el metrado de componentes presupuestados, que resulte luego de realizado el replanteo, será asumido y cancelado como pago complementario, por el cliente.

5. Según los requerimientos de instalación del equipo de riego, Corande asignara personal para las siguientes labores:

a.- Instalación de la red:

Un Técnico Instalador que recibirá el soporte de personal de campo del cliente, para el traslado de los materiales, ensamblaje de las partes, tendido de comandos y otros que durante el proceso el técnico indique.



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIESGO

b.- Instalación de automatización:

Dependiendo del requerimiento se asignará: Técnicos Instaladores con especialidad en montaje, electricidad y automatización.

c.- Para efectos del seguimiento, auditoria y entrega de la instalación:

Un supervisor de obras quien programará las visitas necesarias según lo amerite el proyecto

6. Al momento de iniciarse la instalación el Supervisor de Corande coordinara con el cliente, los requerimientos de personal de campo que debe aportar el cliente, en cada momento de la instalación.

## **PLAZOS DE ENTREGA**

**Los plazos de entrega cuentan a partir de la conformidad del replanteo.**

1.- Entrega de los materiales en el predio:

- Las tuberías de PVC y accesorios a partir de los 10 días útiles de la conformidad del replanteo.
- El resto de los materiales y a partir de los 30 días útiles de la conformidad del replanteo, sujeto a imponderables de las importaciones.

2.- Entrega de los equipos funcionando, el que se establezca en el cronograma que se elabore de común acuerdo con el CLIENTE.

Los plazos de instalación están condicionados al cumplimiento, por parte del cliente, de los trabajos no incluidos en la oferta, como las excavaciones y relleno de zanjas, así como las habilitaciones varias, (bases, eléctricas, protecciones, etc.) además de prestar cooperación con personal del predio, según demanden los requerimientos de montaje de los equipos materia de la oferta. Por otra parte estos plazos se verán afectados si el cliente no cumple con la oportunidad de los pagos pactados.

Perú

Av. Belisario Suárez 121

Z.I. San Juan de Miraflores

Lima 29

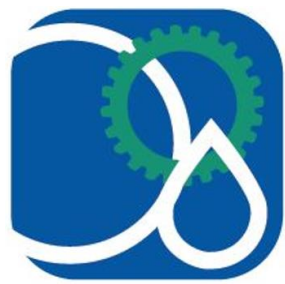
Tel: (51-1) 281 4242

Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)

[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)





**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

## FORMA DE PAGO

Fecha	Concepto	Monto	IGV	Subtotal
10-jun	Factura	200,000.00	36,000.00	<b>236,000.00</b>
10-jul	Factura	200,000.00	36,000.00	<b>236,000.00</b>
10-ago	Factura	200,000.00	36,000.00	<b>236,000.00</b>
10-sep	Factura	200,000.00	36,000.00	<b>236,000.00</b>
10-oct	Factura	200,000.00	36,000.00	<b>236,000.00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1,000,000.00</b>	<b>180,000.00</b>	<b>1,180,000.00</b>

En la presente modalidad de ejecución de obra es imprescindible que el CLIENTE cumpla con el pago en el momento oportuno, según se establece en la forma de pago, de no ser así CORANDE se verá obligado a interrumpir las entregas de materiales y documentación técnica, como también paralizara los trabajos a su cargo, acción que durará hasta el momento que el CLIENTE acredite haber cumplido con su o sus pendientes.

Si, a pesar de haber completado la entrega de todos los materiales y la instalación de los componentes del equipo de riego, no se pueda poner en marcha el equipo, por razones fuera del control de CORANDE, tales como falta de energía eléctrica o adecuaciones a cargo del CLIENTE este deberá pagar el saldo final y CORANDE regresará para la puesta en marcha y entrega final, cuando se completen las condiciones para ello.

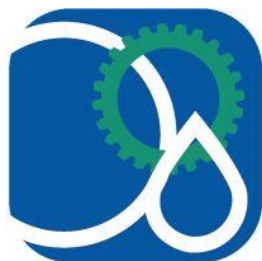
Sin otro particular, los saludamos atentamente.

Perú  
Av. Belisario Suárez 121  
Z.I. San Juan de Miraflores  
Lima 29  
Tel: (51-1) 281 4242  
Fax: (51-1) 276 8451

[www.corande.pe](http://www.corande.pe)  
[ventas@corande.pe](mailto:ventas@corande.pe)

Ing. Pablo Gómez Holguín  
Equipos de Riego Corande S.A.C.

Aceptación y Conformidad



**CORANDE**  
EQUIPOS DE RIEGO

---

# MANUAL DE OPERACIÓN GENERAL

---

Elaborado por:

**Fernando Contreras Torres**  
**Coordinador Técnico - Operaciones**

A partir de manuales técnicos  
Y apuntes de capacitaciones de Corande.

E-Mail: [Fcontreras@corande.pe](mailto:Fcontreras@corande.pe)

Colaboradores:

**Miguel Lora de Saint Paulet**  
**Director de Ingeniería**

**Elvis Vizcarra Villavicencio**  
**Supervisor de Operaciones**

## MANUAL DE OPERACIÓN.

### Información general:

El documento describe los elementos de un equipo de riego, así como también, sus indicaciones para su operación conforme a las características del equipo, de tal forma que las personas asignadas para su manejo puedan operarlos correcta y eficientemente.



---

NOTA: Debido a la gran variedad de equipos de riego, el presente documento es una guía de operación generica de los equipos de uso mas frecuente durante la operación de riego, por lo que, el usuario debe remitirse unicamente al tipo de equipo con el que cuenta instalado.

---

## **9- MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS GENERALES.**

### **9.1-Mantenimientos básicos en bombas:**

Los equipos de bombeo deben ser revisados constantemente, por cuanto son una de las partes más importantes del sistema, si la bomba no funciona no hay riego. Las bombas deben observarse diariamente para comprobar que todo está en orden o si presenta alguna anomalía como fugas de agua, ruidos extraños o vibraciones o que el tablero eléctrico ocasione paradas no programadas en la unidad, o registro de caudales y presiones fuera de norma o cualquier otra situación que llame la atención. En cualquiera de esos casos se debe reportar y estar pendiente hasta que el impase se solucione.

Por otra parte como regla general hay exámenes que deben efectuarse periódicamente por personal calificado y con la instrumentalización debida. Para el efecto debe llevarse un registro en el cual se anotan las horas de operación del equipo, tomando la referencia del horómetro instalado en el tablero y en base a este dato, tal cual el servicio por kilometraje de los vehículos se actúa con el servicio de inspección de bombas cada 2500 a 3000 horas de trabajo.

KSB Bombas Hidráulicas, Instrucciones de servicio, N° A2742.8.3S/1

#### **a- alineamiento:**

En caso de contar con bombas de eje libre, debe tenerse en cuenta lo siguiente: la vida útil del conjunto giratorio y el funcionamiento de la bomba sin vibraciones anormales depende de la perfecta alineación entre la bomba y el motor.

El equipo de bombeo es entregado en funcionamiento ya alineado. De presentarse posteriormente, vibraciones o ruidos extraños se debe solicitar el servicio de bombas para encontrar la causa y si fuera un mal alineamiento y disponer del equipo se podrá proceder como sigue:

La alineación deberá ser efectuada por personal calificado con ayuda de un reloj comparador para el control de los desplazamientos radial y axial. Para corregir la alineación, se debe aflojar los tornillos de sujeción del motor de la bomba a la base y con desplazamientos laterales o agregando o quitando linternas se va haciendo coincidir los ejes haciendo la verificación con los relojes comparadores, según se muestra muy escuetamente en las figuras #82 y #83 más adelante.

A continuación se muestran ejemplos de des-alineamientos.

(KSB Bombas Hidráulicas, Instrucciones de servicio, N° A2742.8.3S/1)

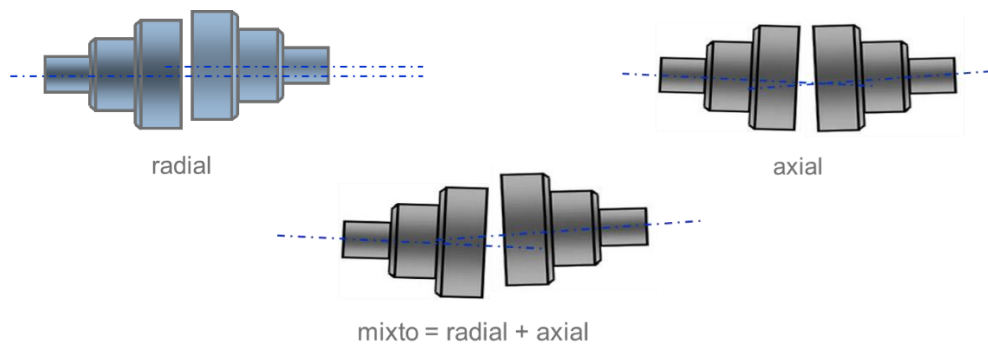


Figura #82

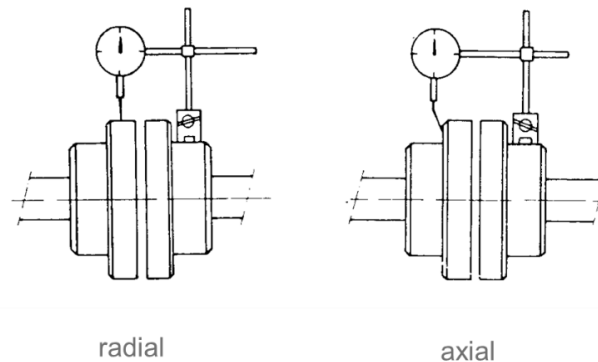


Figura #83

(KSB Bombas Hidráulicas, Instrucciones de servicio, N° A2742.8.3S/1)

**b- Engrase o cambio de rodamientos:**

Dependiendo de la marca de la bomba, se podrá encontrar rodamientos auto-lubricados y rodamientos para lubricar. La finalidad del mantenimiento, en este caso, es prolongar al máximo la vida útil del sistema de rodamientos o cojinetes. Cuando la bomba está en operación, el mantenimiento abarca el control de la temperatura de los rodamientos.

En bombas Hidrostal, los rodamientos instalados en la parte de la bomba son lubricados por grasa cada cierto número de horas. El tiempo, tipo de grasa y procedimiento de engrase se encuentra en el manual digital adjunto: Manual HIDROSTAL. ISO2858 - Manual del usuario, instalación operación y mantenimiento P.7

En bombas Ksb, los rodamientos instalados en la parte de la bomba pueden ser lubricados o auto-lubricados, es decir que necesitan engrase cada ciertas horas para el primer caso, o simplemente necesitaran ser reemplazados a un número de horas máxima por servicio. El tiempo, tipo y procedimiento de engrase se encuentra en el manual digital adjunto: Manual KSB. Meganorm- Manual mantención grasa P.12

Manual HIDROSTAL. ISO2858 - Manual del usuario, instalación operación y mantenimiento

Manual KSB. Meganorm- Manual mantención grasa

### c- Verificaciones de operación de la bomba

Las bombas tienen tres parámetros básicos de evaluación, la presión, el caudal y la velocidad de giro RPM

El personal de caseta puede verificar sin dificultad, la presión de descarga y el caudal y la puede contrastar contra las especificaciones que le entregaron al momento de la puesta en marcha.

- 4- Sin embargo en el caso de haber problemas, es necesario que personal calificado verifique estos parámetros teniendo en cuenta además las condiciones de trabajo (altura de succión- válvulas en la descarga y transitorios) y antes de proceder a cualquier intervención, se debe determinar si hay ruidos o vibraciones extrañas, estado de alineamiento, si fuere el caso. Seguir con el registro de caudales y presiones, en succión y descarga y de ser necesario el RPM del motor. Con estos datos determinara si existe o no desfase con la curva de fábrica de la bomba. De haber problemas remitirse al punto: **1-OPERACIÓN DE LA BOMBA DE RIEGO:1.3-Como identificar problemas de funcionamiento:**

## 9.2-Mantenimientos basicos en tableros de arranque.

El tablero de comando debe observarse regularmente, verificando que los instrumentos de medición estén funcionando (Voltímetro, Amperímetro, Horómetro) que el interior del tablero no presente sobre calentamientos, ni conexiones flojas, ni presencia de polvo que demande una limpieza.

El personal de servicio técnico especializado, complementará lo indicado con la verificación de la operación de los contactores, la calibración de los térmicos, el accionar de los temporizadores en el arranque estrella triangulo, el funcionamiento de los ventiladores de enfriamiento, verificar el ajuste de las acometidas como las conexiones de entrega y comparar las lecturas del panel del tablero contra las lecturas del equipo portátil que el electricista lleva para esos efectos y de esta manera verificar si los instrumentos están correctos.

De ser un tablero de comando electrónico, este requiere de servicio con personal calificado de primer nivel y como las condiciones son de campo, se recomienda que al menos cada seis meses se solicite un servicio de inspección.


En una inspección básica se debe realizar lo siguiente:

- 1- Cambiar periódicamente los filtros de ventilación (esto dependerá de la zona donde está ubicado el tablero eléctrico).
- 2- Si el tablero tienen arranque estrella –triangulo y arranques directo se deberá realizar una limpieza con una turbina por lo menos cada 12 meses y hacer reajustes de los tornillos de fuerza y control.
- 3- Se deberá de limpiar los electrodos de nivel, el tiempo dependerá de la calidad de agua en el reservorio.

### 9.3-Tabla de mantenimientos

Debido a la gran variedad de modelos y marcas de equipos, a continuación se presenta una guía genérica de los mantenimientos preventivos de un equipo de riego. Para mayor detalle, el usuario debe remitirse a los manuales del fabricante.

El cuadro proporciona al usuario, el periodo y el tipo de mano de obra a intervenir el equipo.

		 <b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - CORRECTIVO</b>		
NRO	TIPO DE MANTENIMIENTO	MOMENTO		
		Labor del Operador	INICIO DE CAMPAÑA Técnico de Mant.	PERIODO Técnico de Mantenimiento
<b>1</b>	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>			
1.1	Verificar tensión de servicio	Semanal		
1.2	Verificar el funcionamiento de los equipos de medición y pilotos	Semanal		
1.3	Verificar que tenga buena ventilación	Semanal		
1.4	Verificar que no presente humedad	Semanal		
1.5	Mantenimiento de los contactores, interruptores, relés térmicos, disyuntores y componentes electrónicos		X	2.000 horas
1.6	Mantenimiento de cables y borneras, circuito de control y fuerza		X	2.000 horas
1.7	Mantenimiento del variador de velocidad (si lo tiene)		X	2.000 horas
1.8	Mantenimiento del pozo y la puesta a tierra		X	2.000 horas
1.9	Limpieza general del tablero		X	2.000 horas
<b>2</b>	<b>MOTORES ELECTRICOS</b>			
2.1	Mediciones de voltaje y amperaje del motor	Semanal		
2.2	Verificar presencia de ruidos y vibraciones (motor y bomba)	Semanal		
2.3	Verificar estado del anclaje	Semanal		
<b>2.4</b>	<b>Revisión y mantenimiento de rodamientos</b>		X	2.000 horas
2.4.1	>Lubricación de rodamientos de motor (si cuenta con chumaceras de lubricación)		X	2.000 horas
2.4.2	>Cambio de rodamientos autolubricados sellados del motor		X	10.000 horas
2.5	Mantenimiento de borneras, ajuste y aislamiento		X	2.000 horas
2.6	Alineamiento del motor con respecto a la bomba		X	1.000 horas
2.7	Limpieza de caja y alabes del ventilador		X	2.000 horas
<b>3</b>	<b>BOMBAS DE RIEGO</b>			
3.1	Registro de presiones y caudales	Diario		
3.2	Evaluación general del comportamiento de la bomba incluyendo el cumplimiento de parámetros de su curva de operación.		X	2.000 horas
3.3	Mantenimiento de la succión, canastilla y válvula de pie		X	2.000 horas
3.4	Mantenimiento de la descarga		X	2.000 horas
3.4.1	>Inspección de válvulas duocheck en instalaciones en paralelo		X	2.000 horas
3.4.2	>Inspección de válvulas mariposa		X	2.000 horas
<b>3.5</b>	<b>Revisión y mantenimiento de rodamientos</b>		X	2.000 horas
3.5.1	>Lubricación de la bomba (si cuenta con punto de lubricación)		X	2.000 horas
3.5.2	>Cambio de rodamientos autolubricados de bomba		X	10.000 horas
3.6	Revisión de sellos		X	2.000 horas

Fuente: Elaborado propia

NRO	TIPO DE MANTENIMIENTO	MOMENTO		
		Labor del Operador	INICIO DE CAMPAÑA Técnico de Mant.	PERIODO Técnico de Mantenimiento
<b>4</b>	<b>SISTEMAS DE FILTRADO DE MALLA YAMIT</b>			
4.1	Verificar diferencial de presión	Semanal		
4.2	Verificar frecuencia de lavado	Semanal		
4.3	Inspección de elemento filtrante	Semanal		
4.3	<b>Revisión y mantenimiento según indicaciones del manual</b>		X	1.000 horas
4.3.1	>Revisión del estado de la bocina del eje solido de precamara		X	1.000 horas
4.3.2	>Revisión del estado de la bocina del eje hueco de camara		X	1.000 horas
4.3.3	>Revisión del estado de boquillas de succión		X	1.000 horas
4.3.4	>Revisión del estado del perno de bronce de soporte de piston		X	1.000 horas
4.3.5	>Revisión del estado del motor hidráulico		X	1.000 horas
4.3.6	>Revisión y engrase de o´rings o empaques del cartucho de malla		X	1.000 horas
4.3.7	>Revisión y limpieza de malla		X	1.000 horas
<b>5</b>	<b>FILTROS DE GRAVA</b>			
5.1	Verificar diferencial de presión	Semanal		
5.2	Verificar frecuencia de lavado	Semanal		
5.3	Inspección de elemento filtrante	Semanal		
5.4	<b>Revisión y mantenimiento según indicaciones del manual</b>		X	1.000 horas
5.4.1	Inspección del nivel de grava		X	2.000 horas
5.4.2	Inspección del estado de grava		X	2.000 horas
5.4.3	Inspección del filtro de seguridad		X	1.000 horas
<b>6</b>	<b>EQUIPO DE FERTILIZACIÓN</b>			
6.1	Inspección del filtro de fertilizante	Diario		
6.2	Inspección del caudal de inyección	Diario		
6.3	Evaluación general del comportamiento de la bomba de pre mezcla		X	2.000 horas
6.4	Inspección y/o limpieza de impulsor de la bomba de pre mezcla		X	2.000 horas
6.5	Evaluación general del comportamiento de la bomba de fertilización.		X	2.000 horas
6.6	Inspección y/o limpieza de impulsor de la bomba de fertilización		X	2.000 horas
6.7	Evaluación general del comportamiento de la bomba soplante		X	2.000 horas
6.8	Evaluación de los dispositivos de entrega de fertilizante, filtros, medidores de caudal, válvulas de control y de tención		X	2.000 horas
<b>7</b>	<b>EQUIPOS DE MEDICIÓN, CONTROL Y SEGURIDAD</b>			
7.1	Evaluación de Manómetros	Semanal		
7.2	Evaluación de Caudalímetros	Semanal		
7.3	Cambio de Manómetros según evaluación	Anual		
7.4	<b>Evaluación y mantenimiento de Fertímetros</b>	mensual		1.000 horas
7.4.1	>Comparación de la medición de caudal vs un medidor instantáneo			1.000 horas
7.4.2	>Limpieza de rejilla interna de fertímetros			1.000 horas
7.5	Evaluación de Válvulas de alivio, de aire y retención			1.000 horas
<b>8</b>	<b>EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN</b>			
8.1	Verificación de operaciones de mando	Semanal		
8.2	Verificación del seteo del programador y estado de la batería		X	2.000 horas
8.3	Inspección y limpieza general		X	2.000 horas
8.4	Verificación de unidades remotas remplazo de baterías		X	1.000 horas
8.5	Verificación de la llegada de la señal a los puntos de acción		X	1.000 horas
8.6	Inspección del UPS de protección y respaldo del programador		X	2.000 horas

Fuente: Elaborado propia


<b>9</b>	<b>REDES Y APLICADORES DE RIEGO</b>			
9.1	Evaluación y verificación de operación y presiones en arcos de riego, según memoria de cálculo .	Semanal		
9.2	Evaluación del estado general de la red		X	2.000 horas
9.3	Evaluación general de los laterales de riego		X	2.000 horas
9.4	Determinación del coeficiente de uniformidad (CU) en el sector crítico de diseño o el indicado por el cliente.	mensual		
9.5	Descole de laterales (lavado)	mensual		
9.6	Limpieza de redes y laterales con químicos y/o esponjas			2.000 horas
<b>10</b>	<b>VÁLVULAS</b>			
10.1	Verificación de operación de pilotos 29-100		X	2.000 horas
10.2	Verificación de operación de galit 2000		X	2.000 horas
<b>10.3</b>	<b>Inspección de válvulas hidráulicas</b>		X	2.000 horas
10.3.1	>Limpieza de filtro dedo en mandos a presión según inspección	6 meses		
10.3.2	>Reemplazar diafragma en caso presente deformaciones o rotura	verificar	X	1.000 horas

Fuente: Elaborado propia



#### 9.4-Tabla de registro diario para el operador

A manera de guía, se muestra un cuadro para seguimiento diario con el cual, el operador puede llevar un control diario del manejo del equipo de riego.

							
		Predio					
		Fecha					
<b>Parte de control de riego y fertilización</b>		Operador					
<b>Registros de caseta</b>							
Turnos de riego	1	2	3	4	5	6	
Caudal de diseño m3/h							
Presión de diseño m.c.a.							
Caudal registrado m3/h							
Presión registrada m.c.a.							
Amperios consumidos							
<b>Fertilización</b>							
Producto							
Kilos							
Volumen							
Caudal							
Presión inyección							
Duración de aplicación h.m.							
Preparación de mezcla fertilizante		OK	Demora	No diluye bien			
<b>Control de filtros</b>							
Presión a la entrada				m.c.a.			
Presión a la salida				m.c.a.			
Número de retro lavados al día				Veces			
Horas de trabajo acumuladas				Horas			
<b>Observaciones de los días lunes</b>							
Estado estación de bombeo		OK	Ruidos	Averiada			
Estado de las mallas de los filtros		OK	Sucia	Averiada			
Bomba de inyección fertilizante		OK	Falla	Averiada			
Bomba de mezcla de fertilizante		OK	Falla	Averiada			
<b>Inspección de rutina en campo</b>							
Estado de la red de riego		OK	Fuga	Otro			
Estado de válvulas de riego		OK	Descalibr	Otro			
Estado de RTU		OK	Falla	No aplica			
Estado laterales de riego		OK	Sucio	Averiado			
Estado de aplicadores		OK	Tapados	Averiados			
<b>Medición gasto aplicadores lph.</b>							
	Presión en válvula					m.c.a	
	Presión en terminal					m.c.a	
	Aplicador	lph	Aplicador	lph	Aplicador	lph	
	1		6		11		
	2		7		12		
	3		8		13		
	4		9		14		
	5		10		15		

Fuente: Elaborado por Ing. Miguel Lora



Corande no puede aceptar responsabilidad alguna por alguna practica o manejo con la información proporcionada. Se recomienda contar con la asesoría profesional de Corande y/o sus representantes. El contenido de esta información puede ser suprimido, modificado y/o actualizado sin previo aviso.

Elaborado por:

**Fernando Contreras Torres**

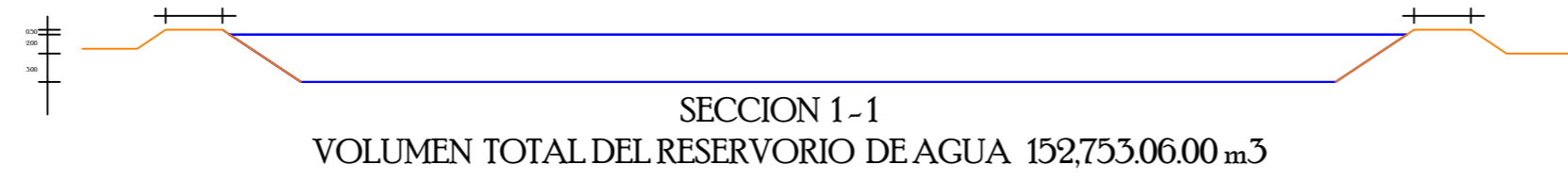
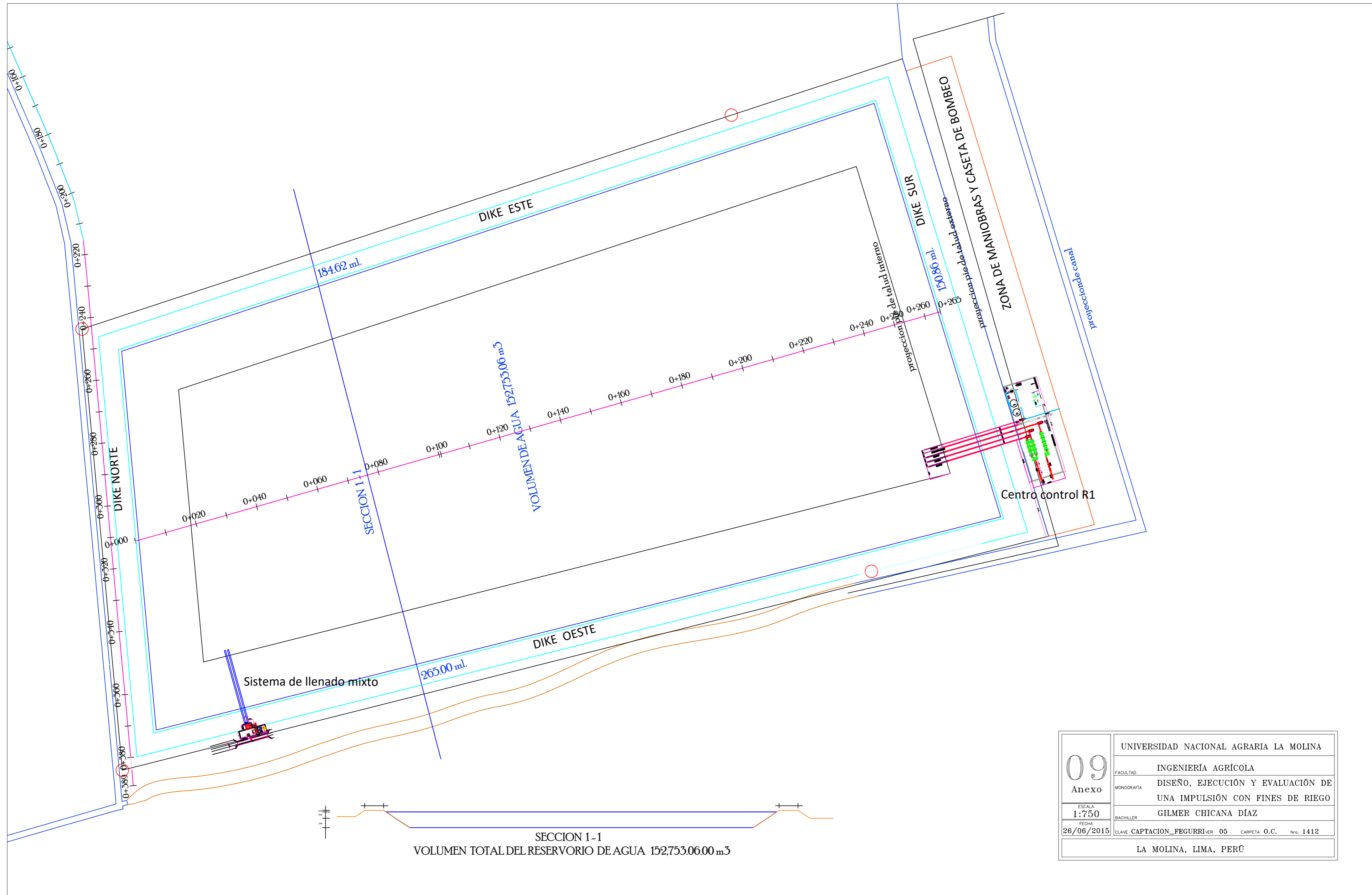
**Coordinador Técnico - Operaciones**

A partir de catálogos técnicos

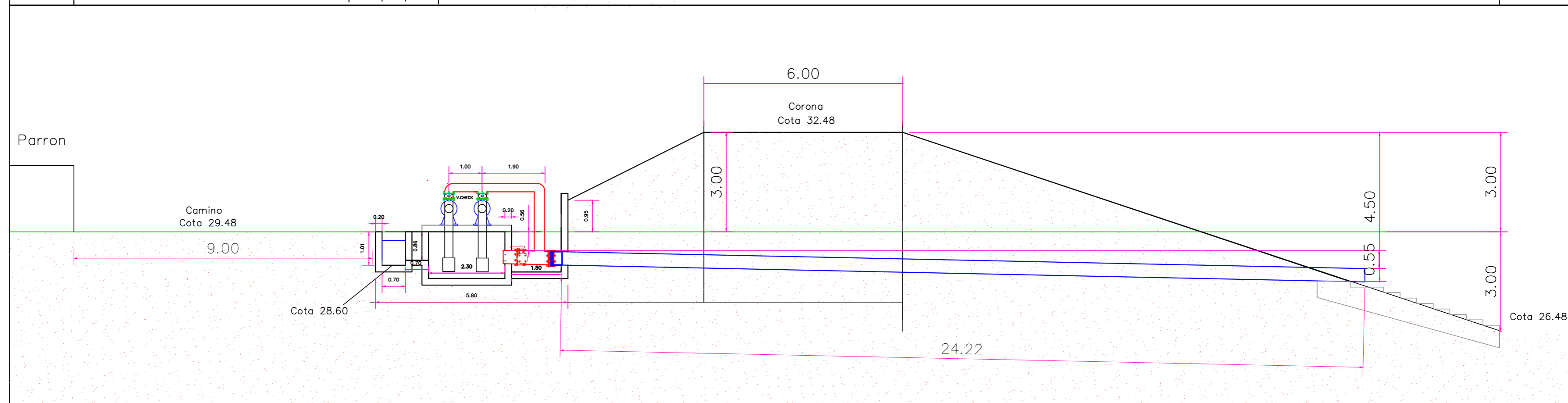
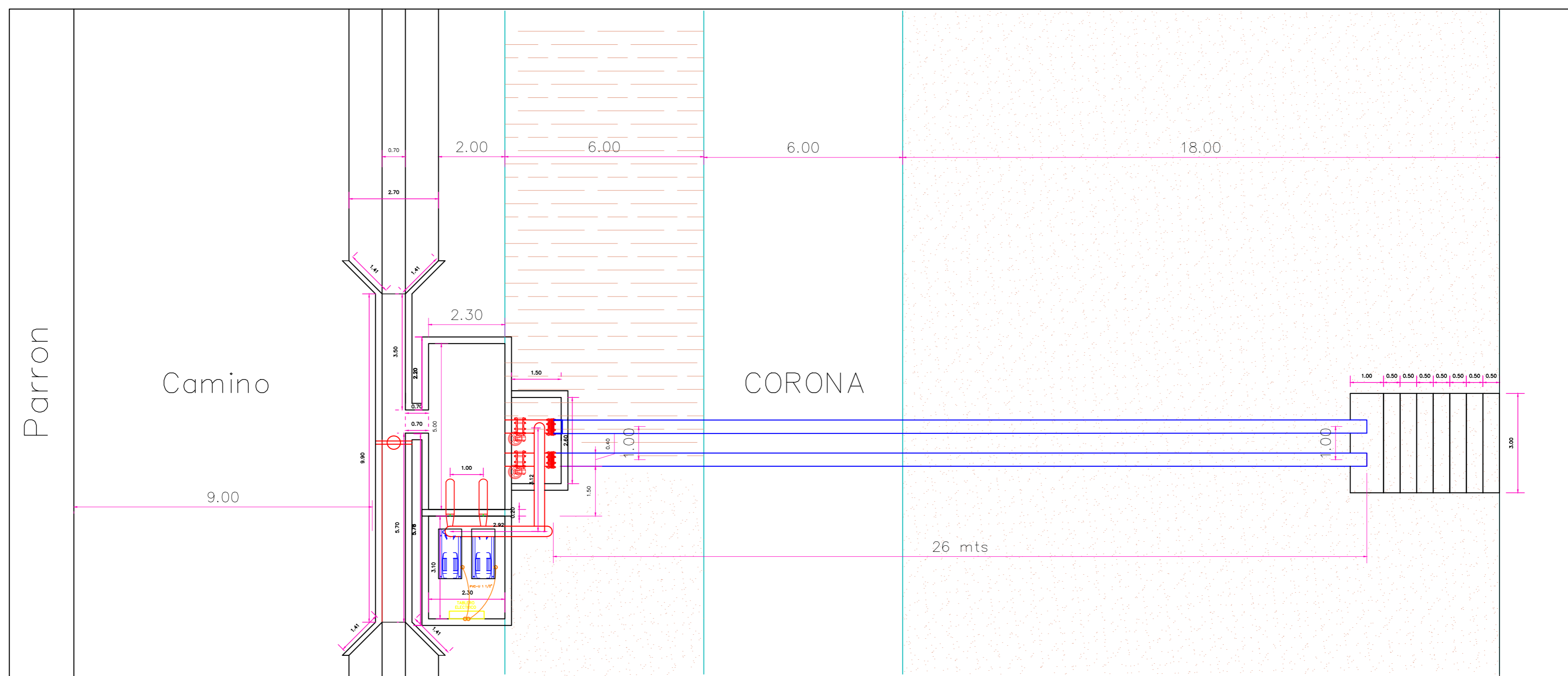
Y apuntes de capacitaciones de Corande.

E-Mail: [Fcontreras@corande.pe](mailto:Fcontreras@corande.pe)

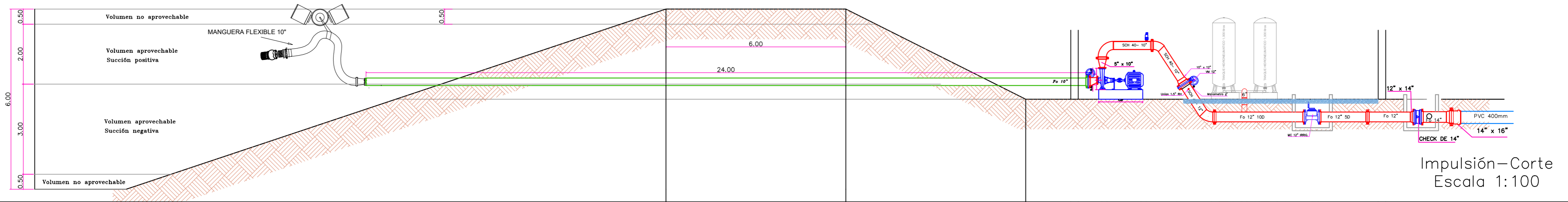




<p>09 Anexo</p> <p>ESCALA 1:750</p> <p>FECHA 26/06/2015</p>	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA		
	FACULTAD	INGENIERÍA AGRÍCOLA	
	MONOGRAFIA	DISEÑO, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA IMPULSIÓN CON FINES DE RIEGO	
	BACHILLER	GILMER CHICANA DÍAZ	
	CLAVE	CAPTACION_FEGURRIVER 05	CARPETA O.C.
LA MOLINA, LIMA, PERÚ			



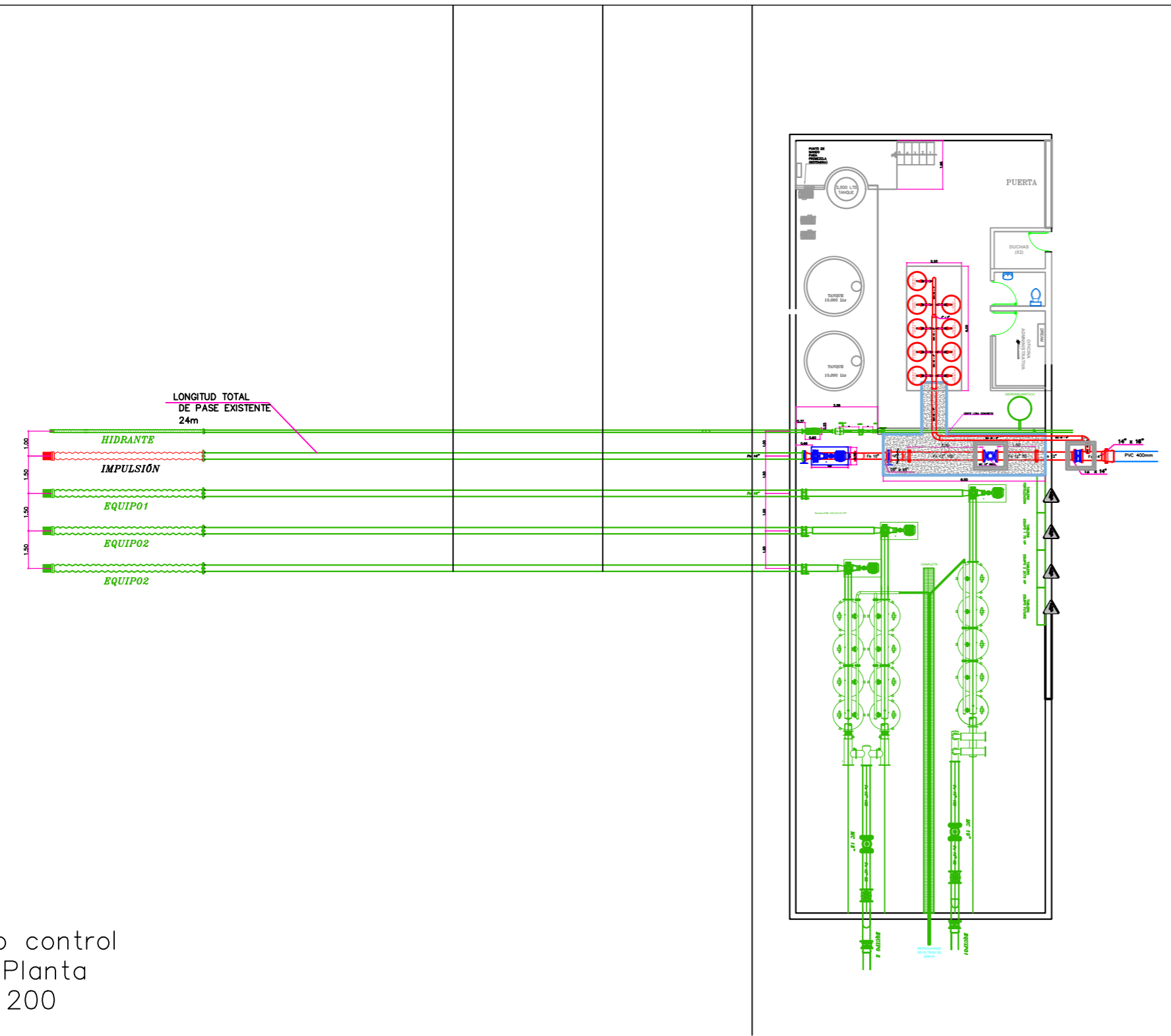
<b>10</b> Anexo ESCALA <b>1:100</b> FECHA 26/06/2015	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	
	FACULTAD	INGENIERÍA AGRÍCOLA
	MONOGRAFÍA	DISEÑO, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA IMPULSIÓN CON FINES DE RIEGO
	BACHILLER	GILMER CHICANA DÍAZ
CLAVE CAPTACION_FEGURRI ver 05		CARRERA O.C. No. 1412
LA MOLINA, LIMA, PERÚ		



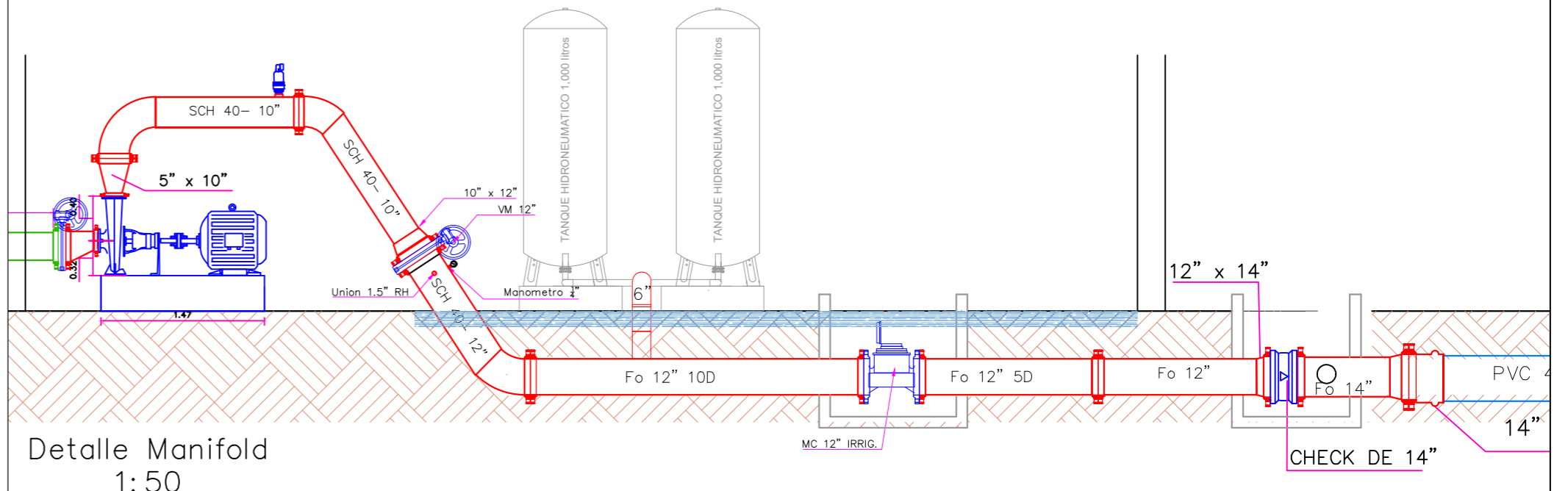
Impulsión-Corte  
Escala 1:100



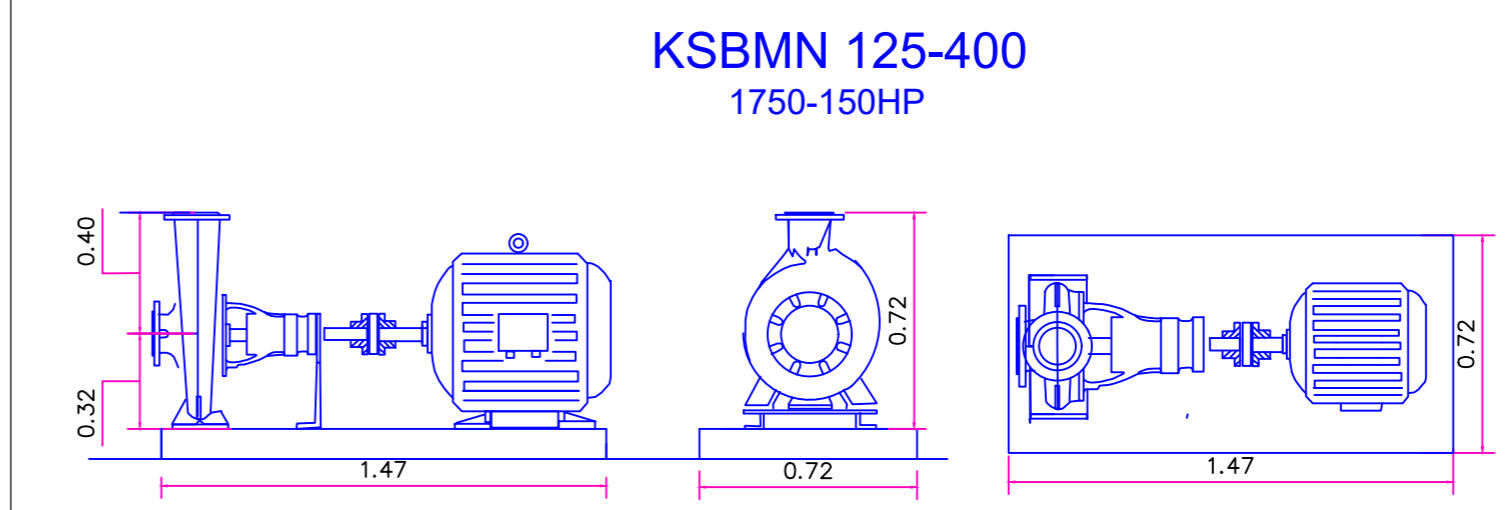
Impulsión-Planta  
Escala 1:100



Centro control  
R1-Planta  
1:200



Detalle Manifold  
1:50



Detalle bomba  
1:25

<b>11</b> Anexo INDICADA 26/06/2015	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA		
	FECHA:	INGENIERÍA AGRÍCOLA	
	MONOGRÁFICA:	DISEÑO, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA IMPULSIÓN CON FINES DE RIEGO	
	TÍTULO:	GILMER CHICANA DÍAZ	
	FECHA:	BACHILLER	CLAVE CAPTACION_FEGURRI=05
LA MOLINA, LIMA, PERÚ			

