



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**TESIS**

**“Diseño de un sistema de riego presurizado por goteo en las 8.7 hectáreas del cultivo de la palta Hass en el caserío Chacupe – La Victoria – Chiclayo – Lambayeque”**

*Para optar el título profesional de:  
INGENIERO AGRÍCOLA*

*Autor:*

Bach. Dick Alex Effio Ayasta

*Asesor:*

Ing. M. Sc. Juan Hernández Alcántara.

Lambayeque -Perú  
2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“PEDRO RUIZ GALLO”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRICOLA**



**TESIS**

**“Diseño de un sistema de riego presurizado por goteo en las 8.7 hectáreas del cultivo de la palta Hass en el caserío Chacupe – La Victoria – Chiclayo – Lambayeque”**

*Para optar el título profesional de:*

*INGENIERO AGRÍCOLA*

**Autor:**

**Bach. Dick Alex Effio Ayasta**

**Aprobado por:**

-----  
Ing. M. Sc. Jorge Segundo Cumpa Reyes  
Presidente

-----  
Ing. José Arturo Solórzano Gonzales  
Secretario

-----  
Ing. Jolver Barrantes-Burga  
Vocal

-----  
Ing. M. Sc. Juan Hernández Alcántara  
Patrocinador

## **DEDICATORIA**

A Dios por regalarme la vida, darme la fuerza, la voluntad de seguir adelante con mis estudios y todas las bendiciones que regala en día a día. Agradezco por estar con mis familiares presentes.

A mis padres Miguel y Anita por estar siempre pendientes de mi formación académica durante la universidad, por estar en los buenos y malos momentos que nos brinda la vida, por los consejos que me brindan en el día a día para ser una mejor persona y un gran profesional y tomar el camino correcto para mi futuro.

A mis abuelos maternos por ser parte importante en mi trayecto profesional, a mis hermanos que forman parte importante en esta travesía de la vida profesional, por estar siempre pendiente de mi progreso y mi salud.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ingeniero Juan Hernández Alcántara por su tiempo brindado, su constante orientación, su ayuda en la elaboración y presentación de la presente tesis.

A los copatrocinadores de mi tesis, la familia Effio Gonzales, por darme la autorización del desarrollo del estudio del terreno y así lograr el diseño del sistema de riego tecnificado para el cultivo de la Palta Hass que es una mejora económica.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola por compartir sus amplias experiencias, información y el conocimiento para conocer una base del mundo moderno y las innovaciones actuales, saber cómo responder ante los retos y obstáculos profesionales que encontramos en los diversos trabajos.

A mis compañeros de trabajo con los cuales nos reunimos día a día para compartir los amplios conocimientos del sistema de riego tecnificado, a la empresa NETAFIM PERÚ S.A.C, en especial al área de topografía y al área de diseño quien me compartió parámetros básicos para el sistema de riego tecnificado.

A mis compañeros de la empresa Grundfos por compartir su amplia experiencia en las áreas mecánicas eléctricas, el aprendizaje de la configuración y operación de los sistemas de equipo de bombeo.

## **RESUMEN**

En los últimos años la agricultura se encuentra en una crisis hídrica debido a los efectos del cambio climático (fuente: ANA), los agricultores se ven en la obligación de cambiar el tipo de cultivo tradicional (arroz o caña de azúcar) para cambiar por un cultivo más rentable y no afecte la canasta básica familiar.

Frente a la crisis hídrica se busca opciones de mejora económica y que muestren rentabilidad a los pequeños agricultores. En este proyecto de tesis se administrará correctamente el uso del agua en beneficio del propietario que siembra actualmente 8.7ha de arroz (85%) y alfalfa (15%), desarrollando un sistema de riego por goteo optimizando el recurso hídrico.

Para implementar un sistema de riego por goteo se realizó la recopilación de información básica como la condición edafológica, clima, fuente de agua, con esta información se desarrolló el levantamiento topográfico, análisis textural, dotación de riego y composición química del agua, así mismo se realizó el balance hídrico y su diseño agronómico e hidráulico para el cultivo de la Palta Hass que permitirá una mayor rentabilidad. El diseño dio como resultado contar con una red principal de tubería PVC 160mm, red secundaria de tubería PVC de forma telescópica de 140mm hasta 63mm, 14 válvulas, portalaterales de 1½" y laterales con gotero autocompensados de 2lph.

Se diseñó la construcción de un reservorio de 2,350m<sup>3</sup> con la finalidad de almacenar agua que proviene de la comisión de regantes de Monsefú y cuya dotación es de 160lps. Así mismo el reservorio será abastecido de una noria con caudal 30lps en los meses de setiembre y octubre debido que se realiza el mantenimiento de los canales de riego de primer orden del Sistema Tinajones.

## **PALABRAS CLAVES**

Riego por goteo, Diseño agronómico, Diseño hidráulico, Rentabilidad, Goteros Autocompensado, Reservorio y Canales.

## **ABTRACT**

In recent years, agriculture has been in a water crisis due to the effects of climate change (source: ANA), farmers are forced to change the type of traditional crop (rice or sugar cane) to change for a more profitable crop and does not affect the basic family hamper.

In this the water crisis, options for economic improvement are sought that show profitability for small farmers. In this thesis project, the use of water will be correctly managed for the benefit of the owner who currently sows 8.7ha of rice (85%) and alfalfa (15%), developing a drip irrigation system optimizing the water resource.

To implement a drip irrigation system, the collection of basic information was carried out, such as the soil condition, climate, water source, with this information the topographic survey, textural analysis, irrigation allocation and chemical composition of the water were developed, as well as He carried out the water balance and its agronomic and hydraulic design for the cultivation of Hass Avocado that will allow greater profitability. The design resulted in having a main network of 160mm PVC pipes, a secondary network of PVC pipes telescopically from 140mm to 63mm, 14 valves, 1½" laterals and 2lph self-compensated dripper laterals.

The construction of a 2,350m<sup>3</sup> reservoir was designed for the purpose of storing water that comes from the Monsefú Irrigation Commission and whose endowment is 160lps. Likewise, the reservoir will be supplied by a waterwheel with a flow of 28lps in the months of September and October due to the maintenance of the first order irrigation channels of the Tinajones System.

## **KEYWORDS**

Drip irrigation, agronomic design, hydraulic design, profitability, self-compensated drippers, reservoir and channels.

## INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN .....	4
ABSTRACT.....	5
INDICE.....	6
LISTA DE CUADROS, GRÁFICOS, FIGURAS Y PLANOS .....	9
A. LISTA DE CUADROS.....	9
B. LISTA DE GRÁFICOS.....	12
C. LISTA DE FIGURAS.....	12
D. LISTA DE PLANOS .....	13
PRESENTACIÓN.....	14
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO .....	17
1.4. OBJETIVOS .....	19
1.4.1. Objetivo general .....	19
1.4.2. Objetivos específicos .....	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	21
2.2. MARCO CONCEPTUAL .....	21
2.2.1. Sistema de riego por goteo .....	21
2.2.2. Diseño de un sistema de riego por goteo .....	26
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	29
3.1. MARCO METODOLÓGICO .....	30
3.1.1. Ubicación y extensión de la zona de estudio .....	30
3.1.2. Fisiografía.....	30
3.1.3. Uso actual de la parcela de estudio.....	30
3.1.4. Climatología .....	30
3.1.5. Fuente de agua .....	31
3.1.6. Energía .....	31
3.2. TRABAJO DE CAMPO.....	32
3.2.1. Reconocimiento del área de estudio .....	32
3.2.2. Levantamiento topográfico .....	32
3.2.3. Características del suelo .....	32

3.2.4.	Características del agua de riego.....	33
3.3.	TRABAJO DE GABINETE .....	36
3.3.1.	Análisis de la demanda hídrica.....	36
3.3.2.	Diseño agronómico.....	36
3.3.3.	Diseño hidráulico.....	45
3.3.4.	Diseño del cabezal de riego .....	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		51
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	52
4.2.	TOPOGRAFÍA .....	52
4.3.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO .....	52
4.3.1.	Muestreo de suelo y análisis textural.....	52
4.3.2.	Análisis de muestras en laboratorio.....	52
4.4.	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO.....	55
4.4.1.	Disponibilidad del agua.....	55
4.4.2.	Análisis de calidad de agua .....	56
4.5.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA HÍDRICA .....	63
4.5.1.	Análisis sin / con proyecto .....	63
4.5.2.	Demanda de agua .....	63
4.6.	ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO .....	71
4.6.1.	Sin proyecto .....	71
4.6.2.	Con proyecto .....	72
4.7.	DISEÑO AGRONÓMICO.....	75
4.7.1.	Justificación .....	75
4.7.2.	Marco de plantación .....	75
4.7.3.	Necesidades hídricas del cultivo .....	76
4.7.4.	Cuadro resumen del diseño agronómico .....	82
4.8.	DISEÑO HIDRÁULICO .....	83
4.8.1.	Cálculo de tolerancia de caudales y presiones.....	83
4.8.2.	Diseño de matrices y subunidades de riego.....	84
4.8.3.	Cálculo de laterales de riego.....	85
4.8.4.	Selección de válvula de riego de campo .....	86
4.8.5.	Cálculo de redes hidráulicas.....	91
4.9.	SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN .....	100
4.9.1.	Componentes del sistema de automatización .....	100
4.10.	CASETA DE FILTRADO O CABEZAL DE RIEGO .....	102
4.10.1.	Filtrado de caseta.....	102
4.10.2.	Equipo de medición .....	105

4.10.3.	Válvula reguladora de presión .....	106
4.10.4.	Diseño del sistema de fertilización .....	109
4.10.5.	Sistema de bombeo de caseta de riego .....	114
4.10.6.	Simulación del sistema de riego en Epanet.....	118
4.10.7.	Sistema de bombeo de la noria .....	120
4.11.	DISEÑO DE RESERVORIO .....	124
4.11.1.	Captación de agua de canal.....	124
4.11.2.	Desarenador .....	124
4.11.3.	Vertedero .....	124
4.11.4.	Puntos de control .....	125
4.11.5.	Sistema de alivio .....	125
4.11.6.	Cálculo de geomembrana.....	125
4.12.	SISTEMA ELÉCTRICO .....	127
CAPÍTULO V: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....		129
5.1.	PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.....	130
5.2.	VIABILIDAD DEL PROYECTO .....	131
5.2.1.	Costo de instalación de plantines de palto .....	131
5.2.2.	Costo de cerco perimetral .....	131
5.2.3.	Costo de insumos para la instalación de palto .....	132
5.2.4.	Costos de inversión inicial .....	132
5.2.5.	Costo de mantenimiento del proyecto.....	133
5.2.6.	Costos de producción.....	134
5.2.7.	Producción estimada del proyecto .....	135
5.2.8.	Ingresos proyectados .....	136
5.2.9.	Flujo de caja proyectado.....	137
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES .....		139
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....		143
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		145
CAPÍTULO IX: ANEXOS .....		148

## **LISTA DE CUADROS, GRÁFICOS, FIGURAS Y PLANOS**

### **A. LISTA DE CUADROS**

- CUADRO N°01. DATOS CLIMATICOS DE ESTACIÓN LAMBAYEQUE – SENAMHI
- CUADRO N°02. UBICACIÓN DE NORIA EN EL TERRENO DE ESTUDIO
- CUADRO N°03 CARACTERISTICAS DEL ANÁLISIS DE AGUA
- CUADRO N°04 PARÁMETROS QUIMICOS DEL ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO
- CUADRO N°05. VALORES NORMALES DEL AGUA DE RIEGO
- CUADRO N°06. VALORES DE  $E_a$  EN CLIMAS ÁRIDOS
- CUADRO N°07. INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO POR TEXTURA
- CUADRO N°08. FÓRMULAS PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO MOJADO DEL BULBO EN FUNCIÓN DE LA TEXTURA
- CUADRO N°09. SECUENCIA DEL DISEÑO HIDRÁULICO EN RIEGO LOCALIZADO
- CUADRO N°10. TIPO DE FILTRADO SEGÚN CONTAMINANTE
- CUADRO N°11: AGRUPAMIENTO TEXTURAL
- CUADRO N°12: RESULTADOS DE LABORATORIO DEL MUESTREO DEL ÁREA DE ESTUDIO
- CUADRO N°13: RANGO PH DEL SUELO
- CUADRO N°14: TIPOS DE SUELO, SEGÚN LOS VALORES DE PH OBTENIDOS
- CUADRO N°15: PARÁMETROS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
- CUADRO N°16. NORIA UBICADO EN LA PARCELA DE ESTUDIO
- CUADRO N°17. ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL
- CUADRO N°18. RIESGO DE ACUMULACIÓN DE SODIO
- CUADRO N°19. CARBONATO DE SODIO RESIDUAL
- CUADRO N°20. VALORES DE DUREZA DEL AGUA
- CUADRO N°21. ANÁLISIS FISICO QUÍMICO DE AGUA DE NORIA
- CUADRO N°22. DISPONIBILIDAD HIDRICA DE AGUA SUPERFICIAL SIN PROYECTO – ARROZ

- CUADRO N°23. DISPONIBILIDAD HIDRICA DE AGUA SUPERFICIAL SIN PROYECTO – ALFALFA
- CUADRO N°24. DISPONIBILIDAD HIDRICA DE AGUA SUPERFICIAL CON PROYECTO
- CUADRO N°25. COEFICIENTE DEL CULTIVO – PALTA HASS
- CUADRO N°26. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO PALTO
- CUADRO N°27. EFICIENCIAS DE RIEGO A NIVEL DE PARCELAS
- CUADRO N°28. DEMANDA DE AGUA SIN PROYECTO PARA EL CULTIVO ARROZ
- CUADRO N°29. DEMANDA DE AGUA SIN PROYECTO PARA EL CULTIVO ALFALFA
- CUADRO N°30. DEMANDA DE AGUA CON PROYECTO PARA EL CULTIVO PALTO
- CUADRO N°31. BALANCE HIDRICO SIN CULTIVO
- CUADRO N°32. BALANCE HIDRICO CON CULTIVO
- CUADRO N°33. ANÁLISIS DE CAPACIDAD RESERVORIO
- CUADRO N°34. PARÁMETROS DE DISEÑO AGRONOMICO
- CUADRO N°35. TURNOS DE RIEGO DEL TERRENO DE ESTUDIO
- CUADRO N°36. DISTRIBUCIÓN DE VÁLVULAS DE RIEGO
- CUADRO N°37. CAUDAL Y PRESIÓN DEL GOTERO
- CUADRO N°38. DATOS TÉCNICOS DE LAS TUBERÍAS DEL GOTERO
- CUADRO N°39. DATOS DE DESEMPEÑO DE LA MANGUERA
- CUADRO N°40. PERFORMANCE DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS – SERIE 75
- CUADRO N°41. CÁLCULO DE ÁREAS Y CAUDALES
- CUADRO N°42. PÉRDIDAS DE CARGA DE CADA VÁLVULA
- CUADRO N°43. COEFICIENTE HAZEN Y WILLIAMS PARA RUGOSIDAD
- CUADRO N°44. CÁLCULO DE DIÁMETRO SEGÚN CAUDAL Y VELOCIDAD C-5
- CUADRO N°45. CÁLCULO DE DIÁMETRO SEGÚN CAUDAL Y VELOCIDAD C-7.5
- CUADRO N°46. CÁLCULO DE DIÁMETRO SEGÚN CAUDAL Y VELOCIDAD C-10

- CUADRO N°47. RANGO DE VELOCIDADES EN TUBERÍAS
- CUADRO N°48. PRIMER TRAMO DE CÁLCULO HIDRÁULICO
- CUADRO N°49. SEGUNDO TRAMO DE CÁLCULO HIDRÁULICO
- CUADRO N°50. TERCER TRAMO DE CÁLCULO HIDRÁULICO
- CUADRO N°51. CUARTO TRAMO DE CÁLCULO HIDRÁULICO
- CUADRO N°52. CANTIDAD DE TUBERÍAS DE PVC EN MATRIZ
- CUADRO N°53. CÁLCULO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS EN DIVISORAS
- CUADRO N°54. RESUMEN DE TUBERÍA EN DIVISORA
- CUADRO N°55. UBICACIÓN DE RTU EN CAMPO
- CUADRO N°56. DIMENSIONAMIENTO DE MANIFOLD
- CUADRO N°57. INFORMACIÓN TÉCNICA DE FILTRO
- CUADRO N°58. DETALLE DE HIDROMETRO WOLTMAN DOROT
- CUADRO N°59. PERFORMANCE DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS - SERIE 100
- CUADRO N°60. PARÁMETROS DEL VENTURI
- CUADRO N°61. CÁLCULO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- CUADRO N°62. PROGRAMA DE APLICACIÓN SEMANAL
- CUADRO N°63. REQUERIMIENTO DE FERTILIZANTE SEMANAL
- CUADRO N°64. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FILTRO
- CUADRO N°65. PÉRDIDAS DE CARGA DEL SISTEMA
- CUADRO N°66. DATOS DE LA BOMBA BOOSTER
- CUADRO N°67. PÉRDIDAS DE CARGA DEL POZO
- CUADRO N°68. DATOS DE LA BOMBA DE POZO
- CUADRO N°69. DATOS DEL CÁLCULO DEL RESERVORIO
- CUADRO N°70. DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
- CUADRO N°71. RESUMEN DE COSTO DE SISTEMA DE RIEGO
- CUADRO N°72. COSTO DE CERCO PERIMETRAL
- CUADRO N°73. COSTO DE INSTALACIÓN DE PLANTINES
- CUADRO N°74. COSTO DE INSUMOS PARA EL PALTO
- CUADRO N°75. COSTO DE INVERSIÓN INICIAL
- CUADRO N°76. COSTO DE MANTENIMIENTO DE PROYECTO
- CUADRO N°77. COSTO INDIRECTO DE PRODUCCIÓN ANUAL
- CUADRO N°78. COSTO DIRECTO DE PRODUCCIÓN ANUAL

- CUADRO N°79. PRODUCCION ESTIMADA DE LA PALTA
- CUADRO N°80. PRODUCCIÓN APROVECHABLE DE LA PALTA
- CUADRO N°81. INGRESOS PROYECTADO DE LA PALTA
- CUADRO N°82. FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS

### **B. LISTA DE GRÁFICOS**

- GRÁFICO N°01. BALANCE HIDRICO SIN CULTIVO
- GRÁFICO N°02. BALANCE HIDRICO CON CULTIVO
- GRÁFICO N°03. PÉRDIDAS DE CARGA EN VÁLVULAS – SERIE 75
- GRÁFICO N°04. INTERPOLACIÓN DE CAUDALES Y DIÁMETRO DE VÁLVULAS DE CAMPO – SERIE 75
- GRÁFICO N°05. PÉRDIDAS DE CARGA EN HIDROMETRO
- GRÁFICO N°06. PÉRDIDAS DE CARGA EN VÁLVULAS – SERIE 100
- GRÁFICO N°07. DETALLES DE CAVITACIÓN
- GRÁFICO N°08. SELECCIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA
- GRÁFICO N°09. CURVA DE EFICIENCIA DE BOMBA BOOSTER
- GRÁFICO N°10. CURVA DE EFICIENCIA DE BOMBA DE POZO

### **C. LISTA DE FIGURAS**

- FIGURA N°01. VARIACIÓN POR ADVECCIÓN
- FIGURA N°02. VALORES DE CEe (mmhos/cm) DE ACUERDO AL CULTIVO
- FIGURA N°03. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (mm/día)
- FIGURA N°04. GOTERO NETAFIM
- FIGURA N°05. DETALLES DE CAVITACIÓN
- FIGURA N°06. ARCO 1.5 S75 + AIRE 1”
- FIGURA N°07. ARCO 1.5 S75 + AIRE 2”
- FIGURA N°08. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE RTU’S
- FIGURA N°09. ESQUEMA BOMBA TURBINA VERTICAL
- FIGURA N°10. SIMULACIÓN DE TURNO 1
- FIGURA N°11. SIMULACIÓN DE TURNO 2
- FIGURA N°12. ESQUEMA BOMBA HORIZONTAL
- FIGURA N°13. ESQUEMA DESARENADOR
- FIGURA N°14. ESQUEMA DE RESERVORIO

#### **D. LISTA DE PLANOS**

- PLANO N°01. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO
- PLANO N°02. LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO
- PLANO N°03. CUDRÍCULA DE TERRENO
- PLANO N°04. ANÁLISIS TEXTURAL DEL SUELO
- PLANO N°05. DISPONIBILIDAD DE AGUA
- PLANO N°06. DISEÑO HIDRÁULICO
- PLANO N°07. ARCO DE RIEGO S75 1.5" + A 1"
- PLANO N°08. ARCO DE RIEGO S75 1.5" + A 2"
- PLANO N°09. LOSA DE FILTRADO – VISTA DE PERFIL
- PLANO N°10. LOSA DE FILTRADO – VISTA PLANTA
- PLANO N°11. LOSA DE FILTRADO – PASES PVC
- PLANO N°12. FERTILIZACIÓN
- PLANO N°13. BOMBA POZO – VISTA DE PERFIL
- PLANO N°14. BOMBA POZO – VISTA PLANTA
- PLANO N°15. CANAL DE INGRESO CON DESARENADOR
- PLANO N°16. VERTEDEROS DE SEDIMENTOS
- PLANO N°17. TOMA FLOTANTE
- PLANO N°18. RESERVORIO – VISTA DE PERFIL
- PLANO N°19. RESERVORIO – VISTA PLANTA

## **PRESENTACIÓN**

El desarrollo de los pueblos está ligado a la agricultura y se presenta un limitado crecimiento económico, por tal motivo nos conlleva a buscar opciones de potenciar la investigación y el desarrollo de técnicas que permitan el uso eficiente el agua (desde su captación, conducción y disposición final para el cultivo).

Ante la problemática descrita, surge la idea de aplicar los sistemas de riego más eficiente empleados en el extranjero y poder acoplarlos en nuestra localidad, uno de los países que se destaca con esta tecnología es Israel. El país de Israel fue el primer país en implementar los sistemas de riego tecnificado debido a su edafología y a la necesidad por su gran escasez de agua.

El riego tradicional (riego por inundación) trae consigo problemas en los suelos debido a la concentración de fertilizantes no diluidos, obteniendo como resultado la salinización del suelo (surge debido a la falta de drenaje en los suelos, uso inadecuado del riego, mal manejo de fertilizantes) y frente a este problema se opta por implementar sistemas innovadores que permitan optimizar el recurso hídrico. Uno de los sistemas innovadores es el sistema de riego presurizado el cual permitirá que los fertilizantes se apliquen directamente al cultivo, este método es muy sofisticado y se emplea en diversos cultivos para beneficio de mejorar la economía de los agricultores y previene la salinización e infertilidad de los suelos.

El proyecto de tesis está basado en el diseño de un sistema de riego presurizado por goteo para el cultivo de la Palta Hass y sustituyendo el cultivo de arroz optimizando el uso adecuado del recurso hídrico.

# CAPÍTULO I:

## INTRODUCCIÓN

***“Una alegría compartida se transforma en  
doble alegría; una pena compartida es una pena a medias”.***  
*PROVERBIO SUECO.*

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la zona del Valle Chancay-Lambayeque se tiene aproximadamente 75,000 hectáreas de cultivos corresponden a maíz, caña de azúcar, alfalfa, algodón, yuca, camote y arroz, siendo el arroz el cultivo sobresaliente en la zona del valle y se tiene una siembra aproximadamente de 35,000 hectáreas haciendo un 47% del total. Para sembrar una hectárea de arroz se requiere de 7,000m<sup>3</sup> de agua, manteniendo una lámina de 700mm para desarrollarse correctamente y obtener un buen rendimiento.

Desde los años 2005, se viene aplicando el riego con secas intermitentes en el arroz con pequeños grupos de agricultores en distintas regiones productoras de arroz, para determinar sus efectos sobre la productividad, el consumo de agua y la población vectorial. Los resultados muestran una reducción promedio de la población y mosquitos de entre el 86% y el 93%, una disminución en el gasto del agua de riego del arroz de entre 24% y el 60% de, un incremento en la producción del arroz de entre el 21% y el 25% y una disminución en el uso de agroquímicos de entre un 30% y un 35%. (*Fuente: Proyecto N° 106559-001*).

Con lo descrito en el párrafo anterior, en el proyecto desarrollado en convenio con el MINSA, se analizó la metodología de riego obteniéndose eficiencias de riego, incremento en la producción y la reducción de aplicación de fertilizantes, lo que conlleva a un ahorro en la inversión agrícola.

El testimonio de los agricultores del caserío Chacupe – La Victoria, es que cada vez siembran menos hectáreas de arroz debido al crecimiento poblacional, otro de las causas de la reducción de la siembra de arroz es por la falta de drenaje de los terrenos, la saturación excesiva y la aplicación de fertilizantes granulados de forma local. Otro de los problemas que enfrentan los agricultores del caserío Chacupe es la disponibilidad de agua del valle Chancay – Lambayeque en los meses de setiembre y octubre, meses de mantenimiento a los canales de primer orden.

En el caserío de Chacupe ubicado en el distrito de la Victoria, se encuentran varios terrenos de cultivo de arroz y para llevar a cabo el proyecto de tesis se ha seleccionado un terreno perteneciente a la familia Effio Gonzales con 8.7ha con sembrío de arroz y alfalfa, ambos cultivos se riegan por inundación o el método tradicional.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será eficiente y rentable realizar un diseño de un sistema de riego presurizado por goteo en las 8.7 hectáreas del cultivo de la PALTA HASS en el caserío de Chacupe – La Victoria – Chiclayo – Lambayeque?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

“La Región Lambayeque atravesó en el año 2014 una de las sequías más intensas de los últimos años, situación que conllevan a los cultivos de caña de azúcar y arroz del Valle Chancay – Lambayeque que son de gran demanda hídrica; razón por la cual no se les puede aplicar la demanda hídrica requerida por el cultivo y como consecuencia se tiene una reducción en la producción agrícola.

Frente a esta problemática de la gran demanda del recurso hídrico y pérdida económica de los agricultores a nivel nacional, se buscan soluciones rentables que ayuden optimizar el uso del recurso hídrico e incrementar la producción agraria y mejorar la economía para los agricultores. La crisis hídrica es un tema muy alarmante para el sector agrario y el **MIDAGRI** plantea desarrollar proyectos rentables donde se optimizará el recurso hídrico. Marco Vinelli, que en el año 2021 el Perú tendrá 350.000 nuevas hectáreas dedicadas a la agricultura moderna y que generarán empleo masivo, durante el XVI Almuerzo Agroexportador, en el cual el funcionario antes indicado, detalló que hasta el año del bicentenario patrio la meta del ministro del sector, Juan Benites, es incorporar 200,000.00 nuevas hectáreas con la ejecución de los grandes proyectos de irrigación de la costa como Chavimochic III (La Libertad), Majes-Siguas II (Arequipa), Olmos (Lambayeque), entre otros”.

Señaló que también deben añadirse los proyectos del fondo Mi Riego, donde se prevén invertir 1,600 millones de nuevos soles hasta el 2016 en obras de infraestructura hídrica (canales, represas, reservorios, etc.), que posibilitarán tener 160,000 hectáreas en zonas ubicadas por encima de los 1,000 metros sobre el nivel del mar". (*Andina, agencia peruana de noticias - <https://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=550010>*).

Ante la crisis hídrica registrada a nivel nacional, el estado peruano plantea una gran inversión en el sector agrario empleando el método de sistemas de riego presurizado teniendo como objetivo el uso rentable del recurso hídrico. La crisis hídrica no afectó a la zona de Lambayeque, pero el pequeño agricultor busca obtener una estabilidad económica por lo cual el MIDAGRI debería trabajar focalizándose en la pequeña y mediana agricultura y en la seguridad alimentaria. Antes este escenario, esta tesis plantea un estudio en el terreno de la familia Effio Gonzales quienes han sembrado arroz y alfalfa, el terreno está regando por el método tradicional. La finalidad del proyecto de tesis es optimizar el recurso hídrico, el cuidado del terreno agrícola, la mejora económica de la familia Effio Gonzales y sobre todo mejorar la calidad de vida de los propietarios con el cultivo de la Palta Hass empleando un sistema de riego tecnificado por goteo.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Diseño de un sistema de riego presurizado por goteo cambiando al cultivo de arroz y alfalfa por la palta Hass en las 8.7 hectáreas, cuya finalidad optimizar el uso del recurso hídrico y mejorar la economía de los agricultores.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Registrar la información básica del área a estudiar: fuentes de agua, características edafológicas, topográficas, hidrológicas y climatológicas y del cultivo de la palta Hass.
- Analizar el balance hídrico (oferta y demanda) a nivel de parcela para el cultivo de la palta Hass y su diseño agronómico.
- Definir las obras de cabecera: sistema de captación, aducción, sedimentación y almacenamiento (reservorio) de las fuentes de agua.
- Identificar el cabezal de riego presurizado que contemple un equipo de bombeo eléctrico, un sistema de filtrado, de fertirriego, de medición y control y de la red de tuberías (conducción y distribución).
- Indicar el sistema de aplicación de riego por goteo: arcos de riego, tuberías portalaterales y laterales y otros accesorios.
- Considerar un sistema automatizado que permita operar el sistema de riego por goteo desde una caseta de control.
- Justificar los metrados y costos para determinar el presupuesto que se requiere para la instalación y su operación y mantenimiento.

# **CAPÍTULO II:**

## **MARCO TEÓRICO**

***“Para empezar un gran proyecto, hace falta valentía.  
Para terminar un gran proyecto hace falta perseverancia”.***  
**ANÓNIMO.**

## 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La mala administración del recurso hídrico está afectando a los agricultores e impactando directamente a su economía. Muchos agricultores dependen únicamente de lo que siembran en sus terrenos y deben lograr realizar una buena administración del agua para no ser afectados en su canasta básica familiar.

El testimonio de la familia Effio Gonzales es que cada año el precio del arroz en el mercado tiene cambios y en algunos años solo recuperaron el presupuesto invertido, por lo que necesitan buscar un cultivo más rentable y que le ayude a mantener la estabilidad económica.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1. Sistema de riego por goteo

#### a. Definición

“El riego por goteo es el sistema de llevar el agua necesaria para los cultivos por medio de tuberías especiales a través de una red diseñada en el terreno, el agua llega a la base de la planta por emisores que funcionan como goteros. Por medio de este sistema se establece una serie de particularidades que se traducen en un incremento de la producción y en alternativas económicas muy importantes”. (Rodríguez Suppo, Florencio. *Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982*).

“El riego por goteo se ha concebido como una manera de entregar agua a las plantas en cantidad suficiente pero estrictamente la necesaria para que tenga un desarrollo óptimo. Es evidente que se ha perseguido fundamentalmente un ahorro del líquido elemento, y que consigue el riego con este condicionante de forma prácticamente perfecta”. (Gómez Pompa, Pedro. *Riegos a presión, aspersion y goteo. Publicado por Aedos, Barcelona 1975*).

“El riego por goteo es un sistema donde el agua se conduce y distribuye por conductos cerrados que requieren presión, desde el punto de vista

agronómico, se denominan sistemas de riego localizados porque humedecen un sector de volumen de suelo, suficiente para un buen desarrollo del cultivo”. (Rodríguez Suppo, Florencio. *Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982*).

**b. Ventajas del sistema de riego por goteo**

- Aplicación del agua en el suelo cerca de la zona radicular de la planta, donde se mantenga potencialmente su capacidad de campo. (Rodríguez Suppo, Florencio. *Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982*).
- Los riegos con el sistema de riego son diarios o por lo menos cada dos o tres días, dependiendo de las épocas del cultivo, así como de sus condiciones objetivas. (Rodríguez Suppo, Florencio. *Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982*).
- Se aprovecha al máximo la inyección de fertilizante por medio del agua de riego, usándose fertilizantes solubles. También se puede aplicar los micronutrientes necesarios. (Rodríguez Suppo, Florencio. *Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982*).
- El agua será aprovechada directamente por la planta, las pérdidas son menores por evapotranspiración y viento.
- Este tipo de sistema tecnificado por goteo se puede aplicar en terrenos con topografía accidentada.
- Mediante este sistema de riego tecnificado por goteo se obtiene una mayor eficiencia del uso del agua, aplicación de fertilizantes de manera localizada.
- Mayor uniformidad y eficiencia del uso del recurso hídrico.

### **c. Desventajas del sistema de riego por goteo**

- La inversión para el suministro e instalación del sistema de riego por goteo es elevada en comparación al riego tradicional.
- La operación del sistema de filtración se debe realizar según el manual del fabricante y su mantenimiento adecuado, para el cual se debe contratar personal técnico con conocimientos en operación de sistemas de riego tecnificado.
- El sistema instalado debe ser operado por personal técnico con experiencia sistemas de riego tecnificado debido que el sistema suministrado tiene un costo elevado.
- Contar con personal que realice la supervisión del sistema ante alguna irregularidad de funcionamiento.

### **d. Elementos de un sistema de riego por goteo**

Los componentes fundamentales de un sistema de riego por goteo son los siguientes:

**d.1. Fuente de abastecimiento de agua:** “Puede prevenir del turno de la red en aquellas zonas con derecho o de extracción de agua subterránea a través de perforaciones. En las zonas con derecho de riego, el turno se almacena en reservorios, cuyas dimensiones dependen de la superficie a regar. Su función es la de abastecer de agua en forma permanente al sistema”. *(Rodríguez Suppo, Florencio. Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982).*

**d.2. Cabezal de riego:** “Es el conjunto de elementos que denominan toda la instalación y sirve para proveer presión y caudal al sistema, filtrar el agua, inyectar fertilizantes, medir volúmenes y presiones, y controlar en forma manual o automática el funcionamiento del equipo”. *(Mario Liotta. Manual de riego por goteo – INTA, primera edición especial, 2015).*

- **Equipo de bombeo:** “Uno de los principales componentes de un sistema de riego presurizado, ya que la fuente impulsora es la que debe otorgar presión y caudal de agua suficiente para la correcta operación del sistema. Los caudales y presiones proporcionados por las bombas están definidos por la potencia, las revoluciones por minuto a las cuales funciona y el diámetro del rodete, y vienen especificados en catálogos editados por fabricantes, donde se relaciona el caudal con la presión y la potencia requerida para diámetros de rodete o impulsor y distintos niveles de eficiencia de funcionamiento del grupo motobomba. Las curvas que representan estas relaciones se denominan **curvas de descarga de la bomba**. Es muy importante contar con esta curva ya que de preferencia el sistema debiera funcionar en la zona de mayor valor de eficiencia”.  
(Cristián Barrera – COMPONENTES PRINCIPALES DE UN EQUIPO DE RIEGO LOCALIZADO – CODESSER).

- **Unidad de filtrado:** “Es una parte clave del sistema y uno de los problemas más graves que suele presentarse en los equipos de riego es la obstrucción de goteros, que se puede producir por:

- Partículas minerales en suspensión (arcilla, limo y arena).
- Materia orgánica.
- Precipitados (principalmente carbonatos).

Para evitar la entrada de estos elementos al sistema se debe tomar precauciones desde el ingreso del agua al reservorio:

- Rejillas o decantadores: las rejillas se usan en la entrada de agua al reservorio para retener grandes elementos tales como ramas y hojas. Los decantadores se utilizan para separar principalmente arenas. Consisten en depósitos donde el agua pierde velocidad y las partículas se precipitan en el fondo”. (Mario Liotta. *Manual de riego por goteo – INTA, primera edición especial, 2015*).

“Al emplear los filtros se deben de tener en cuenta las características del agua. Pueden instalarse filtros que combinen el filtrado de partículas mayores y menores”. (Rodríguez Suppo, Florencio. *Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982*).

- **Unidad de fertilización:** “Los fertilizantes colocados por medio de zanjas hechas según la proyección vertical de la copa de los árboles, es una sistema muy utilizado y eficiente en el sentido de aprovechamiento mismo ya que, la localización del fertilizante permite un ahorro importante del insumo, pudiéndose hacer grandes economías, sobre todo evitando los excesos de nitrógeno. Los fertilizantes aumentan la posibilidad de que sea absorbido eficientemente por el cultivo y no por las malezas”. (Rodríguez Suppo, Florencio. *Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982*).
- **Elementos de programación, medición y control de flujo:** “Son elementos electrónicos que permiten automatizar el accionamiento de la red y a la vez operar en forma secuencial el riego en distintos sectores. Se usan también para automatizar el proceso de limpieza de filtros. Entre los elementos de regulación y control de flujo están las válvulas de distinto tipo: de paso, reguladores de presión, de retención (check), hidráulicos, electrónicos, volumétricos, etc. Su operación directa o indirecta (mediante programadores) regula el comportamiento del flujo y la presión de la red. Por su parte el programador de riego es el cerebro del sistema”. (Cristián Barrera – *COMPONENTES PRINCIPALES DE UN EQUIPO DE RIEGO LOCALIZADO – CODESSER*).
- **Manómetro:** “Es un componente importante del sistema ya que permite determinar la presión en los puntos que se desee, tanto en el cabezal como en el campo”. (Mario Liotta. *Manual de riego por goteo – INTA, primera edición especial, 2015*).

- **Contadores o caudalímetros:** “Cumplen la función de medir el caudal y el volumen escurrido. Se instalan en el cabezal a la salida de los filtros, el más conocido es el contador tipo Woltman”. (*Mario Liotta. Manual de riego por goteo – INTA, primera edición especial, 2015*).

**d.3. Red de conducción:** “Las tuberías que se utilizan en la instalación de riego presurizado son fundamentalmente de PVC y PE, y últimamente de polipropileno y polibutileno. El conjunto de tuberías debe ser capaces de conducir, con la mayor eficiencia posible, el agua desde la fuente de abastecimiento hasta la planta misma. Para que ello ocurra, se efectúan una serie de combinaciones de diámetros y tipos de tuberías”. (*Cristián Barrera – COMPONENTES PRINCIPALES DE UN EQUIPO DE RIEGO LOCALIZADO – CODESSER*)

**d.4. Goteros o emisores:** “La selección del emisor es clave para el éxito del sistema de riego. Para la selección de los emisores se requiere conocer la relación que existe entre el caudal de entregado y la presión de funcionamiento, información que es entregada por el fabricante. El caudal del emisor se expresa en litros por hora (L/h)”. (*Mario Liotta. Manual de riego por goteo – INTA, primera edición especial, 2015*).

## 2.2.2. Diseño de un sistema de riego por goteo

### a. Consideraciones básicas para el diseño:

Para realizar el diseño de un sistema de riego por goteo, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- “Conocer la calidad del agua en todos sus efectos, tanto físicos como químicos, bacteriológicos y básicamente aquellas partículas que pueden provocar bloqueo de los goteros. Esto, con el fin de prevenir la filtración necesaria del sistema y algún otro tratamiento al agua.

- Prevenir la variación permitida en la presión de carga del equipo, definiendo la presión de operación, la descarga promedio y la presión necesaria para compensar el efecto debido al taponeo de goteros”. *(Edgar Zuñiga, 2004)*.
- “Para diseñar un proyecto de riego por goteo, se debe tomar en cuenta el clima, el suelo, el cultivo, las características del riego (dosis de riego, periodo, frecuencia, etc), personal técnico disponible, necesidades de equipo y aspectos económicos.
- Se elige la fuente de agua, se planifica el cabezal para la parcela según las necesidades, se determina el diámetro de la tubería de conducción y distribución, su tamaño, recordando que la diferencia de caudal entre los extremos del ramal no excede del 10%, se selecciona el tipo de gotero, su caudal, distanciamiento de acuerdo con el suelo y cultivo, y se determina el caudal requerido para toda la parcela, tomando en cuenta la superficie, número de posiciones y turnos”. *(Leiton Soubannier, 1985)*.

**b. Procedimientos para el diseño:**

El diseño es el punto de partida de todo sistema donde se deben de considerar lo siguiente:

- “Levantamiento de datos generales de la parcela, lo que incluye: clima, levantamiento topográfico y realización del plano, tipo de cultivo a regar, tipo de suelo y fuente de agua.
- Determinar los datos de requerimientos de riego basado en los datos climáticos (Eto) y del cultivo (Kc), datos de suelo para establecer la lámina de riego y posteriormente definir la lámina de riego neta y bruta, así como la intensidad de aplicación, tamaño de sectores de riego. Este último se compara con el caudal de la fuente para analizar la viabilidad del riego.

- Continuar con el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo. En esta parte se estiman las pérdidas de carga de una forma sencilla y practica:
  - En el diseño del lateral del riego, una vez medida su longitud (en base al plano previamente levantado) y seccionada la manguera de riego, se usa tablas según sea el caso. En ellas con el dato del caudal y su longitud del lateral se determina la perdida de carga.
  - Para el diseño de la tubería de conducción (PVC) se toma en cuenta la longitud (en base al plano) y el caudal del proyecto, posteriormente tomando como criterio una pérdida de carga permisible del 2% de la longitud, se ubica en tala el diámetro de la tubería correspondiente a dicha perdida de carga.
  - Finalmente se suman las pérdidas de carga (laterales, distribución y conducción) más la presión de operación y pérdidas de carga de filtro y sistema de fertirriego, estos últimos valores se obtienen del manual de cinta del filtro y disposición del fertirriego. Con estos datos se selecciona la motobomba, considerando su curva de desempeño H-Q".  
(*Juan Leonardo Chow, pág. 1 y 2*).

# **CAPÍTULO III:**

## **MARCO METODOLÓGICO**

***“Saber no es suficiente, tenemos que aplicarlo.  
Tener la voluntad no es suficiente, tenemos que implementarlo”.***  
**GOETHE.**

### **3.1. MARCO METODOLÓGICO**

En el desarrollo de este capítulo se detallará las características específicas del área de estudio para desarrollar el diseño del sistema de riego tecnificado por goteo en el cultivo de Persea Americana mill “Palta Hass” que se llevará a cabo en el terreno de estudio ubicado en el caserío Chacupe ubicado en el distrito de la Victoria.

#### **3.1.1. Ubicación y extensión de la zona de estudio**

La zona de estudio tiene un área de 8.7 hectáreas y se encuentra ubicado en el caserío Chacupe, distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque en la costa peruana de coordenadas 625980.21m de latitud Sur y 9244661.64m de longitud Oeste, a una latitud de 20msnm. perteneciente a la familia Effio Gonzales.

#### **3.1.2. Fisiografía**

La zona de estudio es literalmente plana y es una característica de la zona costera.

#### **3.1.3. Uso actual de la parcela de estudio**

El terreno de estudio contiene aproximadamente el 94% del cultivo de arroz y el 6% con alfalfa.

#### **3.1.4. Climatología**

Se considera que el clima predominante en Lambayeque es cálido templado, sin lluvias, de vientos suaves y buen sol la mayor parte del año, con nubosidad baja y fuertes vientos en los cambios lunares.

Para el desarrollo del proyecto de tesis, se emplearán los datos registrados en el SENAMHI zonal Lambayeque de la estación meteorológica más cercana, los cuales se detallan a continuación:

## CUADRO N°01. DATOS CLIMATICOS DE ESTACIÓN REQUE – SENAMHI

Estación: REQUE		
Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: CHICLAYO	Distrito: ETEN
Latitud: 6°53'10.07"	Longitud: 79°50'7.8"	Altitud: 13 msnm.
Tipo: CO - Meteorológica	Código: 106046	

Datos meteorológicos del año 2018

MES	T (°C)		HR %	Precipitación mm
	Máx.	Min.		
Enero	27.06	18.85	80.81	0.10
Febrero	28.24	19.75	79.36	0.09
Marzo	26.61	18.94	83.32	0.07
Abril	26.43	18.74	81.70	0.16
Mayo	23.48	17.48	83.32	0.01
Junio	21.94	16.87	85.41	0.00
Julio	22.03	16.76	83.91	0.00
Agosto	21.90	16.32	81.98	0.00
Setiembre	21.96	15.96	82.39	0.00
Octubre	23.27	16.42	80.72	0.04
Noviembre	24.43	18.23	80.78	0.00
Diciembre	26.41	19.40	80.92	0.15

*Fuente: Datos de Estación Meteorológica Reque - SENAMHI*

### 3.1.5. Fuente de agua

La zona de estudio es abastecida con agua superficial que proviene del río Chancay Lambayeque, canal CD principal de Monsefú (20.007.00), lateral L1 Chacupe (4+396.00) y el canal L2 Alto Pena (6+906.00).

Actualmente la parcela cuenta con una noria que abastece con agua subterránea ubicada en las coordenadas UTM (626069.20; 9244850.39) y a una distancia de 3 metros aproximado del canal de ingreso al terreno de estudio.

### 3.1.6. Energía

Cerca al área de estudio se encuentra el caserío “Chacupe Bajo”, este caserío cuenta con energía para el abastecimiento propio de la zona y es energía monofásica. Para el desarrollo del proyecto de tesis se requiere

energía trifásica y según el costo de energía de media tensión a baja tensión se requiere una inversión de \$50,000.00 por kilómetro por lo cual es necesario realizar las gestiones con el Estado.

## **3.2. TRABAJO DE CAMPO**

### **3.2.1. Reconocimiento del área de estudio**

En el área de estudio se realizó el reconocimiento de campo donde se observa su extensión y sus límites, así mismo se realizó un planteamiento general sobre el diseño del sistema de riego presurizado.

Cabe mencionar que paralelo al terreno se encuentra ubicado un dren con partida 2400-2 el cual se emplea como desfogue del excedente de agua de los predios de la zona.

### **3.2.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico permitió conocer las hectáreas netas del terreno de estudio y sus límites, el plano altimétrico permitió conocer las curvas de nivel del terreno de estudio para el proyecto de tesis y se diseñó el sistema de riego por goteo para el cultivo de palta Hass.

Los levantamientos topográfico y planimétrico se realizaron con una estación total, prismas y GPS, también conoceremos las divisiones parcelarias actuales que tiene el área de estudio.

Para el levantamiento altimétrico se trabajó con la cota de 20msnm correspondiente al puente que se encuentra ubicado en el kilómetro de la panamericana 2+314 y del dren con partida 2400-2.

### **3.2.3. Características del suelo**

#### **a. Muestreo de suelo**

Contando con el plano del terreno de estudio y conociendo las hectáreas totales se realizó una cuadrícula de 80 m \* 80 m para sectorizar el terreno de estudio y se realizó la extracción del suelo con el método de Auger

Hole que consta en realizar un agujero de profundidad 0.90 metros donde se extraerá muestras de 0 – 30 cm, 30 – 60 cm y 60 – 90 cm.

**b. Análisis textural**

Para el análisis textural se procedió con el método del tacto de acuerdo con las profundidades de 30 cm, 60 cm y 90 cm.

**c. Análisis de muestras en laboratorio**

Al realizar la identificación de las texturas del terreno de estudio se procedió a extraer las muestras más representativas. Contando con las muestras seleccionadas para llevar a laboratorio y se determinar las características físicas – químicas:

- Textura
- Conductividad eléctrica (CE)
- pH
- Densidad aparente
- Densidad real

**3.2.4. Características del agua de riego**

**a. Disponibilidad de agua**

Para el desarrollo del proyecto de tesis se cuenta con la disponibilidad hídrica mixta y una proviene del subsector de riego de Monsefú, esta entidad tiene designado un caudal de riego para el terreno de estudio y la otra fuente es de una noria que se ubica dentro del terreno.

**CUADRO N°02. UBICACIÓN DE NORIA EN EL TERRENO DE ESTUDIO**

NORIA N°	Rendimiento	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico
01	30.00l/s	25m	2.1m	3.7m

*Fuente: elaboración propia*

Se realizó el balance hídrico entre la disponibilidad y la demanda hídrica de la palta Hass con la finalidad de conocer si es necesario la construcción

de un reservorio para el almacenamiento del agua cuyo objetivo es cubrir la máxima demanda hídrica del cultivo.

**b. Análisis de calidad de agua**

Para el análisis de calidad de agua se extrajo dos muestras de agua en el mes de noviembre, la primera muestra es del canal del subsector de riego de Monsefú y la segunda muestra corresponde a la noria, ambos puntos de agua se encuentran en el terreno de estudio. Ambas muestras de agua se enviaron al laboratorio con la finalidad de obtener los siguientes parámetros:

- pH
- Cationes (meq/lit)
- Aniones (meq/lit)
- Sulfato
- Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{mhos/cm}$ )
- Cloro
- Magnesio
- Sodio
- Potasio

**CUADRO N°03. CARACTERÍSTICAS DEL ANÁLISIS DE AGUA**

<b>ANÁLISIS</b>	<b>AGUAS SUPERFICIALES</b>	<b>AGUAS SUBTERRÁNEAS</b>
<b>Químico</b>	Baja concentración de sales	Media-alta concentración de sales
<b>Contaminación biológica</b>	Muy probable que se encuentre	Menos probable que se encuentre
<b>Contaminación física</b>	Muy probable que se encuentre	Se espera un nivel bajo

*Fuente: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/testing-irrigation-water>*

#### CUADRO N°04. VALORES NORMALES DEL AGUA DE RIEGO

DESCRIPCIÓN	VALOR
Conductividad eléctrica (dS/m)	0 - 3
Total, de sólidos (mg/litro)	0 - 2000
Calcio (meq/litro)	0 - 20
Magnesio (meq/litro)	0 - 5
Sodio (meq/litro)	0 - 40
Carbonatos (meq/litro)	0 - 0.1
Bicarbonatos (meq/litro)	0 - 10
Cloruros (meq/litro)	0 - 30
Sulfatos (meq/litro)	0 - 20
Potasio (meq/litro)	0 - 2
pH	6 - 8.5
RAS	0 - 15

*Fuente: Apuntes de riego presurizado - Ing. Juan Hernández Alcántara.*

#### CUADRO N°05. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO

ELEMENTO	AGUA SUBTERRÁNEA	AGUA SUPERFICIAL
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	X	X
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	X	X
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	X	X
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	X	X
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> )	X	
Sodio (Na <sup>+</sup> )	X	X
Hierro (Fe)	X	
Magnesio (Mn)	X	
Boro (B)	X	
Fluoruro (F)	X	
Nitrógeno Nitrito (N-NO <sub>3</sub> )		X
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )		X
Cloruros (Cl)	X	X
Conductividad Eléctrica (CE)	X	X
pH	X	X

*Fuente: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/testing-irrigation-water>*

### **3.3. TRABAJO DE GABINETE**

#### **3.3.1. Análisis de la demanda hídrica**

El análisis de la demanda hídrica del cultivo de la palta Hass es un factor muy importante en el diseño del sistema de riego tecnificado por goteo para lo cual se realizó los cálculos en su máxima demanda en las diversas etapas del cultivo, logrando la distribución hídrica y uniformidad según la topografía del terreno.

#### **3.3.2. Diseño agronómico**

En este punto se conoce la demanda hídrica del cultivo de la palta Hass y se selecciona el marco de plantación.

##### **a. Elección del cultivo**

- Rentabilidad del cultivo y su situación en el mercado”
- Compatibilidad de las características edafológicas y climatológicas de la parcela.
- Tolerancia a las características químicas del agua que abastecerá el sistema de riego.
- Compatibilidad con el sistema de riego por goteo.

*(Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe, pág.28).*

##### **b. Marco de plantación**

El marco de plantación es básicamente la separación entre las plantas, para que el cultivo se pueda desarrollar, y separación entre surcos cuyo objetivo es mantener el libre tránsito de las maquinarias en la época de cosecha. Para el desarrollo de la tesis se seleccionó el marco de plantación de 6 m \* 4 m, donde la separación de hileras es de 6 metros y la separación entre plantas es de 4 metros.

### c. Necesidades hídricas del cultivo

- **Evapotranspiración potencial (Eto):** “La noción de **ETo** ha sido establecida para reducir las ambigüedades de interpretación a que da lugar el amplio concepto de la evapotranspiración y para relacionarla de forma más directa con los requerimientos de agua de los cultivos”. (*Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo automatizado, Héctor Parra Figueroa, 2012*).

Con la ayuda del Software de riego Cropwat se hallarán los valores de Eto (mm/día) correspondientes a cada mes.

- **Coeficiente de cultivo (Kc):** “Es un coeficiente de ajuste que permite calcular la “ETr” (evapotranspiración real) a partir de la “ETo”. Estos coeficientes dependen fundamentalmente de las características propias de cada cultivo”. (*Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo automatizado, Héctor Parra Figueroa, 2012*).
- **Evapotranspiración del Cultivo (Etc):** Para obtener los valores de Etc, se aplicará la siguiente formula:

$$Etc \text{ (mm/día)} = Eto \text{ (mm/día)} * Kc$$

- **Efecto de Localización:** Para determinar el efecto de localización necesitamos saber el valor de “A”: fracción de área sombreada por el cultivo, a medio día en el solsticio de verano, respecto a la superficie total.

**A:** Fracción de área sombreada

**φ:** Diámetro de la copa del árbol, m.

**a:** Espaciamiento entre plantas, m.

**b:** Espaciamiento de hileras de plantas, m.

$$A = \frac{\pi * \phi^2 / 4}{a * b}$$

El **coeficiente de localización (Kl)** se calcula con las fórmulas siguientes:

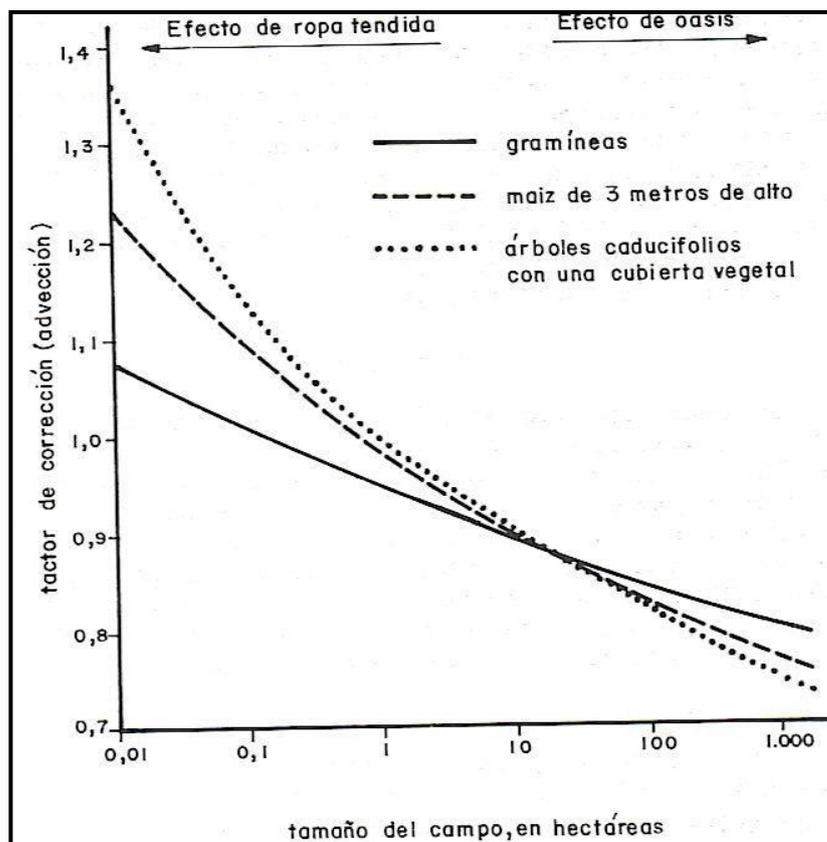
- **ALJIBURY EtAI** :  $Kl = 1.34 A$
- **DECROIX** :  $Kl = 0.1 + A$

- **HOAERE EtAI** :  $Kl = A + 0.5 (1 - A)$
- **KELLER** :  $Kl = A + 0.15 (1 - A)$

Se eliminarán los extremos (valores mínimos y máximos) y se determinarán la media de los dos valores restantes.

- **Variación Climática (Ka):** Como la ETo utilizada en el cálculo equivale al valor medio del periodo estudiado, debe mejorarse multiplicándola por un coeficiente, pues de otra forma las necesidades calculadas serían también un valor medio, lo que quiere decir que aproximadamente la mitad de los años el valor calculado será insuficiente. Adoptamos el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1,15 y 1,20. Consideramos un  $Ka = 1,20$ . (*Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe, 2015*).
- **Variación por advección (Kr):** La transformación en riego de una zona introduce un cambio en el microclima aumentando la humedad relativa y disminuyendo las temperaturas medias. El “efecto de ropa tendida” o “de oasis” en la ET, se cuantifica en función del tamaño de la zona de riego y del tipo de cultivo. Se usa la siguiente figura:

**FIGURA N°01. VARIACIÓN POR ADVECCIÓN**



FUENTE: Pizarro Fernando, 1978

- **Cálculo de las Necesidades Netas de Riego “Nn”:** Se estima mediante la siguiente expresión:

$$Nn = ETrl - Pe - Gw - \Delta w$$

- “Evapotranspiración de riego localizado:  $Etrl = Eto \times Kl \times Kcl \times Ka$ ” (Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe, 2015).
- Aunque en el mes de máximas necesidades pueda producirse una cierta lluvia que dé lugar a una precipitación efectiva “Pe”, ésta no se debe tener en cuenta ya que es muy improbable que siempre ocurra una lluvia en el intervalo entre dos riegos, que en la alta frecuencia a veces es de un día.  $\Rightarrow Pe = 0$

- En cuanto al aporte capilar “Gw”, la capa freática no está lo suficientemente cerca como para poder considerar aportes de este tipo.  $\Rightarrow Gw = 0$
- Referente a la variación de almacenamiento de agua del suelo “ $\Delta w$ ”, no se tendrán en cuenta en el cálculo de las necesidades, ya que los riegos localizados de alta frecuencia pretenden mantener próximo a “0” el potencial hídrico del suelo, lo que consiguen reponiendo con alta frecuencia el agua extraída.  $\Rightarrow \Delta w = 0$
- **Pérdidas de agua por percolación (Pp):** las pérdidas de agua en una parcela con riego localizado de alta frecuencia se deben únicamente a la percolación, ya que las pérdidas por escorrentía se presentan en casos extremos de manejo muy deficiente por lo que no se tendrán en cuenta. Por lo tanto, tenemos:

$$A = Nn + Pp$$

$$Ea = Nn/A$$

$$Pp = A(1 - Ea)$$

A = agua a aplicar

Nn = necesidades netas

Pp = pérdidas por percolación

Ea = eficacia de aplicación (en función al tipo de clima, la profundidad de raíces y la textura del suelo).

Según Keller:

**CUADRO N°06. VALORES DE Ea EN CLIMAS ÁRIDOS**

Profundidad de raíces (m)	Textura			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75 - 1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
> 1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

**FUENTE:** Keller

- **Necesidades de Lavado (R):** son un sumando que hay que añadir a las necesidades netas para mantener la salinidad del suelo a un nivel no perjudicial. Sin considerar las pérdidas por percolación tenemos:

$$\boxed{A = Nn + R} \quad \boxed{LR = R/A} \quad \boxed{A = Nn + A * LR}$$

R = necesidades de lavado      LR = coeficiente de necesidades de lavado

Tanto en el caso de pérdidas por percolación, como en el caso de lavado, el agua a aplicar (A), se puede expresar como la suma de Nn más otro sumando que es proporcional a "A":

$$\boxed{A = Nn + A * K} \quad \boxed{A = Nn/(1-K)}$$

Donde tendremos:

$$K = (1 - Ea) \text{ en el caso de pérdidas por percolación}$$

$$K = LR \text{ en el caso de lavado}$$

Se elegirá el mayor valor de K, así, si las pérdidas por percolación son mayores, estas pérdidas provocarán un lavado superior al necesario, con lo que el nivel de salinidad se mantendrá por debajo del mínimo y si, por el contrario, son superiores las necesidades de lavado, habrá que provocar una mayor percolación para evitar la salinización del suelo.

FIGURA N°02. VALORES DE CE<sub>e</sub> (mmhos/cm) DE ACUERDO CON EL CULTIVO

Cultivo	a	b	Valores de CE <sub>e</sub> (mmhos/cm) para una P (%) de:				
			100	90	75	50	0
<b>FRUTALES</b>							
Palmera datilera (Phoenix dactilifera)	4,0	4,50	4,0	6,8	10,9	17,9	32,0
Granado (Punica granatum)	2,7	8,77	2,7	3,8	5,5	8,4	14,0
Higuera (Ficus carica)							
Olivo (Olea europaea)	1,5	9,62	1,5	2,5	4,1	6,7	12,0
Vid (Vitis spp)	1,8	16,13	1,8	2,4	3,4	4,9	8,0
Pomelo (Citrus paradisi)	1,7	16,13	1,7	2,3	3,3	4,8	8,0
Peral (Pyrus communis)							
Manzano (Malus sylvestris)	1,7	20,83	1,7	2,2	2,9	4,1	6,5
Naranja (Citrus sinensis)	1,5	17,86	1,5	2,1	2,9	4,3	7,0
Limonero (Citrus limón)	1,5	19,23	1,5	2,0	2,8	4,1	7,0
Nogal (Juglans regia)	1,6	23,81	1,6	2,0	2,6	3,7	6,0
Melocotonero (Prunus persica)	1,5	21,74	1,5	2,0	2,6	3,8	6,0
Ciruelo (Prunus domestica)	1,3	20,83	1,3	1,8	2,5	3,7	6,0
Albaricoquero (Pyrus armeniaca)							
Zarzamora (Rubus spp)							
Aguacate (Persea americana)							

FUENTE: Pizarro Fernando, 1978

- **Necesidades brutas o totales de riego "Ntr"**: Debido a diversas causas los emisores de una instalación arrojan caudales que no son exactamente iguales entre sí. Por tanto, la dosis media se eleva de forma que la fracción de la parcela menos regada reciba la cantidad de agua necesaria. Coeficiente de Uniformidad CU.

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) * CU}$$

CU: se considerará un valor de 0.90, este valor se considera según los informes de Coeficiente de uniformidad de los goteros que Netafim realiza a los diversos fundos. Ver anexo N°15.

#### d. Frecuencia de riego

En cuanto al intervalo de riego (I) es generalmente la variable menos rígida y por tanto la que más se puede modificar. En general se diseña con I = 1 como mínimo, aunque I < 1, es decir, más de un riego diario

también se puede dar, para lo cual se exige un cierto automatismo de la instalación y como valores máximos se pueden tomar los siguientes:

#### CUADRO N°07. INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO POR TEXTURA

TEXTURA DE SUELO	INTERVALO MÁXIMO (días)
Textura ligera	3
Textura media	4
Textura pesada	5

FUENTE: <http://www.uclm.es>

#### e. Número de emisores por planta “e”

$$e > \frac{P * MP}{100 * Ame}$$

P = porcentaje de superficie mojada.

MP = marco de plantación (m<sup>2</sup>).

Ame = área mojada por emisor.

- **Área mojada por un emisor “Ame”:** La superficie mojada por un emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Se determina mediante pruebas de campo o mediante fórmulas o tablas. Dada la gran heterogeneidad de suelos, las fórmulas y las tablas sólo se deberán utilizar, con mucha prudencia, en el diseño o a título orientativo, siendo mucho más fiable la medición directa en el propio campo. El diámetro de la superficie mojada se puede calcular mediante las fórmulas siguientes, que vienen en función del tipo de suelo y del caudal del emisor:

#### CUADRO N°08. FÓRMULAS PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO MOJADO DEL BULBO EN FUNCIÓN DE LA TEXTURA

Textura del suelo	Diámetro
Textura fina	$D = 1,2 + 0,10 * q$
Textura media	$D = 0,7 + 0,11 * q$
Textura gruesa	$D = 0,3 + 0,12 * q$

FUENTE: <http://ocwus.us.es>

D=Diámetro de la superficie mojada (m) q=Caudal del emisor (l/h)  
Ame:  $\pi \times Rm^2$ .... Rm: radio de la superficie mojada.

• **Porcentaje mínimo de superficie mojado “P”:**

$$P = \frac{\text{Área mojada} \times 100}{\text{Área total}} = \frac{Ame \times 100}{MP}$$

MP: Marco de plantación (m<sup>2</sup>)

f. **Tiempo de riego “t”**

Se aplicará con la siguiente formula:

$$t = \frac{Nt * I * 60}{N^{\circ} \text{ emisores por } m^2 * q}$$

t = el tiempo de riego (min).

Nt = necesidades totales de agua (litros/m<sup>2</sup>).

q = caudal de los emisores (l/h).

I = intervalo de riego (días).

$$N^{\circ} \text{ emisores por } m^2 = \frac{1}{MP}$$

g. **Dosis de riego “D”**

Se aplicará la siguiente formula:

$$D = t(h) * q \left( \frac{l}{h} \right)$$

h. **Número de Tumos de Riego**

Es la cantidad de unidades de riego que se puede dividir una parcela, siendo el número de tumos que se pueden atender durante un periodo de tiempo disponible.

$$N^{\circ} \text{ Unidades de riego} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo de riego}}$$

Tiempo disponible: tiempo total disponible para regar.

Tiempo de riego: tiempo necesario para aplicar la dosis. (*Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe*).

**i. Área de unidad de riego**

Área que puede ser atendida por un turno, la cual resulta de dividir el área total por el número de turnos de riego.

$$\text{Área de Unidad de riego} = \frac{\text{Área total}}{\text{Nº de turnos de riego}}$$

**j. Caudal del Sistema "Q sistema"**

“Caudal constante durante un tiempo determinado que se requiere para poder regar una superficie de terreno. Depende del "Área de riego A (ha)": "Lámina neta de riego Lnr (mm/día)" y el "Tiempo total disponible para regar (horas)". (*Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe, pág.35*).

$$Q_{\text{sistema}} \text{ (l/s)} = \frac{2.78 \times A \times Lnr}{\text{Tiempo disponible (horas)}}$$

**3.3.3. Diseño hidráulico**

Con el diseño hidráulico se determina las dimensiones de las tuberías y funcionamiento del sistema de riego, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua que el cultivo en el tiempo establecido, teniendo en cuenta el diseño agronómico previamente realizado.

Para el diseño hidráulico se tiene en cuenta el cálculo de las conducciones de sistemas de riego a presión, haciendo uso de las fórmulas de Blasius y de Hazen-Williams.

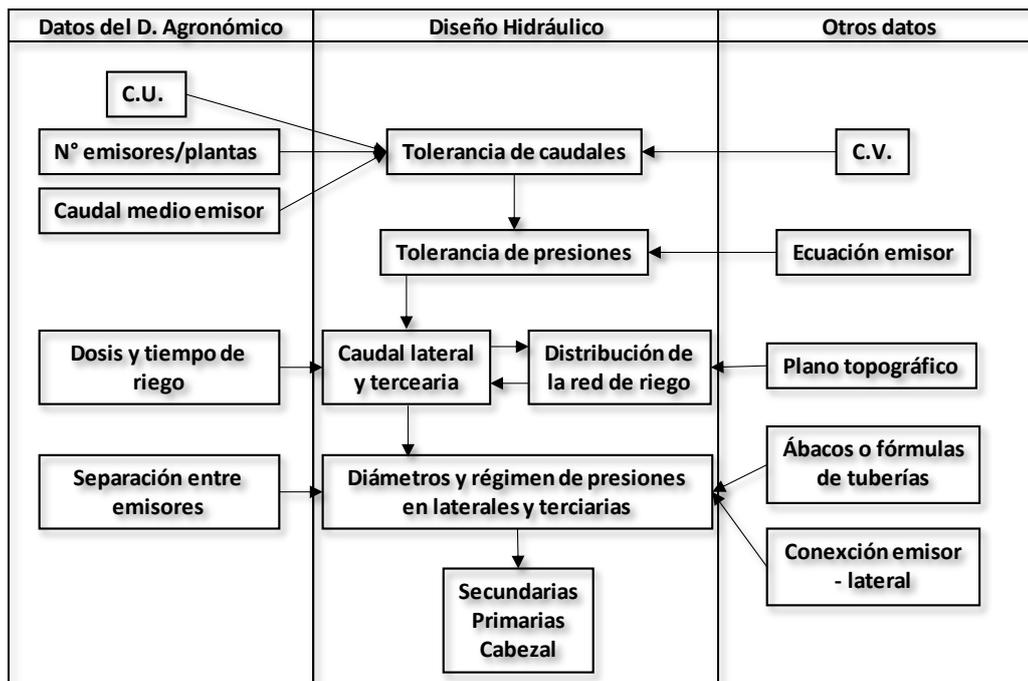
La secuencia del diseño hidráulico de un riego localizado de alta frecuencia se muestra en el cuadro N°08, efectuándose después de realizar el diseño

agronómico y basándose en otros datos como las características del emisor elegido, topografía y dimensiones del terreno de estudio.

El diseño de la subunidad de riego lo realicé en base a mi experiencia en diseño de sistema de sistemas de riego y lo realicé de la siguiente manera:

1. Se identificó la trayectoria de la red matriz.
2. Se realizó el cálculo del diámetro de la matriz con el formato en Excel que contiene la fórmula de Hazen – Williams.
3. Se consideró los parámetros mínimos y máximos de velocidad y pérdidas de fricción de las tuberías.

### CUADRO N°09. SECUENCIA DEL DISEÑO HIDRÁULICO EN RIEGO LOCALIZADO



*Fuente: Fernando Pizarro Cabello, pagina 410.*

#### a. Tolerancia de caudales

“En primer lugar, se calcula la tolerancia de caudales; para conseguir una uniformidad de riego ya definida en el diseño agronómico en términos de CU (coeficiente de uniformidad), la relación entre el caudal del emisor que de menos agua ( $q_{ns}$ ) y el caudal medio de todos los emisores ( $q_a$ ) no debe ser inferior a un cierto valor, que se calcula en función de CU, del

número de emisores por planta y del coeficiente de variación del emisor a utilizar. En riego localizado, se define estadísticamente CU como:

$$CU = \left(1 - \frac{1,27CV}{\sqrt{e}}\right) \frac{q_{ns}}{q_a}$$

Siendo:

CV: el coeficiente de variación de fabricación del emisor.

e: el número de emisores de los que recibe agua cada planta.

qns: caudal mínimo del emisor que corresponde a la presión mínima.

qa: caudal medio de todos los emisores considerados.

### b. Tolerancia de presiones

Conociendo la ecuación del emisor ( $q = Kh^x$ ), el valor de las presiones mínimas (qns) y el caudal medio (qa). Se procederá:

h: Presión del gotero

q: Caudal del gotero

k: Coeficiente del gotero

x: Exponente de descarga

$$h = \frac{(q)^{1/x}}{K}$$

### c. Diseño de la subunidad de riego (SUR)

El diseño de la subunidad de riego incluye la distribución en planta de terciarias y laterales. La determinación de los caudales de estas tuberías, el cálculo de los diámetros y régimen de presiones. El cálculo se inicia a partir de la presión del gotero medio y se determinan hm, hn, Hm y Hn, cuyos valores han de cumplir lo establecido sobre tolerancia de presiones.

La fórmula permite calcular la diferencia de presión admisible en la subunidad que se reparte entre terciaria y laterales:

$$\Delta H = \Delta H_t + \Delta H_l$$

$$hm - hn < \Delta Hl$$

$$Hm - Hn < \Delta Ht$$

$\Delta Ht$  = variación de presión admisible en la terciaria

$\Delta Hl$  = variación de presión admisible en cada lateral.

#### **d. Cálculo de laterales de riego**

##### **d.1. Laterales alimentados por un extremo**

Para el cálculo de las laterales de riego se deberá considerar la topografía y las condiciones que se presenta en campo, para lo cual presentamos 3 casos:

- Terreno con pendiente cero  $S = 0$
- Terreno con pendiente mayor a cero  $S > 0$
- Terreno con pendiente menor a cero  $S < 0$

El terreno de estudio presenta pendiente cero donde la presión inicial del lateral ( $h_m$ ) y presión final del lateral ( $h_u$ ) son iguales  $h_m = h_u$ . Para el cálculo de pérdidas de carga utilizaremos la **FÓRMULA DE BLASIUS** para régimen turbulento liso.

#### **e. Cálculo de las tuberías terciarias**

En el cálculo de laterales, además de comprobar que la variación de presión de las tuberías laterales de riego ( $h_m - h_n$ ) es menor que la variación de presiones laterales ( $\Delta H_l$ ), se ha determinado la presión inicial del lateral ( $h_m$ ) en esas tuberías. En el cálculo de terciarias se igual  $H_a$  (presión media de la tubería terciaria) =  $h_m$  (presión final de la tubería lateral) y a partir de  $H_a$  se calculan  $H_m$  (presión inicial de la tubería terciaria) y  $H_n$  (presión final de la tubería terciaria), con la condición de  $H_m - H_n < \Delta H_t$  (Tolerancia de presiones). Se pueden presentar los casos siguientes:

- Caso 1. Subunidad rectangular. Diámetro constante.
- Caso 2. Subunidad rectangular. Diámetro variable.
- Caso 3. Subunidad no rectangular.

Para este proyecto se empleará el caso 1 de diámetro constante. Para el cálculo de las presiones en las tuberías terciarias, se utilizará la misma fórmula que se empleó para el cálculo de presiones de laterales. Para el cálculo de pérdidas de carga, se empleará la fórmula de HAZEN-WILLIAMS para régimen turbulento intermedio.

#### **f. Diseño de red de distribución (tuberías secundarias y primarias)**

La distinción entre tuberías primarias y secundarias responde únicamente al orden que ocupan a partir del cabezal. En cualquier caso, esa distinción es irrelevante a los efectos del diseño, que se hace de la misma forma en ambas tuberías.

Así como el diseño de una subunidad (terciarias y laterales) en los Riego Localizado de Alta Frecuencia presenta importantes particularidades respecto a otros sistemas de riego, el de las secundarias y primarias es similar en todos los sistemas que conducen agua a presión.”

*Fuente: Apuntes riego localizado Juan Hernández Alcántara. Según Cap.15 del Libro “Riego Localizado de Alta Frecuencia”-Pizarro.*

#### **3.3.4. Diseño del cabezal de riego**

El cálculo de las tuberías primarias permite conocer el caudal del cabezal de riego y la presión aguas abajo del mismo. El diseño de cada uno de los elementos que constituyen el cabezal (filtros, equipos de fertiirrigación, automatización, etc.) debe hacerse por los métodos mencionados anteriormente.

*Fuente: Apuntes riego localizado Juan Hernández Alcántara. Según Cap.15 del Libro “Riego Localizado de Alta Frecuencia”.*

#### **a. Diseño del sistema de filtrado**

Para diseñar el sistema de filtrado es necesario conocer la fuente de agua para conocer las partículas que contengan y por lo tanto nos permitirá definir el tipo de filtro que se instalará en el sistema.

En el diseño del sistema de filtrado se debe tener en cuenta las pérdidas de carga de cada filtro el cual nos permitirá conocer las presiones totales del sistema.

## CUADRO N°10. TIPO DE FILTRADO SEGÚN CONTAMINANTE

CONTAMINANTE	Hidrociclón Separador	Filtro de Grava	Filtro de Mallas y Anillas
Arena	X		X
Limo y arcilla		X	X
Orgánico		X	X

*Fuente: Manual de operación y Mantenimiento de un sistema de riego por goteo. Walter Britton, 2009.*

### b. Diseño del sistema de fertilización

La principal función del sistema de fertilización es incorporar tanto los abonos principales como los microelementos que el cultivo necesita, así como la incorporación de ácidos (ácido sulfúrico, clorhídrico, fosforo, nítrico), fungicidas y desinfectantes como el hipoclorito de sodio.

### c. Cálculo de los requerimientos de potencia del sistema “P.R.”

Con el cálculo del caudal y la presión aguas arriba del cabezal, esta condición de calcular la potencia requerida por el sistema, por lo cual se puede emplear la siguiente formula:

$$P.R. (HP) = \frac{Qt * Pt * 1000 * 9.8}{\eta * 746}$$

Donde:

Qt: caudal total (m<sup>3</sup>/s)

Pt: presión total (m.c.a.)

$\eta$ : rendimiento por efectos de trasmisión de potencia.

### d. Diseño de cabezal de riego y obras civiles complementarias

Comprende la ubicación y diseño de la caseta de control, donde estarán los equipos de fertilización, filtrado, bombeo y otros. Según la evaluación en campo de las fuentes de agua y las necesidades hídricas del cultivo, se analizará la capacidad de un reservorio y sus obras complementarias.”

*Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe.*

# **CAPÍTULO IV:**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

***“En palabras sencillas, el líder es simplemente un ser humano que sabe a dónde desea ir, y entonces se pone de pie y avanza”.***  
***JHON ERSKINE.***

## 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se mostrarán los trabajos de campo realizado en el terreno de estudio que comprenden el levantamiento topográfico, muestreo del terreno de estudio y los cálculos del diseño agronómico e hidráulico.

## 4.2. TOPOGRAFÍA

Se realizó el estudio del levantamiento topográfico en donde estuvo los planos planimétrico y altimétrico los cuales se encuentran codificados de la siguiente manera **PLANO 01** y **PLANO 02** respectivamente. El terreno de estudio comprende 8.7 hectáreas.

## 4.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

### 4.3.1. Muestreo de suelo y análisis textural

En el terreno de estudio se realizó cuadrículas de longitudes de 80 metros \* 80 metros con la finalidad colocar los puntos para la extracción de la muestra de suelo. El terreno se dividió en 19 cuadros y se extrajeron en tres capas diferentes en las profundidades de 0 – 30 cm, 30 – 60 cm y 60 – 90 cm. Posteriormente se agrupó por grupos texturales que podemos definir si la textura es ligera, medio o pesado.

**CUADRO N°11. AGRUPAMIENTO TEXTURAL**

GRUPO TEXTURAL	MUESTRA
LIGERO	16
MEDIO	1 y 2
PESADO	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18 y 19.

*Fuente: Elaboración propia*

### 4.3.2. Análisis de muestras en laboratorio

Después de realizar la selección textural se procedió a seleccionar 4 muestras, las cuales fueron llevadas a laboratorio para su análisis físico –

químico del terreno de estudio. Las muestras se analizaron en el laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

**CUADRO N°12. RESULTADOS DE LABORATORIO DEL MUESTREO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

MUESTRA	PROFUNDIDAD	CE Ms/cm	pH	Da	Dr
X01	0 – 30 cm	5.38	7.40	1.31	2.01
X04	30 – 60 cm	8.30	7.70	1.28	2.00
X07	60 – 90 cm	10.80	7.80	1.42	2.02
X10	0 – 30 cm	3.06	7.30	1.35	2.03

*Fuente: Laboratorio de suelos/Facultad Agronomía/U.N.P.R.G.*

En el siguiente cuadro se detalla el rango del pH en el suelo:

**CUADRO N°13. RANGO PH DEL SUELO**

DENOMINACIÓN	RANGO DE PH
Ultra acido	< 3,5
Extremadamente acido	3,5 – 4,4
Muy fuertemente acido	4,5 – 5,0
Fuertemente acido	5,1 – 5,5
Moderadamente acido	5,6 – 6,0
Ligeramente acido	6,1 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,3
Ligeramente alcalino	7,4 – 7,8
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0
Muy fuertemente alcalino	> 9,0

*Fuente: Wikipedia.org/pH\_del\_suelo*

**CUADRO N°14. TIPOS DE SUELO, SEGÚN LOS VALORES DE PH OBTENIDOS**

<b>pH</b>	<b>TIPO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Menor de 5.5	Muy ácido	Dificultad de desarrollo de la mayoría de los cultivos, dificultad de retención de muchos nutrientes.
5,5 – 6,5	Ácido	
6,5 – 7,5	Neutro o cercano a neutralidad	Intervalo óptimo para los cultivos
7,5 – 8,5	Básico	
Mayor de 8,5	Muy básico	Dificultad de desarrollo de la mayoría de los cultivos, posible aparición de clorosis férrica.

*Fuente: Interpretación de análisis de suelo, Soledad Garrido.*

**CUADRO N°15. PARÁMETROS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
< 500 micromhos/cm	Buen desarrollo del cultivo.
500 – 1000 micromhos/cm	Aparecen problemas en algunos cultivos.
> 1000 micromhos/cm	Dificultad en muchos cultivos.

*Fuente: Interpretación de análisis de suelo, Soledad Garrido.*

Los cuadros 12, 13 y 14 nos indican los parámetros mínimos y máximos de pH y conductividad eléctrica. Con los cuadros descritos se realizará un análisis e interpretación de los resultados obtenidos de laboratorio que se encuentran descritos en el cuadro 11 y se interpreta los siguientes puntos:

- Los resultados del laboratorio del pH del suelo presentan una variación entre 7.3 y 7.8, según los parámetros mínimos y máximos de los cuadros 13 y 14 el pH del terreno de estudio. El suelo presenta un pH neutro y básico por lo que se concluye que el terreno de estudio es ligeramente óptimo para el desarrollo del cultivo de la palta Hass.
- Los resultados de la conductividad eléctrica del terreno de estudio presentan una variación entre 3.06 y 10.80, estos parámetros se encuentran en el rango permisible según lo indicado en el cuadro 14 y por lo que se concluye que el terreno de estudio es óptimo para el

desarrollo del cultivo del palto Hass. (*Fuente: guía de interpretación de análisis de suelos y agua - Dr. Javier Z. Castellanos*).

#### **4.4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO**

##### **4.4.1. Disponibilidad del agua**

El terreno de estudio se abastece de dos fuentes mixtas (superficial y subterránea), la primera fuente es el agua superficial que proviene del subsector de riego de Monsefú e iniciando su trayectoria en el río Chancay, el canal principal de derivación de Monsefú es el canal Chacupe (canal de primer orden) y el canal Alto Pena (canal de segundo orden). La segunda fuente de agua es subterránea y se realiza de la noria que se encuentra en el terreno de estudio.

- El caudal que la comisión de regantes de Monsefú tiene asignado a cada propietario es de 160 l/s y en un intervalo de 15 a 18 días y con un tiempo de riego promedio de 3.50 horas por hectárea. Al canal de irrigación se le realiza mantenimiento en los meses de setiembre y octubre, por lo tanto, en estos meses no se cuenta con el recurso hídrico para el terreno de estudio.
- Conociendo la dotación de riego 160l/s por hectárea que la comisión de regantes de Monsefú tiene asignado a cada agricultor, se considera un riego de 2 horas cada 15 días para el llenado del reservorio.
- En el terreno de estudio se encuentra una noria ubicada en las coordenadas UTM (626069.20; 9244850.39) y con un aforado en 30 l/s el cual llena al reservorio en un tiempo de 4 horas para compensar lo consumido durante el día.

#### CUADRO N°16. NORIA UBICADO EN LA PARCELA DE ESTUDIO

NORIA N°	Rendimiento	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico
01	30.00 l/s	25 m	2.10 m	3.70 m

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.2. Análisis de calidad de agua

##### a. Análisis de agua superficial

Para conocer los valores físicos químicos del agua del canal de irrigación, se extrajo una muestra y llevó al laboratorio de la UNPRG:

#### CUADRO N°17. ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

MUESTRA	CE μS/cm	pH	Co3 mq/litro	HCO3 mq/litro	Cl mq/litro	So4 mq/litro	Ca mq/litro	Mg mq/litro	Na mq/litro	K mq/litro
AGUA CANAL	370.0	7.01	0.0	1.3	1.4	0.8	1.75	1.5	0.4	0.2

*Fuente: Laboratorio de suelos/Facultad Agronomía/U.N.P.R.G.*

- Se tiene un pH de 7.01 del análisis químico del agua superficial, el valor indica que el pH es neutro e ideal para el cultivo.
- Se obtuvo un valor de 370 μS/cm (0.37 dS/m) de la CE del agua superficial, el valor obtenido se encuentra en el rango permisible.
- RAS (Riesgo de acumulación de sodio)

#### CUADRO N°18. RIESGO DE ACUMULACIÓN DE SODIO

RAS	RIESGO
0 - 10	Bajo
10 - 18	Medio
18 - 26	Alto
Más de 26	Muy alto

*Fuente: Criterios de inter. Calidad Agronómica del agua de riego, 2002*

Realizando el cálculo:

$$RAS = \frac{|Na|}{\sqrt{\frac{1}{2} * (|Ca| + |Mg|)}}$$

$$RAS = \frac{0.4}{\sqrt{\frac{1}{2} * (1.75 + 1.5)}} = 0,314$$

Reemplazando los datos del análisis de agua superficial del laboratorio en la formula, obtenemos un RAS de riesgo bajo.

- Carbonato de sodio residual (RSC) se detalla en el siguiente cuadro de tolerancia:

#### CUADRO N°19. CARBONATO DE SODIO RESIDUAL

RCS	RIESGO	
<0	Bajo	Recomendable
1.25 - 2.5	Medio	Poco recomendable
Más de 2.5	Alto	No recomendable
Más de 26	Muy alto	No recomendable

**Fuente:** Criterios de inter. Calidad Agronómica del agua de riego, 2002

Realizando el cálculo:

$$RSC: (|CO_3^{2-}| + |HCO_3^-|) - (|Ca^{2+}| + |Mg^{2+}|)$$

$$RSC: (0 + 1.3) - (1.75 + 1.5) = -1.95$$

Reemplazando los valores, se obtiene un valor del RCS de -1.95 de riesgo bajo y recomendable.

- Dureza: se considera los datos del siguiente cuadro.

**CUADRO N°20. VALORES DE DUREZA DEL AGUA**

TIPO DE AGUA	GRADOS HIDROMÉTRICOS FRANCESES
Muy blanda	Menos de 7
Blanda	7 - 14
Medianamente blanda	14 - 22
Medianamente dura	22 - 32
Dura	32 - 54
Muy dura	Mayor de 54

**Fuente:** Criterios de inter. Calidad Agronómica del agua de riego, 2002

Realizando el cálculo:

$$Dureza = \frac{(Ca * 2.5) + (Mg * 4.12)}{10}$$

$$Dureza = \frac{(1.75 * 2.5) + (1.5 * 4.12)}{10} = 1.056$$

Habiendo reemplazado los datos del análisis de laboratorio en la formula, se obtiene un valor de 1.056 y concluimos que la muestra presenta un tipo de agua muy blanda y es óptima para el cultivo de la palta Hass.

**b. Análisis de agua subterránea**

Para conocer los valores físicos químicos del agua del canal de irrigación se extrajo una muestra para ser llevada a laboratorio.

**CUADRO N°21. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA DE NORIA**

MUESTRA	CE uS/cm	pH	Co3 mq/litro	HCO3 mq/litro	Cl mq/litro	So4 mq/litro	Ca mq/litro	Mg mq/litro	Na mq/litro	K mq/litro
<b>AGUA NORIA</b>	890.0	7.20	0.0	2.1	4.0	2.6	4.1	3.1	1.2	0.3

**Fuente:** Laboratorio de suelos/Facultad Agronomía/U.N.P.R.G.

- El pH del agua subterránea es 7.20 y es idónea para almacenar y utilizar en el cultivo de la palta Hass.

- La CE del agua subterránea es 890  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (0.89 dS/m) por lo cual se concreta que el agua es óptima para cultivo de la palta Hass.
- RAS (Riesgo de acumulación de sodio)

Realizando el cálculo:

$$\text{RAS} = \frac{|Na|}{\sqrt{\frac{1}{2} * (|Ca| + |Mg|)}}$$

$$\text{RAS} = \frac{1.2}{\sqrt{\frac{1}{2} * (4.1 + 3.1)}} = 0.632$$

Reemplazando los datos en la fórmula, obtenemos un RAS de riesgo bajo.

- Carbonato de sodio residual (RSC) se detalla la siguiente fórmula:

Realizando el cálculo:

$$\text{RSC: } (|CO_3^{2-}| + |HCO_3^-|) - (|Ca^{2+}| + |Mg^{2+}|)$$

$$\text{RSC: } (0 + 2.1) - (4.1 + 3.1) = -5.10$$

Reemplazando los datos, se obtiene un RCS de -5.10 con indicador de riesgo bajo y recomendable.

- Dureza, se describe la siguiente fórmula.

Realizando el cálculo:

$$\text{Dureza} = \frac{(Ca * 2.5) + (Mg * 4.12)}{10}$$

$$\text{Dureza} = \frac{(4.1 * 2.5) + (3.1 * 4.12)}{10} = 2.30$$

Reemplazando los datos, se obtiene un valor de 2.30 y concluimos que la muestra de agua es muy blanda y es óptima para el cultivo de la palta Hass.

**c. Análisis de disponibilidad hídrica**

El análisis de la disponibilidad hídrica para el terreno de estudio proviene del río Chancay – Lambayeque, el canal de derivación de primer orden es el canal Chacupe y el canal de segundo orden es el canal Alto Pena, ambos canales pertenecen al subsector de riego de Monsefú. El caudal asignado a los pobladores es de 160l/s por hectárea.

Para poder aprovechar la dotación hídrica que entrega la comisión de regantes de Monsefú, se realizó el diseño de un reservorio revestido con geomembrana cuya capacidad es de 2,300.00m<sup>3</sup> y durante los meses de mantenimiento (setiembre y octubre), se abastecerá de una noria cuyo caudal es de 30l/s y cubrir la demanda hídrica del cultivo de la palta Hass durante todo el año.

Se detalla cuadro de disponibilidad hídrica superficial mensual sin proyecto.

**CUADRO N°22. DISPONIBILIDAD HIDRICA DE AGUA SUPERFICIAL SIN PROYECTO – ARROZ**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Caudal	l/s	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	0.00	0.00	160.00	160.00
	m3/h	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	0.00	0.00	576.00	576.00
2. Tiempo de riego	horas/ha	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00
3. Dotación de riego al mes	días	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00
4. Volumen promedio	m3/ha/mes	3456.00	3456.00	3456.00	3456.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3456.00	3456.00
<b>DISPONIBILIDAD ANUAL DE AGUA (m3/ha)</b>											<b>20736.00</b>		

*Fuente: Elaboración propia*

**CUADRO N°23. DISPONIBILIDAD HIDRICA DE AGUA SUPERFICIAL SIN PROYECTO – ALFALFA**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Caudal	l/s	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	0.00	0.00	160.00	160.00
	m3/h	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	0.00	0.00	576.00	576.00
2. Tiempo de riego	horas/ha	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
3. Dotación de riego al mes	días	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4. Volumen promedio	m3/ha/mes	1152.00	0.00	1152.00	1152.00	0.00	1152.00	1152.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1152.00
<b>DISPONIBILIDAD ANUAL DE AGUA (m3/ha)</b>											<b>6912.00</b>		

*Fuente: Elaboración propia*

Se detalla el siguiente cuadro con la disponibilidad hídrica superficial mensual con proyecto por hectárea.

**CUADRO N°24. DISPONIBILIDAD HIDRICA DE AGUA SUPERFICIAL CON PROYECTO**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Caudal	l/s	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	0.00	0.00	160.00	160.00
	m3/h	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	0.00	0.00	576.00	576.00
2. Tiempo de riego	horas/ha	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
3. Dotación de riego al mes	días	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
4. Volumen promedio	m3/ha/mes	2304.00	2304.00	2304.00	2304.00	2304.00	2304.00	2304.00	2304.00	0.00	0.00	2304.00	2304.00
										<b>DISPONIBILIDAD ANUAL DE AGUA (m3/ha)</b>		<b>23040.00</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

## **4.5. ANÁLISIS DE LA DEMANDA HÍDRICA**

### **4.5.1. Análisis sin / con proyecto**

#### **a. Sin proyecto**

En el análisis de la demanda hídrica del proyecto de tesis se realizó en las 8.7 hectáreas con los cultivos de arroz y alfalfa de la familia Effio Gonzales. El cultivo del arroz se siembra una vez al año y se riega con el método tradicional.

#### **b. Con proyecto**

Al realizar el diseño de riego por goteo para el cultivo de la palta Hass, se sinceró el área y obteniendo 7.07 hectáreas netas, en el diseño se descontó las áreas que abarcan los caminos internos y perimetrales, el área de la zona de filtrado y el área del reservorio.

### **4.5.2. Demanda de agua**

La demanda de agua del cultivo para el proyecto de tesis se calculó mediante fórmulas, tablas y software según se requiera.

- Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>). La ET<sub>o</sub> será medido en mm/día y los valores serán extraídas de la estación meteorológica de Reque – Senamhi.

**FIGURA N°03. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (mm/día)**

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled

País PERU Estación REQUE

Altitud 13 m. Latitud 6.88 °S Longitud 79.83 °W

Month	Temp Min	Temp Max	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m <sup>2</sup> /día	mm/día
January	18.9	27.1	80	4.9	8.8	23.4	4.68
February	19.8	28.2	79	4.5	7.8	22.1	4.76
March	18.9	26.6	83	5.8	8.5	22.8	4.37
April	18.7	26.4	81	4.8	8.1	20.9	4.19
May	17.5	23.5	83	5.3	8.2	19.4	3.50
June	16.9	21.9	85	4.3	7.9	18.1	2.98
July	16.8	22.0	83	5.0	8.1	18.7	3.19
August	16.3	21.9	81	5.1	8.3	20.4	3.53
September	16.0	21.9	82	5.8	8.2	21.7	3.65
October	16.4	23.3	80	5.1	8.6	23.1	4.09
November	18.2	24.4	80	6.3	8.4	22.7	4.29
December	19.4	26.4	80	5.8	8.4	22.6	4.55
Average	17.8	24.5	81	5.2	8.3	21.3	3.98

*Fuente: Software CROPWAT*

Con la ayuda del software Cropwat, tenemos que el mayor valor de evapotranspiración es en el mes de febrero con un valor de 4.76 mm/día.

- Coeficiente del cultivo (kc). El coeficiente del cultivo del palto lo obtendremos del Manual 56 de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). El coeficiente del cultivo varía en algunos meses.

**CUADRO N°25. COEFICIENTE DEL CULTIVO – PALTA HASS**

Kc	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Palto	0.60	0.60	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.75	0.75	0.75

*Fuente: Manual FAO pagina 113.*

Para el desarrollo del proyecto de tesis con el cultivo del palto, vamos a realizar los cálculos con el Kc más alto del cultivo que es 0.85 para todos los meses del cultivo.

- Evapotranspiración real (Etc). Se hallará el Etc de todos los meses con ayuda de la siguiente formula:

$$\text{Etc}(\text{mm/día}) = \text{Eto}(\text{mm/día}) * \text{Kc}$$

**CUADRO N°26. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO PALTO**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Evapotranspiración Potencial (Eto)	mm/día	4.68	4.76	4.37	4.19	3.50	2.98	3.19	3.53	3.65	4.09	4.29	4.55
2. Kc cultivo		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
3. Evapotranspiración real	mm/día	3.98	4.05	3.71	3.56	2.98	2.53	2.71	3.00	3.10	3.48	3.65	3.87

*Fuente: Elaboración propia*

- Precipitación efectiva (Pe). Las precipitaciones que se dan en la zona del terreno de estudio será 0 debido que sus valores son insignificantes.
- Frecuencia y tiempo de riego. Según los datos obtenidos en el Récord de Consumo del propietario otorgado por la Comisión de Usuarios Monsefú. Se estima un abastecimiento de 3 horas para el cultivo de arroz cada 15 días, 2 horas para el cultivo de la alfalfa por hectáreas cada 10 días y según las etapas fenológicas del cultivo.
- El proyecto contará con fuentes mixtas para el abastecimiento hídrico, el primero será del canal de irrigación que pertenece a la comisión de regantes de Monsefú con un caudal de 160 l/s en un intervalo de 15 días y dos veces al mes, la segunda fuente es una noria que cuyo caudal es de 30 l/s.
- Eficiencia de riego: La eficiencia de riego se obtendrá de la siguiente tabla de la FAO.

## CUADRO N°27. EFICIENCIAS DE RIEGO A NIVEL DE PARCELAS

EFICIENCIAS A NIVEL PARCELA SEGÚN FAO		
Eficiencias de Distribución a Nivel Parcelario		
Parcelas de 20 ha a más		
Canales no alineados	0.8	
Canales alineados	0.9	0.95
Parcelas de 1 a 20 ha		
Canales no alineados	0.6	0.75
Canales alineados	0.7	0.9
Eficiencias de Aplicación para diferentes métodos de riego		
Poza y Melgas	0.6	0.8
Surcos	0.55	0.7
Corrugaciones	0.5	0.7

**Fuente:** Tesis Diseño de un sistema de riego por goteo para el palto Hass en parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe.

Para el cálculo de la eficiencia de riego tradicional utilizaremos la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia de riego} = \text{Ef. de distribución} * \text{Ef. de aplicación}$$

$$\text{Eficiencia de riego} = (0.6 + 0.75)/2 * (0.6 + 0.8)/2$$

$$\text{Eficiencia de riego} = 0.47$$

Con el proyecto de tesis (riego por goteo) se pretende aumentar la eficiencia de riego al 90%.

### a. Demanda de agua sin proyecto

Se cálculo la demanda hídrica del terreno de estudio con los cultivos de arroz y alfalfa, es importante conocer la cantidad de agua que tenemos disponible. El primer cultivo que es el arroz presenta una mayor demanda en el mes de enero con un consumo de 30,360.87m<sup>3</sup>/mes para un hectareaje de 8.24 y con lámina de reposición del cultivo de arroz 11.89mm/día, el segundo cultivo es la alfalfa, presenta la mayor demanda en el mes de enero con un consumo de 1,341.80m<sup>3</sup>/mes para un hectareaje de 0.46 y con una lámina de reposición 9.41mm/día.

El mayor consumo de ambos cultivos se presenta en el mes de enero con una demanda hídrica de 31,720.67m<sup>3</sup>/día.

**b. Demanda de agua con proyecto**

En el desarrollo del proyecto de tesis y para el cultivo de la palta Hass se realizó el análisis de la demanda hídrica, se obtiene un mayor consumo en el mes de enero de 9,687.31m<sup>3</sup>/mes para un hectareaje de 7.07 y con una lámina de reposición de 4.50mm/día.

**CUADRO N°28. DEMANDA DE AGUA SIN PROYECTO PARA EL CULTIVO ARROZ**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Evapotranspiración Potencial (Eto)	mm/día	4.68	4.76	4.37	4.19	3.50	2.98	3.19	3.53	3.65	4.09	4.29	4.66
2. Kc cultivo		1.20	1.20	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.05	1.05
3. Evapotranspiración real	mm/día	5.62	5.71	3.93	3.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	4.89
4. Precipitación efectiva	mm/día	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. Déficit de humedad	mm/día	5.62	5.71	3.93	3.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	4.89
6. Eficiencia de riego	%	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
7. N° días del mes	Días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
8. Requerimiento de agua	mm/día	11.89	12.09	8.32	7.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.53	10.36
	m3/ha/día	118.86	120.89	83.24	79.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.33	103.56
	m3/ha/mes	3,684.57	3,384.89	2,580.38	2,394.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,860.00	3,210.22
9. Área total	ha	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24
10. Volumen demandado	m3/mes	30,360.87	27,891.48	21,262.34	19,728.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23,566.40	26,452.23
<b>DEMANDA TOTAL DE AGUA</b>												<b>149,262.24</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

**CUADRO N°29. DEMANDA DE AGUA SIN PROYECTO PARA EL CULTIVO ALFALFA**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Evapotranspiración Potencial (Eto)	mm/día	4.68	4.76	4.37	4.19	3.50	2.98	3.19	3.53	3.65	4.09	4.29	4.66
2. Kc cultivo		0.95	0.90	0.40	0.95	0.90	0.40	0.95	0.90	0.40	0.95	0.90	0.40
3. Evapotranspiración real	mm/día	4.45	4.28	1.75	3.98	3.15	1.19	3.03	3.18	1.46	3.89	3.86	1.86
4. Precipitación efectiva	mm/día	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. Déficit de humedad	mm/día	4.45	4.28	1.75	3.98	3.15	1.19	3.03	3.18	1.46	3.89	3.86	1.86
6. Eficiencia de riego	%	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
7. N° días al mes	Días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
8. Requerimiento de agua	mm/día	9.41	9.07	3.70	8.42	6.67	2.52	6.41	6.72	3.09	8.22	8.17	3.94
	m3/ha/día	94.10	90.67	36.99	84.24	66.67	25.23	64.14	67.24	30.90	82.23	81.71	39.45
	m3/ha/mes	2,916.95	2,538.67	1,146.84	2,527.30	2,066.67	756.83	1,988.26	2,084.38	926.98	2,549.22	2,451.43	1,222.94
9. Área total	ha	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
10. Volumen demandado	m3/mes	1,341.80	1,167.79	527.54	1,162.56	950.67	348.14	914.60	958.82	426.41	1,172.64	1,127.66	562.55
<b>DEMANDA TOTAL DE AGUA</b>												<b>10,661.17</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

**CUADRO N°30. DEMANDA DE AGUA CON PROYECTO PARA EL CULTIVO PALTO**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Evapotranspiración Potencial (Eto)	mm/día	4.68	4.76	4.37	4.19	3.50	2.98	3.19	3.53	3.65	4.09	4.29	4.66
2. Kc cultivo		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
3. Evapotranspiración real	mm/día	3.98	4.05	3.71	3.56	2.98	2.53	2.71	3.00	3.10	3.48	3.65	3.96
4. Precipitación efectiva	mm/día	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. Deficit de humedad	mm/día	3.98	4.05	3.71	3.56	2.98	2.53	2.71	3.00	3.10	3.48	3.65	3.96
6. Eficiencia de riego	%	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
7. N° días al mes	Días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
8. Requerimiento de agua	mm/día	4.42	4.50	4.13	3.96	3.31	2.81	3.01	3.33	3.45	3.86	4.05	4.40
	m3/ha/día	44.20	44.96	41.27	39.57	33.06	28.14	30.13	33.34	34.47	38.63	40.52	44.01
	m3/ha/mes	1,370.20	1,258.76	1,279.44	1,187.17	1,024.72	844.33	933.96	1,033.51	1,034.17	1,197.46	1,215.50	1,364.34
9. Área total	ha	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07
10. Volumen demandado	m3/mes	9,687.31	8,899.40	9,045.63	8,393.27	7,244.79	5,969.44	6,603.11	7,306.88	7,311.56	8,466.05	8,593.59	9,645.92
<b>DEMANDA TOTAL DE AGUA</b>												<b>97,166.94</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.6. ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico nos permitirá conocer la disponibilidad hídrica que se cuenta actualmente vs la demanda hídrica que necesita el cultivo de la palta Hass durante todo el año.

##### 4.6.1. Sin proyecto

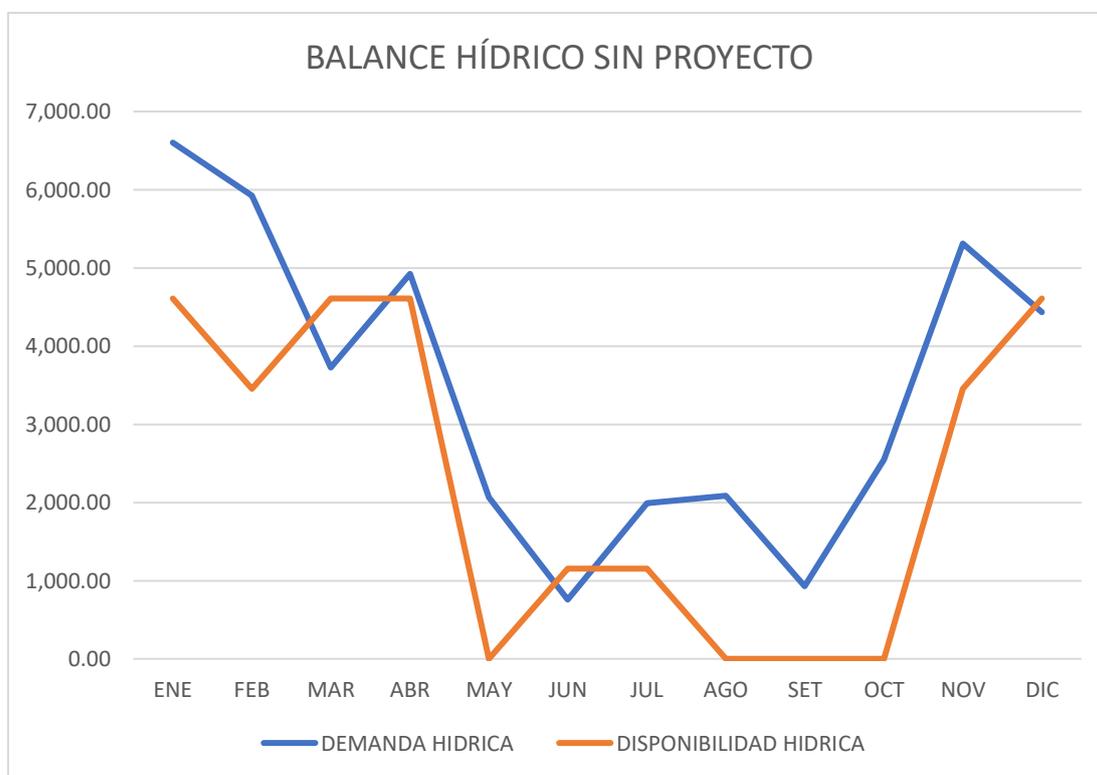
En esta etapa se desarrolló el análisis de la oferta y la demanda hídrica con la finalidad de conocer el comportamiento de la curva hídrica de los cultivos del arroz y alfalfa. Es necesario conocer Así mismo se planteó la mejor opción en el desarrollo de la tesis.

**CUADRO N°31. BALANCE HIDRICA SIN PROYECTO**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
DEMANDA HIDRICA	m3/ha/mes	6,601.52	5,923.56	3,727.22	4,921.59	2,066.67	756.83	1,988.26	2,084.38	926.98	2,549.22	5,311.43	4,433.16
DISPONIBILIDAD HIDRICA	m3/ha/mes	4,608.00	3,456.00	4,608.00	4,608.00	0.00	1,152.00	1,152.00	0.00	0.00	0.00	3,456.00	4,608.00
BALANCE	m3/ha/mes	-1,993.52	-2,467.56	880.78	-313.59	-2,066.67	395.17	-836.26	-2,084.38	-926.98	-2,549.22	-1,855.43	174.84

*Fuente: Elaboración propia*

**GRÁFICO N°01. BALANCE HIDRICO SIN PROYECTO**



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.6.2. Con proyecto

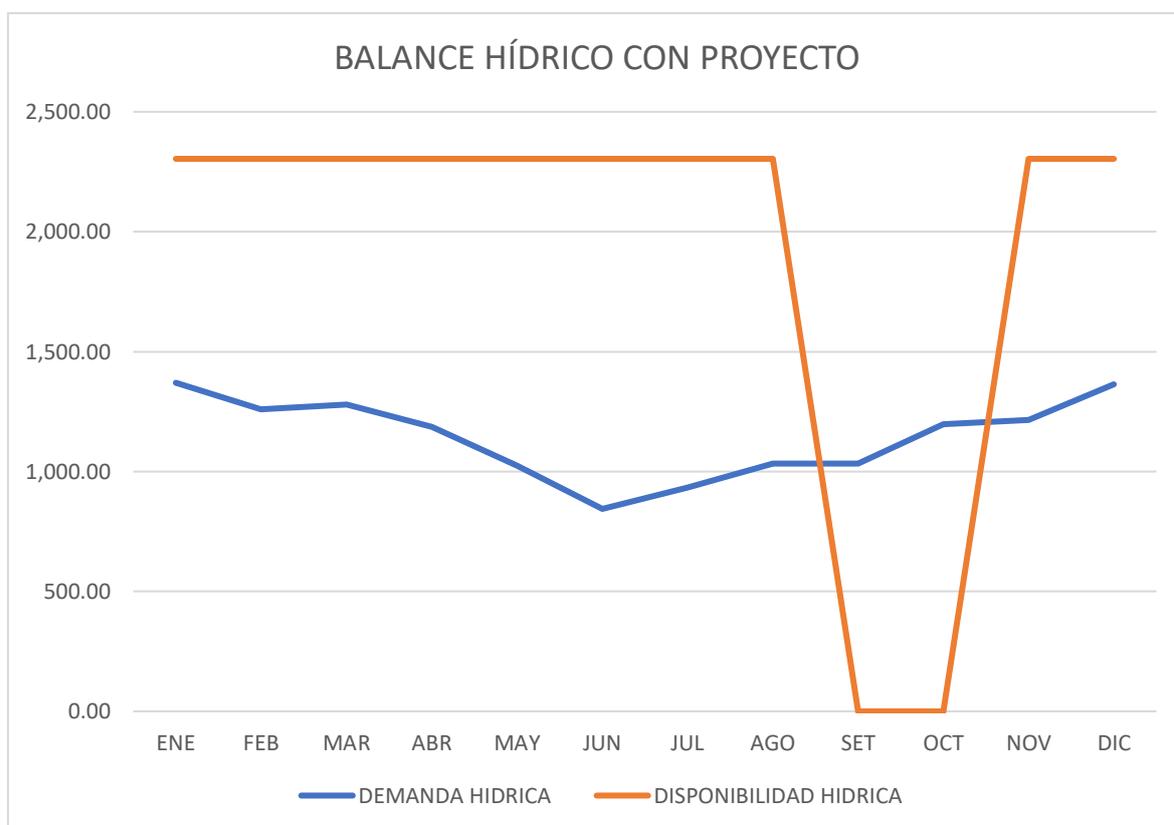
En esta etapa del proyecto se realizó el análisis de la disponibilidad hídrica vs la demanda hídrica para el cultivo de la palta Hass, dentro de este análisis se evaluó el consumo hídrico durante todo el año y se buscó la mejor opción para cubrir la demanda hídrica en los meses mantenimiento (setiembre y octubre) que la comisión de regantes de Monsefú brinda a las infraestructuras.

**CUADRO N°32. BALANCE HIDRICA CON CULTIVO**

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
DEMANDA HIDRICA	m3/ha/mes	1,370.20	1,258.76	1,279.44	1,187.17	1,024.72	844.33	933.96	1,033.51	1,034.17	1,197.46	1,215.50	1,364.34
DISPONIBILIDAD HIDRICA	m3/ha/mes	2,304.00	2,304.00	2,304.00	2,304.00	2,304.00	2,304.00	2,304.00	2,304.00	0.00	0.00	2,304.00	2,304.00
BALANCE	m3/ha/mes	933.80	1,045.24	1,024.56	1,116.83	1,279.28	1,459.67	1,370.04	1,270.49	-1,034.17	-1,197.46	1,088.50	939.66

*Fuente: Elaboración propia*

**GRÁFICO N°02. BALANCE HIDRICO CON CULTIVO**



*Fuente: Elaboración propia*

Se realizó el análisis de la demanda hídrica del cultivo de la palta Hass para el proyecto de tesis, en los meses de setiembre y octubre se tiene un consumo de 15,777.61m<sup>3</sup> para las 7.07 hectáreas. En los meses de mantenimiento la comisión de regantes de Monsefú no brinda agua por lo cual se debe construir un reservorio para el almacenamiento de 15,777.61m<sup>3</sup> y se debe llenar antes del inicio del periodo del mantenimiento. Construir un reservorio con la capacidad de 15,777.61m<sup>3</sup> para el proyecto resultaría muy costoso, por lo que se realizó cálculos para reducir la capacidad del reservorio sin afectar la demanda hídrica del cultivo de la palta Hass.

Para reducir la capacidad del reservorio se consideró la demanda máxima por día del cultivo de la palta Hass, teniendo el registro máximo en el mes de febrero con 318m<sup>3</sup>/día y para el cual se ha diseñado un reservorio de capacidad 2,300.00m<sup>3</sup> que abastecerá los 7 días de la semana. Con fines de un mantener el reservorio lleno todos los días, se repondrá el consumo de la noria cuyo caudal es 30l/s y en un tiempo de 3 horas.

Los cálculos de la distribución hídrica durante los meses de mantenimiento del canal serán de la siguiente manera:

### CUADRO N°33. ANÁLISIS DE CAPACIDAD RESERVORIO

Demanda hídrica mensual: 8,466.05m<sup>3</sup>

Capacidad de reservorio: 2,300.00 m<sup>3</sup>

PRIMER MES																														
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Demanda por día (m3/día)	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282
Horas de bombeo (30 l/s)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Horas de canal (160 l/s)	4																													
Vol. en reservorio (m3)	2304	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	
	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210

SEGUNDO MES																														
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Demanda por día (m3/día)	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282
Horas de bombeo (30 l/s)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Horas de canal (160 l/s)																														
Vol. en reservorio (m3)	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210
	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210

*Fuente: Elaboración propia*

## 4.7. DISEÑO AGRONÓMICO

### 4.7.1. Justificación

El diseño agronómico consiste en calcular todos los parámetros del cultivo de la palta Hass necesarios para que el sistema de riego por goteo sea capaz de suministrar con eficiencia el agua, es decir, se calculó la cantidad de agua que necesita el cultivo de la palta Hass para su desarrollo uniforme.

El primer paso del diseño agronómico es el cálculo del requerimiento hídrico del cultivo de la palta Hass, posteriormente se determinó los parámetros de dosis de riego, frecuencia, tiempo de riego, número de goteros y caudal de goteros.

### 4.7.2. Marco de plantación

En el proyecto de tesis se trabajó con un marco de plantación de 6m \* 4m, la dimensión fue seleccionada según el Boletín del INIA N°129. La selección de este marco de plantación es; la distancia de 4m es la separación entre las plantas y la finalidad es mantener el espacio entre las copas de las plantas, la separación de 6m es la separación entre los surcos y esta distancia es para el ingreso del tractor en la temporada de cosecha.

Las distancias que se aplicaran en las entre plantas e hileras son:

- Distancia entre plantas "SP" = 4.00 metros
- Distancia entre hileras "SH" = 6.00 metros

$$\text{MARCO DE PLANTACIÓN(m}^2\text{)} = S_p * S_h$$

$$\text{MP} = 4.00\text{m} * 6.00\text{m} = 24\text{m}^2$$

$$\text{DENSIDAD (planta / ha)} = 1\text{ha}/\text{MP}$$

$$\text{DENSIDAD} = \frac{10\,000\text{m}^2}{24\text{m}^2} = 417 \text{ plantas/ha}$$

### 4.7.3. Necesidades hídricas del cultivo

#### a. Cálculo de la evapotranspiración potencial (Eto)

La máxima evapotranspiración se da en el mes de febrero con un valor de 4.76mm/día.

#### b. Elección del coeficiente de cultivo (kc)

Para fines del proyecto de tesis utilizaremos el valor de 0.85.

#### c. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo (Etc)

$$Etc = Kc * Eto$$

$$Etc = 0.85 * 4.76mm/día = 4.05 mm/día$$

#### d. Efecto de Localización

Donde, A, corresponde al área sombreada y básicamente hace coincidir la superficie sombreada con la proyección sobre el terreno del perímetro de la cubierta vegetal, como sigue:

**A:** Fracción de área sombreada.

**φ:** Diámetro de la copa del árbol, 4m.

**a:** Espaciamiento entre plantas, 4m.

**b:** Espaciamiento de hileras de plantas, 6m.

$$A = \frac{\pi * \varphi^2 / 4}{a * b}$$

$$A = \frac{\pi * 4^2 / 4}{4 * 6} = 0.52$$

El coeficiente de localización (Kl), se reemplaza en las siguientes fórmulas:

- **ALJIBURY EtAl:**  $Kl = 1.34 A = 1.34(0.52) = 0.70$
- **DECROIX:**  $Kl = 0.1 + A = 0.1 + 0.52 = 0.62$
- **HOAERE EtAl:**  $Kl = A + 0.5(1 - A) = 0.52 + 0.5(1 - 0.52) = 0.76$
- **KELLER:**  $Kl = A + 0.15(1 - A) = 0.52 + 0.15(1 - 0.52) = 0.59$

Se eliminarán el valor mínimo y máximo (0.59 y 0.76); la media de los otros dos (0.70 y 0.62) es un **KI = 0.66**.

e. **Variación Climática (Kcl)**

Se adopta el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1,15 y 1,20. Para fines del proyecto se consideró un valor de Kcl = 1,20.

f. **Variación por advección (Ka)**

Se trabajó con la FIGURA N°01. VARIACIÓN POR ADVECCIÓN para la superficie del campo igual a 7.07 hectáreas a lo que corresponde valor de 0.90.

Se trabajó con el valor recomendado por INIA para la evapotranspiración que se encuentra entre los valores de 5.0mm/día y 6.5mm/día. En el proyecto de tesis se utilizó el valor de Etc: 6.0mm/día

Con los datos obtenidos se utilizó el valor de evapotranspiración real.

$$E_{trl} = E_{tc} * K_I * K_{cl} * K_a$$

$$E_{trl} = 6.00 * 0.66 * 1.20 * 0.9$$

$$E_{trl} = 4.28 \frac{mm}{día}$$

g. **Cálculo de las necesidades netas de riego (Nn)**

$$N_n = E_{Trl} - P_e - G_w - \Delta w$$

Se tuvo en cuenta la zona meteorológica y se tiene los valores de Pe = 0, Gw = 0 y Δw = 0. Por lo que se concluye que los valores de Nn es igual a Etrl con un valor de 4.28mm/día.

h. **Determinación de K**

- Eficiencia de aplicación: según los valores del CUADRO N°06. VALORES DE Ea EN CLIMAS ÁRIDOS donde se obtiene el valor de Ea: 0,95 por presentar una textura media y a una profundidad de raíces en los rangos de 0.75 – 1.50.

- Necesidades de lavado: con el valor obtenido del laboratorio de CE= 0.89mmhos/cm y reemplazando este dato en la FIGURA N°02. VALORES DE CEe (mmhos/cm) DE ACUERDO AL CULTIVO, se obtiene un valor de 2.5mmhos/cm.

$$LR = CEi/2CEe$$

$$LR = 0.89/(2 * 2.5) = 0.178$$

Donde tendremos:

$K = (1 - Ea) = (1 - 0.95) = 0.05$ , en caso de pérdidas por percolación.

$K = LR = 0.178$ , en el caso de lavado.

**i. Necesidades totales de riego (Nt)**

En el desarrollo del proyecto de tesis se trabajó con los valores siguientes:  $k=0.178$ ,  $CU= 0.90$  y  $Nn=4.28$ .

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) * CU}$$

$$Nt = \frac{4.28 \text{ mm/día}}{(1 - 0.178) * 0.90} = 5.79 \frac{\text{mm}}{\text{día}} = 5.79 \frac{\text{litros}}{\text{m}^2 \text{ día}}$$

- **Necesidades diarias por planta** (marco 6.00 x 4.00 m)

$$5.79 \frac{\text{mm}}{\text{día}} * 6.00 * 4.00 \frac{\text{m}^2}{\text{planta}} * \frac{1\text{m}}{1000 \text{ mm}} * \frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3} = 138.96 \frac{\text{litros}}{\text{planta} - \text{día}}$$

- **Caudal ficticio continuo**

$$5.79 \frac{\text{mm}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} * \frac{10\text{m}^3}{1\text{ha}} * \frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3} = 0.67 \frac{\text{litros}}{\text{s} - \text{ha}}$$

**j. Número de emisores por planta (e)**

Para el cálculo de los emisores por planta se trabajó con la formula del CUADRO N°08. FÓRMULAS PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO MOJADO DEL BULBO EN FUNCIÓN DE LA TEXTURA. El terreno de estudio es de textura media y el caudal del emisor es de 2 l/h.

$$D = 0.7 + 0.11 * q$$

$$D = 0.7 + 0.11 * 2 = 0.92m$$

Por lo tanto, el área mojada por un emisor.

$$Ame = \pi R^2$$

$$Ame = \pi \left( \frac{0.92}{2} \right)^2 = 0.665m^2$$

**k. Número de emisores por planta (Ne)**

Se utilizó el valor de porcentaje mínimo de superficie mojada para el cultivo de la palta Hass del 50%.

$$Ne > \frac{P * MP}{100 * Ame}$$

$$Ne > \frac{50 * 24}{100 * 0.67} = 18.05$$

Para mantener un número estándar de goteros, se utilizó el valor calculado de 18.05 equivalente a 18 goteros por planta.

Con los datos calculados se procederá a calcular el marco de riego (MR)

$$MR = \frac{S.lateral}{3} * distancia\ entre\ goteros$$

Se desconoce la distancia entre goteros y para fines del proyecto se empleará una regla de tres simples.

$$1\ planta\ tiene\ 18\ goteros \rightarrow MP = 24\ m^2$$

$$1\ gotero \rightarrow MR = 3.00\ m * Dist.\ entre\ goteros$$

$$1\ gotero * 24\ m^2 = 18\ goteros * 3m * Dist.\ entre\ goteros$$

$$Dis.\ entre\ goteros = 0.40\ m$$

Dentro del catálogo de los goteros Netafim no se cuenta con una separación de goteros de 0.44m según el cálculo realizado, por el cual se optó por el gotero de 0.4m que es una medida comercial.

### **I. Tiempo de riego por turno**

Se calculó el tiempo de riego por turno para aplicar los 5.79 litros/m<sup>2</sup> al día (valores de necesidades totales), es preciso conocer el número de emisores por metro cuadrado que hay en la instalación.

$$\mathbf{Ne \text{ por } m^2 = \frac{1}{\text{Dist. entre emisores}(m) * \text{Dist. entre laterales}(m)}}$$

$$\mathbf{Ne \text{ por } m^2 = \frac{1}{0.44 \text{ m} * 3 \text{ m}} \rightarrow 0.758 \text{ emisores}/m^2}$$

En cuanto al Intervalo de riego (I), es generalmente la variable menos rígida y por tanto se puede modificar. En general se diseñó con I = 1 como mínimo, aunque I < 1, es decir, más de un riego diario, por lo cual se exige que la instalación se automatice.

En nuestro caso se considera el intervalo de riego de 1 día, es decir, se regará todos los días.

$$\mathbf{t = \frac{Nt * I * 60}{N^{\circ} \text{ emisores por } m^2 * q}}$$

$$\mathbf{t = \frac{5.79 \frac{\text{litro}}{m^2 \text{ día}} * 1 * 60}{0.758 \frac{\text{emisor}}{m^2} * 2 \frac{\text{litro}}{\text{hora}}}}$$

$$\mathbf{t = 229.156 \text{ min} \cong 230 \text{ min}}$$

Tenemos un cálculo de 230 minutos aproximadamente según las fórmulas y son equivalente a 3 horas 50 minutos.

### **m. Número de turnos de riego**

Se trabajó con tu tiempo disponible de 8 horas.

$$\mathbf{N^{\circ} \text{ Unidades de riego} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo de riego}}}$$

$$\mathbf{N^{\circ} \text{ Unidades de riego} = \frac{8}{3.83} = 2.09}$$

$$\mathbf{\text{Tiempo de riego} = 3.83 * 2.09 = 8.00 \text{ horas}}$$

Según los cálculos se considera 2 turnos de riego.

**n. Dosis de riego**

Con los datos de tiempo de riego y de caudal, se determina la dosis de riego.

$$D = t(h) * q \left( \frac{l}{h} \right)$$

$$D = 229.156 \text{ min} \frac{1h}{60 \text{ min}} * 2 \frac{\text{litro}}{h} = 7.639 \text{ litros}$$

**o. Área de unidad de riego**

Para hallar el área de la unidad de riego se empleará la fórmula:

$$\text{Area de Unidad de riego} = \frac{\text{Area total}}{\text{N}^\circ \text{ de turnos de riego}}$$

$$\text{Area de Unidad de riego} = \frac{7.07}{2.09} = 3.38 \text{ ha}$$

**p. Caudal del sistema**

Es necesario conocer el caudal disponible y emplearlo en el proyecto de tesis.

$$Q \text{ sistema } (l/s) = \frac{2.79 \times A \times Lnr}{\text{Tiempo disponible (horas)}}$$

$$Q \text{ sistema } \left( \frac{l}{s} \right) = \frac{2.79 * 7.07 * 5.79}{8} = 14.28 \text{ l/s}$$

Según los cálculos realizados se trabajó con la manguera de riego de NETAFIM DripNet PC™ 16250 con caudal de 2l/h@0.40m.

#### 4.7.4. Cuadro resumen del diseño agronómico

**CUADRO N°34. PARÁMETROS DE DISEÑO AGRONÓMICO**

DESCRIPCION	UNIDAD	
Cultivo Principal		PALTA HASS
Tiempo máximo de Bombeo	horas/día	8
Eto en mes de máxima demanda	mm/día	4.76
Kc en mes de máxima demanda		0.85
Etc máxima	mm/día	4.05
Precipitación efectiva	mm/día	0.00
Deficiencia de humedad		4.05
Emisor (Gotero integrado)		GOTERO AUTOCOMPENSADO DE 2.00 LHP @ 0.40
Eficiencia	%	0.90
Requerimiento de agua	(mm/día)	4.50
Dist. entre laterales	m	6.00
Dist. entre plantas	m	4.00
Dist. entre goteros	m	0.40
Nº de laterales	Nº	2.00
Q emisor	lph	2.00
Precipitación horaria del sistema (pph)	mm/hr	1.67
	m3/hr/ha	16.67
Tiempo de riego por turno	horas/día	3.83
Nº Turnos	Nº	2.09
Nº Turnos optado por redondeo		2.00
Área del proyecto	ha	7.07
Área promedio por turno	Has	3.54
Capacidad del sistema	lps	14.28
	m3/hr/ha	51.41
Relieve		Pendiente suave
Fuente de agua		CANAL Y POZO
Tipo de riego a emplear		Goteo
Mes de máxima demanda		Febrero
Q emisor/ml	lph	2.00
Área neta para instalar	has	7.07
Presión mínima del emisor	mca	4.00
Presión máxima del emisor	mca	30.00
Desnivel topográfico	m	(-1, +1)

*Fuente: Elaboración propia*

## 4.8. DISEÑO HIDRÁULICO

### 4.8.1. Cálculo de tolerancia de caudales y presiones

Con la fórmula de CU se halló el caudal mínimo del emisor ( $q_{ns}$ ) y el valor de CU de 90%.

$$CU = \left(1 - \frac{1,27CV}{\sqrt{e}}\right) \frac{q_{ns}}{q_a}$$

Siendo:

CV: el coeficiente de variación del emisor, según fabricante 0.03.

e: el número de emisores  $m^2$ :  $1 \text{ m}^2 / (0.40 \text{ m} * 3.00 \text{ m}) = 0.833$  goteros, si el resultado de gotero es menor a 1, el valor de  $e=1$  (Fuente: Riego localizado, ing. Agri. Raquel Hayashi).

$q_{ns}$ : caudal mínimo del emisor que corresponde a la presión mínima.

$q_a$ : caudal medio de todos los emisores considerados =  $2l/h$ .

$$0.90 = \left(1 - \frac{1,27 * 0.03}{\sqrt{1}}\right) \frac{q_{ns}}{2}$$

$$q_{ns} = 1.23l/h$$

Con la fórmula:  $q = kh^x$ ; despejamos el valor de "h" y obtenemos la siguiente

fórmula:  $h = \left(\frac{q}{k}\right)^{\frac{1}{x}}$  con la finalidad de hallar la presión nominal y mínima,

donde:

q: caudal del gotero (l/h)

k: constante del gotero 2.0

x: exponente del gotero 0

Como se indica en la ficha técnica del fabricante, el valor del exponente es 0, por lo tanto, la tolerancia de presiones es nula.

El gotero que se empleó en el proyecto de tesis es un gotero auto compensado y según la ficha técnica del fabricante indica que la manguera se podrá usar a una distancia máxima de 182 metros lineales y una presión mínima de 0.4 a 3.0 bares.

#### 4.8.2. Diseño de matrices y subunidades de riego

Para el diseño del sistema de riego se empleó una red matriz que abaste los 2 turnos de riego y la división se realiza de la siguiente manera:

**CUADRO N°35. TURNOS DE RIEGO DEL TERRENO DE ESTUDIO**

TURNO No.	AREA POR TURNO - HA
1	3.42
2	3.65
<b>TOTAL</b>	<b>7.07</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Al realizar los cálculos hidráulicos para sectorizar el terreno en parcelas con la finalidad de ser comandadas por válvulas de riego. Cada válvula debe ser seleccionada según el caudal que abastecerá a cada hectárea con la finalidad de obtener el óptimo funcionamiento y calcular las subunidades de riego.

**CUADRO N°36. DISTRIBUCIÓN DE VÁLVULAS DE RIEGO**

TURNO No.	VALVULA No.	AREA POR VALVULA - HA	AREA POR TURNO - HA
1	1	0.55	3.42
	2	0.26	
	3	0.51	
	4	0.67	
	5	0.25	
	6	0.91	
	7	0.27	
2	8	0.49	3.65
	9	0.91	
	10	0.34	
	11	0.91	
	12	0.34	
	13	0.48	
	14	0.17	
<b>TOTAL</b>			<b>7.07</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 4.8.3. Cálculo de laterales de riego

Para el cálculo de los laterales de riego es necesario conocer las características del emisor (gotero de la manguera) y en esta ocasión se trabajará con la ficha técnica del fabricante.

**CUADRO N°37. CAUDAL Y PRESIÓN DEL GOTERO**

CAUDAL NOMINAL (L/H)	RANGO DE PRESION DE TRABAJO (BAR)	DIMENSIONES DE PASOS DE AGUA ESPESOR - PROFUNDIDAD - LONGITUD (MM * MM * MM)	ÁREA DE FILTRACIÓN (MM <sup>2</sup> )	CONSTANTE K	EXPONENTE *X
0.6	0.4 - 2.5	0.52 * 0.60 * 22	39	0.6	0
1.0	0.4 - 2.5	0.61 * 0.60 * 8	39	1.0	0
1.6	0.4 - 2.5	0.76 * 0.73 * 8	39	1.6	0
2.0	0.4-3.0	0.76 * 0.85 * 8	39	2.0	0
3.0	0.4-3.0	1.02 * 0.88 * 8	39	3.0	0
3.8	0.4-3.0	1.02 * 0.88 * 8	39	3.8	0

\* Dentro del rango de trabajo

*Fuente: Catálogo DRIPNET PC – Netafim*

**CUADRO N°38. DATOS TÉCNICOS DE LAS TUBERÍAS DEL GOTERO**

MODELO	DIÁMETRO INTERNO (MM)	ESPESOR DE LA PARED (MM)	DIÁMETRO EXTERNO (MM)	MÁXIMA PRESIÓN DE TRABAJO (BAR)	KD
16250	15.40	0.63	16.66	2.0	0.4
16200	15.60	0.50	16.60	1.8	0.4
16150	16.20	0.38	16.96	1.8	0.4
16125	16.20	0.31	16.82	1.4	0.4

*Fuente: Catálogo DRIPNET PC – Netafim*

**CUADRO N°39. DATOS DE DESEMPEÑO DE LA MANGUERA**

CAUDAL (L/H)	ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS (M)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.6	126	229	318	397	471	538	602	662	720	775
1.0	90	164	228	286	338	387	433	477	518	559
1.6	66	121	168	210	250	286	320	353	383	413
2.0	57	104	145	182	216	248	277	306	332	358
3.0	44	80	112	140	167	191	214	235	257	276
3.8	34	69	96	120	143	164	183	202	221	237

\* Calculado en un área plana

\*\* Mínima presión considerada: 0.4 bar

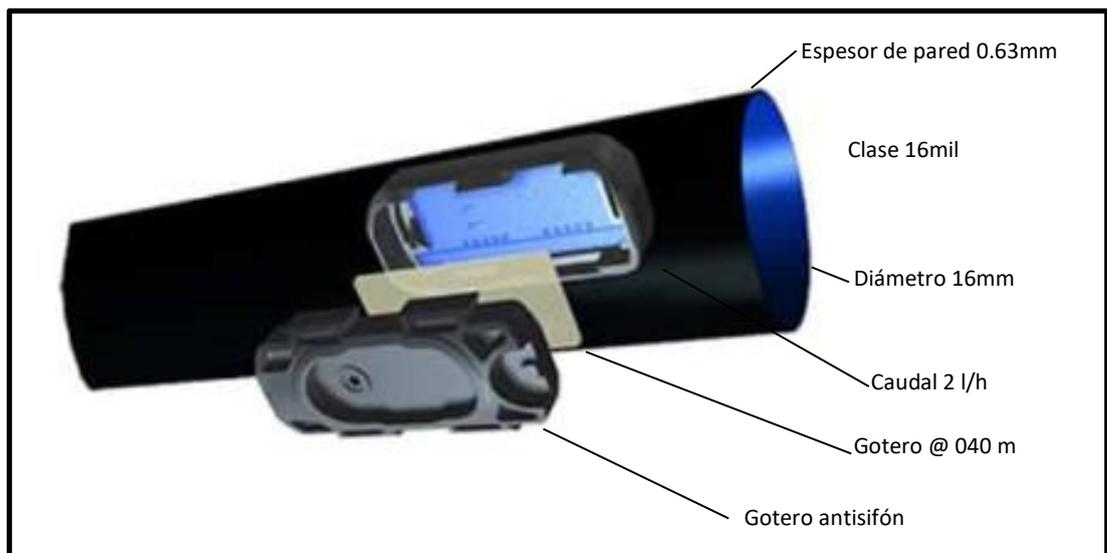
*Fuente: Catálogo DRIPNET PC – Netafim*

La descripción de la manguera es DripNet PCTM 16250 – I.D. 15.4 mm – Kd 0.40 – con presión de entrada 2.0 bar. Para el desarrollo de la tesis se trabajó con una longitud de 80.00 metros lineales, la longitud seleccionada está en el rango según los datos del fabricante.

Los parámetros de la manguera seleccionada son:

- **Descripción de la manguera:** DripNet PCTM 16250 – I.D. 15.4 mm – Kd 0.40 – Presión de entrada 2.0 bar.
- **Gotero:** Auto-compensado
- **Líneas por lateral:** 2 laterales de riego clase 16 mil @ 0.40 metros.
- **Caudal:** 2 l/h
- **Longitud de la porta lateral:** 80 metros lineales.

**FIGURA N°04. GOTERO NETAFIM**



*Fuente: Catálogo NETAFIM*

#### 4.8.4. Selección de válvula de riego de campo

La selección de la válvula de campo depende del caudal en función a las hectáreas que se proyecta regar de cada lote. Se trabajó con las válvulas de la marca DOROT serie 75 y el caudal varía según las dimensiones de cada lote.

### CUADRO N°40. PERFORMANCE DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS - SERIE 75

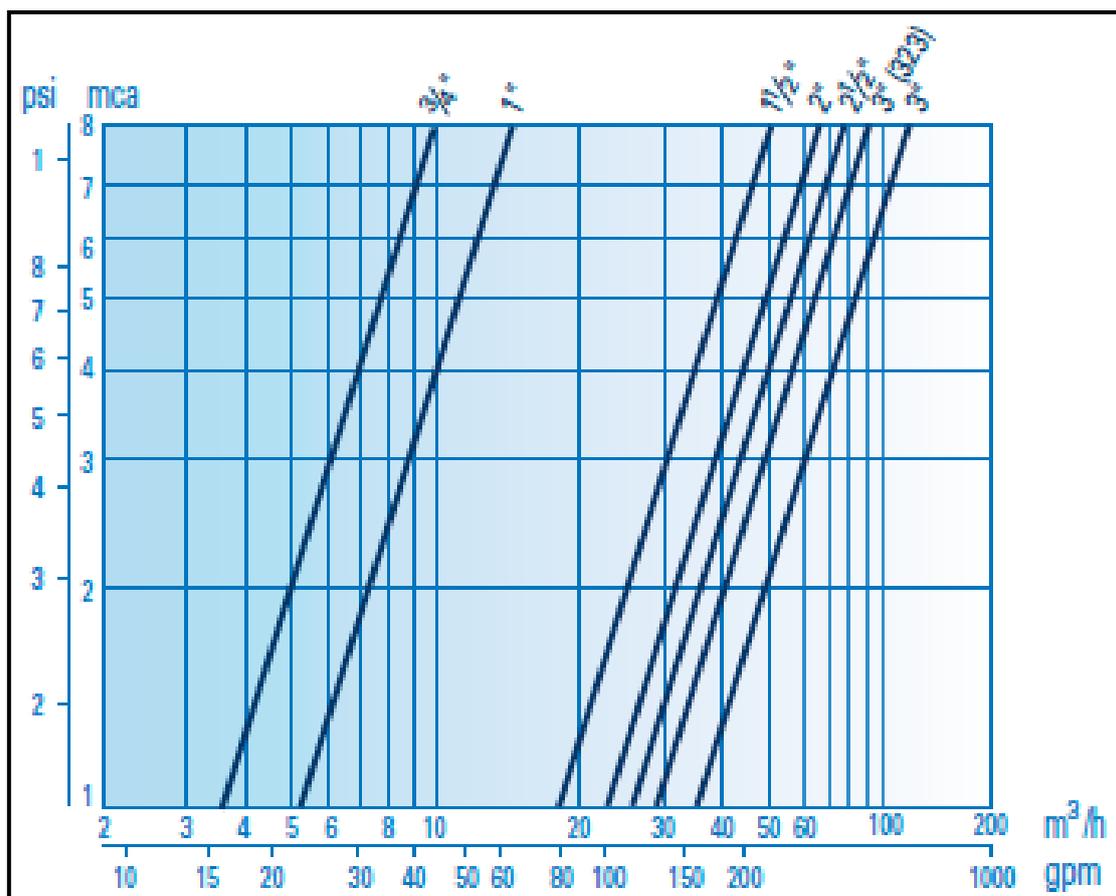
Tamaño de válvula		mm	20	25	35	50	65	80LF	80	100
		Pulg.	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	323	3	4
Flujo max. Continuo		m3/hr	6	10	25	40	65	90	145	145
		gpm	26	44	110	176	285	396	640	640
Flujo mínimo		m3/hr	<1							
		gpm	<5							
Factor de flujo	Kv (métrico)	m3/hr@1 bar	7.5	15	60	71	79	90	120	120
	Cv (EE.UU.)	gpm@1 psi	9	17.5	70	82	92	92	140	140
Rango de presión		mca	9* - 80		7* - 100			4 - 100		
		psi	13* - 115		10* - 150			6 - 145		

\* Diafragmas de baja presión - presión de apertura mínima: 3/4" - 1": 6 mca / 9 psi

1 1/2" - 3": 3.5 mca / 5 psi

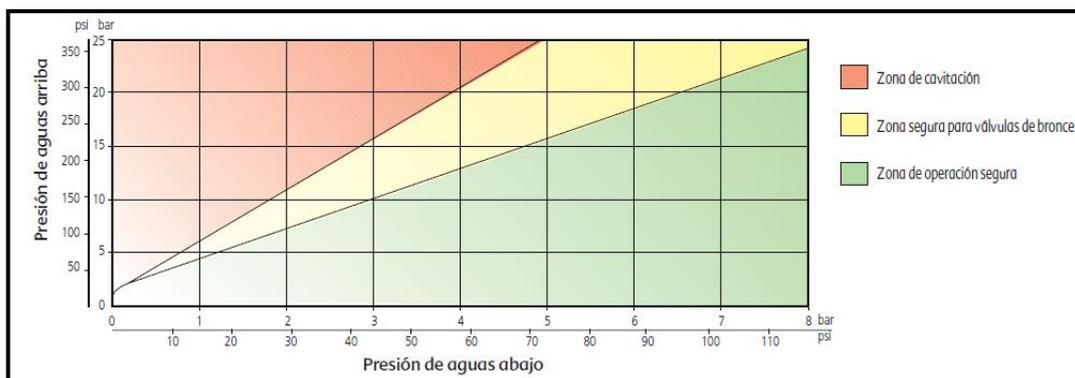
**Fuente:** Catálogo DOROT – Serie 75

### GRÁFICO N°03. PÉRDIDAS DE CARGA EN VÁLVULAS – SERIE 75



**Fuente:** Catálogo DOROT – Serie 75

**FIGURA N°05. DETALLES DE CAVITACIÓN**



*Fuente: Catálogo DOROT – Serie 75*

Se calculó los caudales de cada lote con la finalidad de seleccionar las válvulas de riego que van en función a las hectáreas y la capacidad de riego. Para la selección de las válvulas se debe conocer lo siguiente:

- **Caudal del gotero:** 2 l/h
- **Distancia de gotero:** 0.40 metros
- **Distancia entre laterales:** 3.00 metros (distancia real 6.00metros).

**CUADRO N°41. CÁLCULO DE ÁREAS Y CAUDALES**

TURNO No.	VALVULA No.	AREA VAL-HA	AREA TUR-HA	CAPACIDAD DE RIEGO	CAUDAL POR VALVULA		VALVULA DIA-PULG	CAUDAL POR TURNO	
					M3/HR	LPS		M3/HR	LPS
1	1	0.55	3.42	16.67	9.20	2.56	1.5	57.07	15.85
	2	0.26		16.67	4.33	1.20	1.5		
	3	0.51		16.67	8.45	2.35	1.5		
	4	0.67		16.67	11.11	3.09	1.5		
	5	0.25		16.67	4.21	1.17	1.5		
	6	0.91		16.67	15.20	4.22	1.5		
	7	0.27		16.67	4.57	1.27	1.5		
2	8	0.49	3.65	16.67	8.19	2.27	1.5	60.77	16.88
	9	0.91		16.67	15.20	4.22	1.5		
	10	0.34		16.67	5.64	1.57	1.5		
	11	0.91		16.67	15.20	4.22	1.5		
	12	0.34		16.67	5.70	1.58	1.5		
	13	0.48		16.67	8.02	2.23	1.5		
	14	0.17		16.67	2.82	0.78	1.5		
<b>TOTAL</b>		<b>7.07</b>					<b>VALVES</b>	<b>14</b>	<b>117.83</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Con el cálculo del diámetro de las válvulas de cada lote y con la ayuda del GRÁFICO N°03. PÉRDIDAS DE CARGA EN VÁLVULAS – SERIE 75, se calculó las pérdidas de carga de cada válvula en función al caudal.

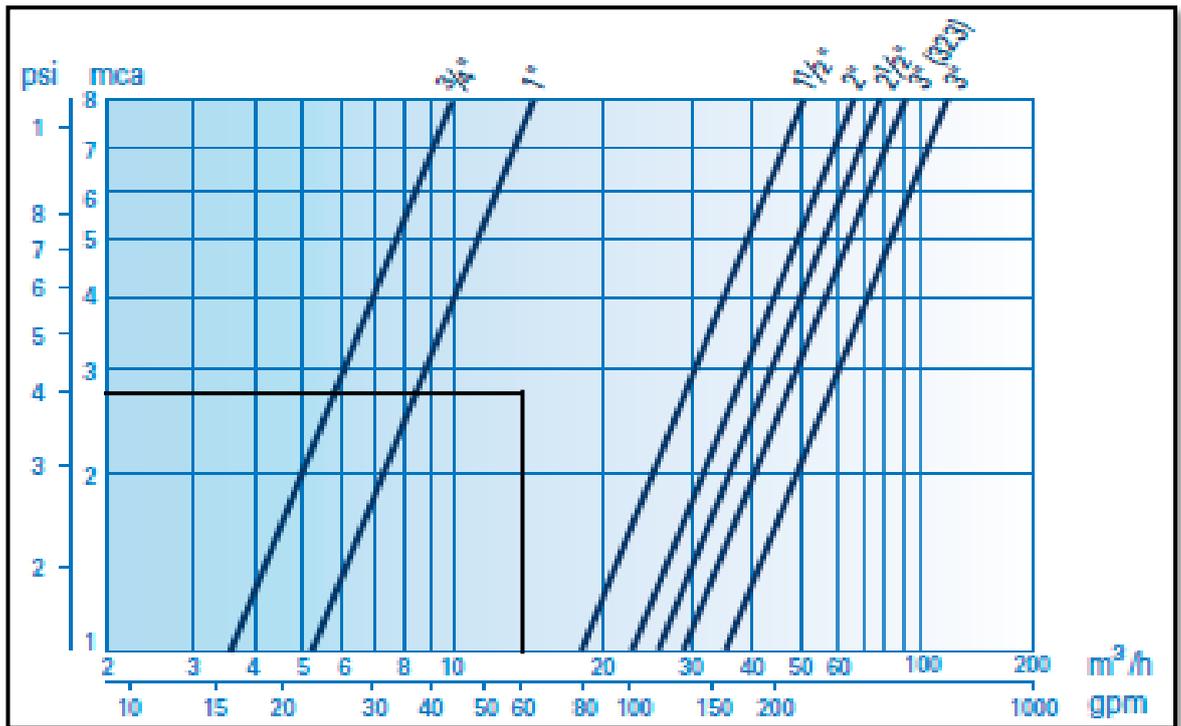
**CUADRO N°42. PÉRDIDAS DE CARGA DE CADA VÁLVULA**

TURNO No.	VÁLVULA No.	CAUDAL POR VALVULA M3/HR	VALVULA DIAM PULG	PÉRDIDAS DE CARGA (MCA)
1	1	9.2	1.5	0.0
	2	4.33	1.5	0.0
	3	8.45	1.5	0.0
	4	11.11	1.5	0.0
	5	4.21	1.5	0.0
	6	15.2	1.5	0.0
	7	4.57	1.5	0.0
2	8	8.19	1.5	0.0
	9	15.2	1.5	0.0
	10	5.64	1.5	0.0
	11	15.2	1.5	0.0
	12	5.7	1.5	0.0
	13	8.02	1.5	0.0
	14	2.82	1.5	0.0

*Fuente: Elaboración propia*

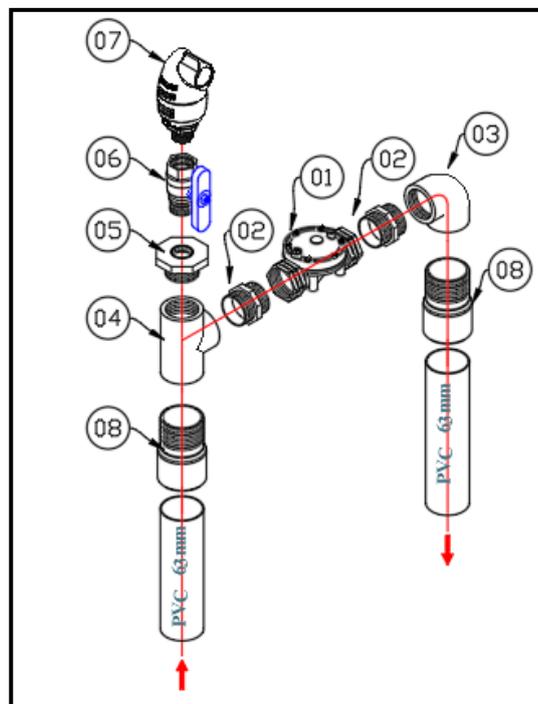
Las pérdidas de carga para el diseño hacen un total de 0.0mca, valor que se va a tener en cuenta en el diseño antes de operar el sistema.

**GRÁFICO N°04. INTERPOLACIÓN DE CAUDALES Y DIÁMETRO DE VÁLVULAS DE CAMPO – SERIE 75**



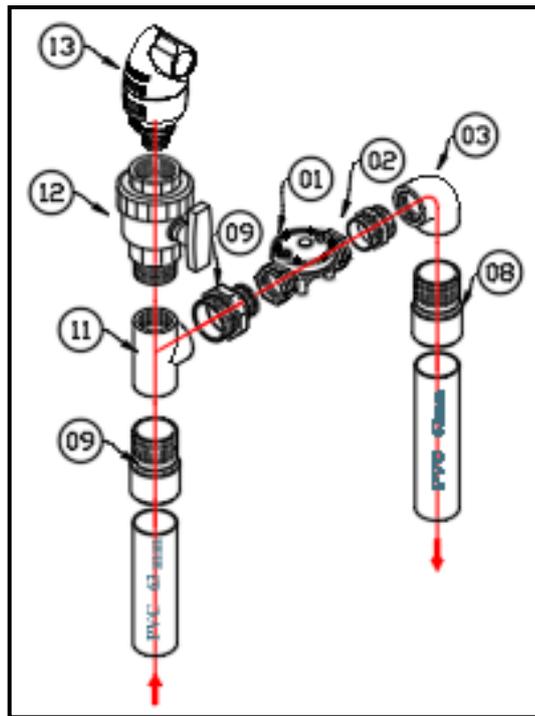
*Fuente: Catálogo DOROT – Serie 75*

**FIGURA N°06. ARCO 1.5 S75 + AIRE 1''**



*Fuente: Elaboración propia*

**FIGURA N°07. ARCO 1.5 S75 + AIRE 2”**



*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.8.5. Cálculo de redes hidráulicas**

Cuando el agua pasa de una situación estática a una dinámica, pierde energía por fricción o rozamiento del agua contra la superficie de la tubería y esto se llama pérdida de carga.

Por muy lisas que pueden parecer las tuberías, estas tienen un coeficiente de fricción (C) adimensional que ocasionan la pérdida de carga, el coeficiente planteado por Hazen y Williams:

### CUADRO N°43. COEFICIENTE HAZEN Y WILLIAMS PARA RUGOSIDAD

Material	C
Asbesto cemento	140
Latón	130-140
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido nuevo	130
Hierro fundido, 10 años	107-113
Hierro fundido, 20 años	89-100
Hierro fundido, 30 años	75-90
Hierro fundido, 40 años	64-83
Concreto	120-140
Cobre	130-140
Hierro dúctil	120
Hierro galvanizado	120
Vidrio	140
Plomo	130-140
Plástico (PE, PVC)	140-150
Tubería lisa nueva	140
Acero nuevo	140-150
Acero	130
Acero rolado	110
Lata	130
Madera	120
Hormigón	120-140

*Fuente: Dpto. de Ing. Hidráulica, Centro de Investigaciones Hidráulicas.*

Las pérdidas de carga por fricción dependerán básicamente:

- **La velocidad:** A mayor velocidad, mayor pérdida de carga por fricción.
- **La longitud:** Mientras más largo sea el recorrido de la tubería, se incrementa las pérdidas de rozamiento.
- **El diámetro:** A menor diámetro de tubería mayor pérdida por rozamiento.
- **El material:** Cada material tiene diferentes rugosidades.

A lo largo de una conducción hidráulica con frecuencia es necesario una serie de dispositivos y mecanismos de seguridad, los cuales ocasionan cambios bruscos en la velocidad y la dirección del agua provocando pérdidas de energía adicionales a las generadas por el rozamiento.

Fórmula de Pérdida de carga de Hazen y Williams

$$H_f = 1.31 * 10^9 * L * \left( \frac{Q^{1.582}}{C^{1.852}} \right) * \left( \frac{1}{D^{4.871}} \right)$$

$$J(\%) = 1.31 * 10^9 * 100 * \left( \frac{Q^{1.582}}{C^{1.852}} \right) * \left( \frac{1}{D^{4.871}} \right)$$

Donde:

Hf: Pérdida de carga (mca ó mts)

L: Longitud (mts)

Q: Caudal (m3/hr)

C: Coeficiente de rugosidad.

D: Diámetro de la tubería (mm)

Con la fórmula se halló el diámetro de la red principal y las redes secundarias. La selección de la tubería PVC depende según el caudal que se traslada de la caseta hasta los puntos de válvula. Los puntos de válvula se consideran en el diseño hidráulico y se emplea la siguiente fórmula:

$$Q = v * \frac{\pi D^2}{4}$$

**CUADRO N°44. DIÁMETRO SEGÚN CAUDAL Y VELOCIDAD C-5**

CAUDAL m3/hr	Q-lps	VELOCIDAD m/s	DIAM. NOM mm	C-5	
				DIAM.INT REAL (mm)	ESPESOR (mm)
17.19	4.77	1.7	63	59.80	1.60
24.37	6.77	1.7	75	71.20	1.90
35.22	9.78	1.7	90	85.60	2.20
52.59	14.61	1.7	110	104.60	2.70
85.02	23.62	1.7	140	133.00	3.50
111.05	30.85	1.7	160	152.00	4.00
173.89	48.30	1.7	200	190.20	4.90
271.35	75.38	1.7	250	237.60	6.20
431.45	119.85	1.7	315	299.60	7.70
547.83	152.18	1.7	355	337.60	8.70
695.54	193.21	1.7	400	380.40	9.80
880.50	244.58	1.7	450	428.00	11.00
1,086.33	301.76	1.7	500	475.40	12.30
1,725.78	479.38	1.7	630	599.20	15.40

**Fuente:** Manual tubos y conexiones – Tigre.

#### CUADRO N°4. DIÁMETRO SEGÚN CAUDAL Y VELOCIDAD C-7.5

CAUDAL m3/hr	Q-lps	VELOCIDAD m/s	DIAM. NOM mm	C-7.5	
				DIAM.INT REAL (mm)	ESPESOR (mm)
5.72	1.59	1.7	1.5"	34.50	1.80
16.39	4.55	1.7	63	58.40	2.30
23.15	6.43	1.7	75	69.40	2.80
33.43	9.29	1.7	90	83.40	3.30
50.01	13.89	1.7	110	102.00	4.00
81.23	22.56	1.7	140	130.00	5.10
105.85	29.40	1.7	160	148.40	5.80
165.22	45.89	1.7	200	185.40	7.30
258.27	71.74	1.7	250	231.80	9.10
410.40	114.00	1.7	315	292.20	11.40
520.91	144.70	1.7	355	329.20	12.90
661.59	183.78	1.7	400	371.00	14.50
837.43	232.62	1.7	450	417.40	16.30
1,033.96	287.21	1.7	500	463.80	18.10
1,641.58	456.00	1.7	630	584.40	22.80

Fuente: Manual tubos y conexiones – Tigre.

#### CUADRO N°46. DIÁMETRO SEGÚN CAUDAL Y VELOCIDAD C-10

CAUDAL m3/hr	Q-lps	VELOCIDAD m/s	DIAM. NOM mm	C-10	
				DIAM.INT REAL (mm)	ESPESOR (mm)
0.40	0.11	1.7	1/2"	9.10	1.80
1.15	0.32	1.7	3/4"	15.45	1.80
2.28	0.63	1.7	1"	21.80	1.80
5.39	1.50	1.7	1.5"	33.50	2.30
15.62	4.34	1.7	63	57.00	3.00
22.10	6.14	1.7	75	67.80	3.60
31.85	8.85	1.7	90	81.40	4.30
47.49	13.19	1.7	110	99.40	5.30
77.04	21.40	1.7	140	126.60	6.70
100.50	27.92	1.7	160	144.60	7.70
157.12	43.65	1.7	200	180.80	9.60
245.94	68.32	1.7	250	226.20	11.90
390.42	108.45	1.7	315	285.00	15.00
495.90	137.75	1.7	355	321.20	16.90
629.19	174.77	1.7	400	361.80	19.10
796.22	221.17	1.7	450	407.00	21.50
982.89	273.02	1.7	500	452.20	23.90
1,561.68	433.80	1.7	630	570.00	30.00

Fuente: Manual tubos y conexiones – Tigre.

Se trabajó con la fórmula de HAZEN Y WILLIAMS para hallar las pérdidas de carga por fricción en las tuberías de PVC. Los rangos se detallan en el CUADRO N°48. RANGO DE VELOCIDADES EN TUBERÍAS.

**CUADRO N°47. RANGO DE VELOCIDADES EN TUBERÍAS**

<b>MATRIZ PVC</b>	1 - 2	m/s
<b>DIVISORA PVC</b>	1 - 2.5	m/s
<b>MANIFOLD FE</b>	3	m/s
<b>SUCCIÓN (-)</b>	1.5	m/s
<b>SUCCIÓN (+)</b>	2	m/s

*Fuente: Elaboración propia*

Como parte del diseño hidráulico es necesario considerar los caminos internos con la finalidad de la circulación de los tractores en la temporada de la cosecha, la circulación de los vehículos internos para a supervisión de la instalación, operación y mantenimiento del sistema de riego tecnificado.

Se considera tres caminos internos en el desarrollo del proyecto de tesis y para el cálculo de dimensiones de las matrices se procederá a nombrar con las letras del abecedario del punto de partida que será en la caseta de control, puntos de tees y puntos de válvulas hidráulicas, los cuales se nombrarán partiendo de la letra A hasta la L en el plano del diseño hidráulico.

Para el desarrollo de la presente tesis se ha realizado cálculos en 4 tramos:

- El primer tramo comprende las letras A, B, C y D.
- El segundo tramo comprende las letras A, B, E, F y G.
- El tercer tramo comprende las letras A, B, E, F, H e I.
- El cuarto tramo comprende las letras A, B, E, F, H, J, K y L.

**CUADRO N°48. PRIMER TRAMO DE CÁLCULO HIDRÁULICO**

TRAMO	CAUDAL (m3/hr)	LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAM. NOM.	C	F	VEL (m/s)	HFRICCIÓN (m)	COTA msnm	DIF. COTA (m)	DIF.PRES (m)	P MANOM
A	CABEZAL								20.25		SALE CABEZAL	20.06
A-B	117.83	28	152.0	160.0	150	1	1.80	0.48	20.25	0.00	0.48	19.58
B-C	33.09	104	85.6	90.0	150	1	1.60	2.78	20.25	0.00	2.78	16.81
C-D	13.53	96	59.8	63.0	150	1	1.34	2.81	20.25	0.00	2.81	14.00
		228						SUBTOTAL	6.06		0.00	OK

*Fuente: Elaboración propia*

**CUADRO N°49. SEGUNDO TRAMO DE CÁLCULO HIDRÁULICO**

TRAMO	CAUDAL (m3/hr)	LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAM. NOM.	C	F	VEL (m/s)	HFRICCIÓN (m)	COTA msnm	DIF. COTA (m)	DIF.PRES (m)	P MANOM
A	CABEZAL								20.25		SALE CABEZAL	15.81
A-B	117.83	28	152.0	160.0	150	1	1.80	0.48	20.25	0.00	0.48	15.33
B-E	84.74	4	152.0	160.0	150	1	1.30	0.04	20.25	0.00	0.04	15.29
E-F	65.33	68	133.0	140.0	150	1	1.31	0.75	20.25	0.00	0.75	14.54
F-G	8.19	110	71.2	75.0	150	1	0.57	0.54	20.25	0.00	0.54	14.00
		210						SUBTOTAL	1.81		0.00	OK

*Fuente: Elaboración propia*

**CUADRO N°50. TERCER TRAMO DE CÁLCULO HIDRÁULICO**

TRAMO	CAUDAL (m3/hr)	LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAM. NOM.	C	F	VEL (m/s)	HFRICCIÓN (m)	COTA msnm	DIF. COTA (m)	DIF.PRES (m)	P MANOM
A	CABEZAL								20.25		SALE CABEZAL	17.39
A-B	117.83	28	152.0	160.0	150	1	1.80	0.48	20.25	0.00	0.48	16.91
B-E	84.74	4	152.0	160.0	150	1	1.30	0.04	20.25	0.00	0.04	16.87
E-F	65.33	68	133.0	140.0	150	1	1.31	0.75	20.25	0.00	0.75	16.12
F-H	54.14	84	104.6	110.0	150	1	1.75	2.10	20.00	0.25	1.85	14.27
H-I	4.57	69	59.8	63.0	150	1	0.45	0.27	20.00	0.00	0.27	14.00
		253						SUBTOTAL	1.27		0.00	OK

*Fuente: Elaboración propia*

**CUADRO N°51. CUARTO TRAMO DE CÁLCULO HIDRÁULICO**

TRAMO	CAUDAL (m3/hr)	LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAM. NOM.	C	F	VEL (m/s)	HFRICCIÓN (m)	COTA msnm	DIF. COTA (m)	DIF.PRES (m)	P MANOM
A	CABEZAL								20.25		SALE CABEZAL	21.76
A-B	117.83	28	152.0	160.0	150	1	1.80	0.48	20.25	0.00	0.48	21.28
B-E	84.74	4	152.0	160.0	150	1	1.30	0.04	20.25	0.00	0.04	21.24
E-F	65.33	68	133.0	140.0	150	1	1.31	0.75	20.25	0.00	0.75	20.49
F-H	54.14	84	104.6	110.0	150	1	1.75	2.10	20.00	0.25	1.85	18.64
H-J	52.58	62	104.6	110.0	150	1	1.70	1.47	20.00	0.00	1.47	17.17
J-K	31.70	108	85.6	90.0	150	1	1.53	2.66	20.00	0.00	2.66	14.51
K-L	10.84	61	71.2	75.0	150	1	0.76	0.51	20.00	0.00	0.51	14.00
		415						SUBTOTAL	1.27		0.00	OK

*Fuente: Elaboración propia*

Se calculó los diámetros de las tuberías de PVC de las matrices y se procede a contabilizar las longitudes de tuberías y comparar con las medidas comerciales, se considera el factor de seguridad de 2.5. Los cálculos de las tuberías PVC son de clase 5, es decir, el material presenta una presión nominal de 50 metros de columna de agua (mca).

**CUADRO N°52. CANTIDAD DE TUBERÍAS DE PVC EN MATRIZ**

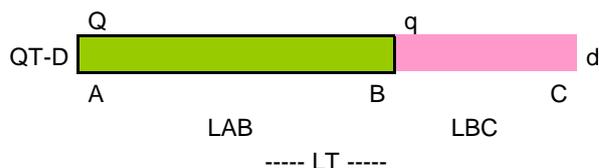
ITEM	DESCRIPCION	MEDIDA	CANTIDAD	
			TUBERÍA	REDONDEAR
1	TUBO PVC 1452 PN5 63mm UF * 6m	Und	28.45	29.00
2	TUBO PVC 1452 PN5 75mm UF * 6m	Und	29.48	30.00
3	TUBO PVC 1452 PN5 90mm UF * 6m	Und	36.55	37.00
4	TUBO PVC 1452 PN5 110mm UF * 6m	Und	25.17	26.00
5	TUBO PVC 1452 PN5 140mm UF * 6m	Und	11.72	12.00
6	TUBO PVC 1452 PN5 160mm UF * 6m	Und	5.52	6.00

*Fuente: Elaboración propia*

Con el diseño de la red matriz culminado, se procede con el diseño y cálculo de las redes divisoras. Para el cálculo de los diámetros de la red divisora es importante tener en cuenta los valores del CUADRO N°47. RANGO DE VELOCIDADES EN TUBERÍAS para no superar los rangos mínimos ni máximos.

Para el cálculo de las longitudes de las tuberías divisoras se debe considerar los siguientes parámetros:

## CUADRO N°53. CÁLCULO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS EN DIVISORAS



TURNO	LOTE	TRAMO	Q (m <sup>3</sup> /hr)	LONG (m)	DIAM. INT. (mm)	CLASE	DIF. TOP	n	C	F	VEL (m/s)	HF (m)
1	1	A-C	9.17	97.00	34.50	7.5	0.50	32	150	0.37	2.7	7.35
		B-C	5.02	53.17	34.50	7.5	0.50	18	150	0.38	1.5	1.37
		B-C	5.02	53.17	34.50	7.5	0.50	18	150	0.38	1.5	1.37
	2	A-C	4.33	73.00	34.50	7.5	0.00	24	150	0.37	1.3	1.40
		B-C	2.38	40.02	34.50	7.5	0.00	13	150	0.39	0.7	0.27
		B-C	2.38	40.02	34.50	7.5	0.00	13	150	0.39	0.71	0.27
	3	A-C	8.50	109.00	34.50	7.5	0.75	36	150	0.37	2.53	7.16
		B-C	4.66	59.75	34.50	7.5	0.75	20	150	0.38	1.38	1.33
		B-C	4.66	59.75	34.50	7.5	0.75	20	150	0.38	1.38	1.33
	4	A-C	11.17	109.00	34.50	7.5	0.25	36	150	0.37	3.3	11.88
		B-C	3.72	36.33	34.50	7.5	0.25	12	150	0.39	1.1	0.56
		B-C	3.72	36.33	34.50	7.5	0.25	12	150	0.39	1.1	0.56
	5	A-C	4.17	64.00	34.50	7.5	0.50	21	150	0.38	1.2	1.15
		B-C	2.28	35.08	34.50	7.5	0.50	12	150	0.40	0.7	0.22
		B-C	2.28	35.08	34.50	7.5	0.50	12	150	0.40	0.7	0.22
	6	A-C	15.17	109.00	59.80	5.0	0.25	36	150	0.37	1.5	1.44
		B-C	8.43	60.56	59.80	7.5	0.25	20	150	0.38	0.8	0.28
		B-C	8.43	60.56	34.50	7.5	0.25	20	150	0.38	2.5	4.03
	7	A-C	4.83	109.00	34.50	7.5	0.25	36	150	0.37	1.4	2.52
		B-C	2.65	59.75	34.50	7.5	0.25	20	150	0.38	0.8	0.47
		B-C	2.65	59.75	34.50	7.5	0.25	20	150	0.38	0.8	0.47
2	8	A-C	8.17	259.00	34.50	7.5	0.50	86	150	0.36	2.4	15.42
		B-C	4.48	141.98	34.50	7.5	0.50	47	150	0.36	1.3	2.82
		B-C	4.48	141.98	34.50	7.5	0.50	47	150	0.36	1.3	2.82
	9	A-C	15.17	109.00	59.80	5.0	0.00	36	150	0.37	1.5	1.44
		B-C	8.31	59.75	59.80	7.5	0.00	20	150	0.38	0.8	0.27
		B-C	8.31	59.75	34.50	7.5	0.00	20	150	0.38	2.5	3.88
	10	A-C	5.67	109.00	34.50	7.5	0.00	36	150	0.37	1.7	3.38
		B-C	3.11	59.75	34.50	7.5	0.00	20	150	0.38	0.9	0.63
		B-C	3.11	59.75	34.50	7.5	0.00	20	150	0.38	0.9	0.63
	11	A-C	15.17	109.00	59.80	5.0	0.50	36	150	0.37	1.5	1.44
		B-C	8.31	59.75	59.80	7.5	0.50	20	150	0.38	0.8	0.27
		B-C	8.31	59.75	34.50	7.5	0.50	20	150	0.38	2.5	3.88
	12	A-C	5.67	109.00	34.50	7.5	0.50	36	150	0.37	1.7	3.38
		B-C	3.11	59.75	34.50	7.5	0.50	20	150	0.38	0.9	0.63
		B-C	3.11	59.75	34.50	7.5	0.50	20	150	0.38	0.9	0.63
	13	A-C	8.00	74.00	34.50	7.5	0.50	25	150	0.37	2.4	4.42
		B-C	4.39	40.57	34.50	7.5	0.50	14	150	0.39	1.3	0.83
		B-C	4.39	40.57	34.50	7.5	0.50	14	150	0.39	1.3	0.83
	14	A-C	2.83	90.00	34.50	7.5	0.25	30	140	0.37	0.8	0.89
		B-C	1.55	49.34	34.50	7.5	0.25	16	140	0.38	0.5	0.17
		B-C	1.55	49.34	34.50	7.5	0.25	16	140	0.38	0.5	0.17

*Fuente: Elaboración propia*

En el CUADRO N°53. CÁLCULO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS EN DIVISORAS se detalla la cantidad de tubería PVC que se empleará en la red divisora:

**CUADRO N°54. RESUMEN DE TUBERÍA EN DIVISORA**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD		MEDIDA
		TUBERÍA	REDONDEAR	
1	TUBO PVC 1452 PN5 63mm UF * 6m	26.15	26.00	Und
2	TB PVC C-7.5 1 1/2" SP X 5m	282.00	283.00	Und

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.9. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

Se optó por automatizar el sistema, es decir, las válvulas de campo se comandarán desde el centro de control o caseta de control y para el funcionamiento se consideró manguera de polietileno de 8mm. Otro de los puntos para tener en cuenta es ubicar la unidad remota o RTU en un punto local en campo que comandará a un máximo de 8 válvulas.

##### 4.9.1. Componentes del sistema de automatización

Los componentes del sistema de automatización son:

- **Galit Hidráulico:** Son conocidas como electroválvulas que permiten el cierre y la apertura de las válvulas, conducidas por una manguera comando con agua y la presión del sistema ayudará al diafragma a cerrar o abrir la válvula de campo.
- **Manguera comando:** Es una tubería de polietileno de 8mm el cual va tendido en paralelo con la matriz, por medio de esta tubería se conducirá el agua a presión que proviene de la barra de solenoides ubicada en un punto estratégico en conjunto con la antena RTU. Es recomendable que la longitud máxima longitud no exceda los 500 metros lineales debido a que se pierde presión.

- **Barra de solenoides:** Este tipo de elementos está acoplado a un manifold de fierro que va de 4 hasta 8 unidades, además es necesario un punto de presión alta para la apertura y cierre.
- **Antena RTU:** Elemento fundamental y principal que emitirá la apertura y cierre de las válvulas de campo, la señal será emitida de la caseta de control y la recepción con la antena omnidireccional que va instalado con la antena RTU. La antena RTU puede ser utilizada como repetidor para otras RTU y emiten comunicación a otras antenas que se encuentran más distantes de la caseta de control.

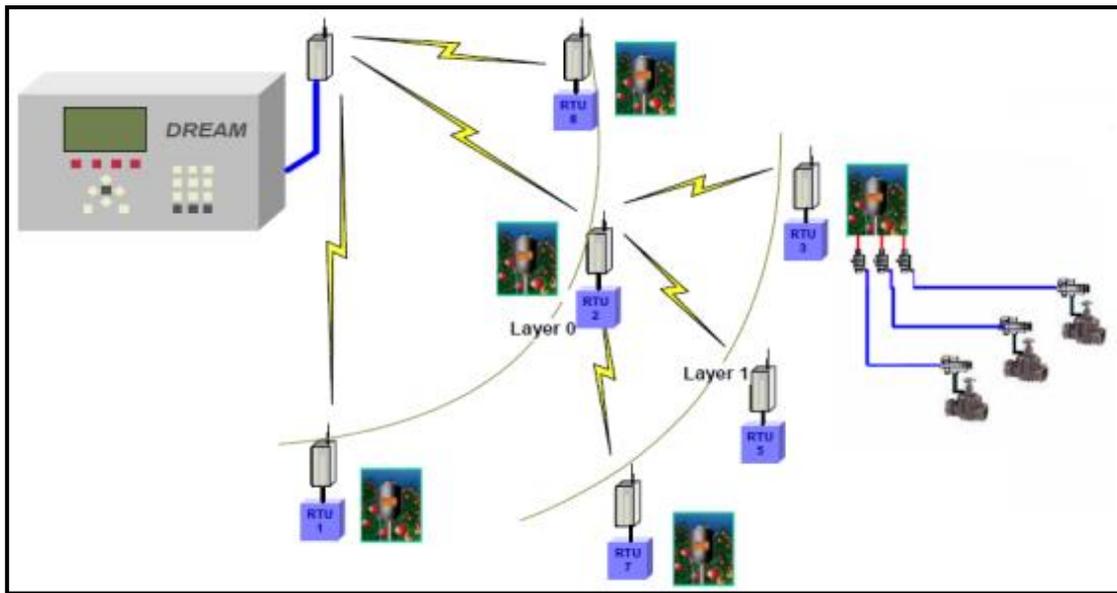
En el proyecto de tesis se instalará 2 unidades remotas que comandarán a 7 válvulas de campo que están distribuidas de la siguiente manera:

**CUADRO N°55. UBICACIÓN DE RTU EN CAMPO**

TURNO	VÁLVULA	RTU	CAUDAL POR VALVULA	
			m3/hr	lps
1	1	1	9.20	2.56
	2	1	4.33	1.2
	3	1	8.45	2.35
	4	1	11.11	3.09
	5	1	4.21	1.17
	6	1	15.20	4.22
	7	2	4.57	1.27
2	8	1	8.19	2.27
	9	2	15.20	4.22
	10	2	5.64	1.57
	11	2	15.20	4.22
	12	2	5.70	1.58
	13	2	8.02	2.23
	14	2	2.82	0.78

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°07. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE RTU'S**



*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.10. CASETA DE FILTRADO O CABEZAL DE RIEGO**

El cabezal de filtrado se diseñó los elementos fundamentales del sistema de riego tecnificado, en este lugar encontraremos la bomba, un filtro, equipos de medición y sistema de fertilización.

##### **4.10.1. Filtrado de caseta**

La selección del filtro depende del tipo de agua que abastece y para el proyecto de tesis optó por seleccionar un filtro de anillas. La selección del diámetro del filtro depende del caudal de riego y el modelo del filtro depende del cliente.

Es importante conocer las presiones antes y después del filtro, se debe tener en cuenta si el filtro a instalar será automático con la finalidad de conocer la variación de presión y la pérdida de carga del sistema. Se debe tener en cuenta que los manifold que se instalaran con el filtro antes y después serán de fierro con cedula 40, la finalidad de evitar que la variación de presiones genere roturas en el sistema.

**CUADRO N°56. DIMENSIONAMIENTO DE MANIFOLD**

DIÁM	SCH	DIÁMETRO EXTERIOR		DIÁMETRO INTERIOR		ESPESOR DE PARED		PESO kg/m	PRESIÓN Lb/p2
		mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas		
1/4"	40	13.70	0.540	9.22	0.360	2.24	0.088	0.63	700
3/8"	40	17.10	0.675	12.48	0.500	2.31	0.091	0.85	700
1/2"	40	21.30	0.840	15.76	0.622	2.77	0.109	1.27	700
3/4"	40	26.70	1.050	20.96	0.824	2.87	0.113	1.68	700
1"	40	33.40	1.315	26.64	1.049	3.38	0.133	2.5	700
1 1/4"	40	42.20	1.660	35.08	1.380	3.56	0.14	3.38	1300
1 1/2"	40	48.30	1.900	40.94	1.610	3.68	0.145	4.05	1300
2"	40	60.30	2.375	52.48	2.067	3.91	0.154	5.44	2500
2 1/2"	40	73.00	2.875	62.68	2.469	5.16	0.203	8.62	2500
3"	40	88.90	3.500	77.92	3.068	5.49	0.216	11.29	2500
4"	40	114.30	4.500	102.26	4.026	6.02	0.237	16.07	2210
5"	40	141.30	5.563	128.20	5.047	6.55	0.258	21.78	1950
6"	40	168.30	6.625	154.08	6.065	7.11	0.28	28.26	1780
8"	40	219.10	8.625	202.74	7.981	8.18	0.322	42.53	1570
10"	40	273.00	10.750	254.46	10.020	9.27	0.365	60.29	1430
12"	40	323.80	12.750	303.18	11.938	10.31	0.406	79.65	1340
12"	Std	323.80	12.750	303.18	11.938	9.52	0.375	73.85	1240
14"	Std	355.60	14.000	336.56	13.250	9.52	0.375	81.28	1120
16"	Std	406.40	16.000	387.36	13.249	9.52	0.375	93.21	980

*Fuente: Netafim Perú*

**a. Selección de filtro**

Se considera trabajar con un sistema de filtro de anillos debido que en el diseño se consideró un reservorio el cual ayudará a sedimentar las partículas sólidas que trae consigo el agua del canal de la comisión de regantes de Monsefú y de la noria. El caudal total del diseño hidráulico es de 118m<sup>3</sup>/h y para el cual se seleccionó un filtro de marca ARKAL serie SpinKlin ANGLE APOLLO de 4 cuerpos, el cual está formado por filtros automáticos de discos, modulares, totalmente poliméricos, con un mecanismo patentado de retro lavado para autolimpieza.

En la selección de los cuerpos del filtro se contempló dos caudales; el primero es el caudal del diseño y el segundo es el caudal del retro lavado, ambos caudales se deben sumar en la selección de la cantidad de filtros

que se diseñó en el sistema de filtrado, la selección de los cuerpos tiene como función no limitar la demanda hidráulica diseñada.

### CUADRO N°57. INFORMACIÓN TÉCNICA DE FILTRO

Technical Data		3 Units	4 Units	5 Units	6 Units	7 Units	8 Units
Max. Pressure		10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar
Min. Blackwash pressure		2 bar	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar
Max. Flowrate:	400-130 µm	120 m3/h	160 m3/h	200 m3/h	240 m3/h	280 m3/h	320 m3/h
	100 µm	110 m3/h	145 m3/h	180 m3/h	215 m3/h	250 m3/h	290 m3/h
Filtration surface area		7860 cm2	10480 cm2	13100 cm2	15720 cm2	18340 cm2	20960 cm2
Filtration volume		9626 cm3	12568 cm3	15710 cm3	18852 cm3	21994 cm3	25136 cm3
Backwash flow per litter		24 m3/h	24 m3/h	24 m3/h	24 m3/h	24 m3/h	24 m3/h
Battery length - L		1160 mm	1520 mm	1920 mm	2280 mm	2660 mm	3040 mm
Battery height - H		1048 mm	1048 mm	1118 mm	1118 mm	1160 mm	1160 mm
Battery width - W		1201 mm	1201 mm	1285 mm	1285 mm	1307 mm	1307 mm
Standard manifold		6"	6"	8"	8"	10"	10"

*Fuente: ARKAL IRRIGATION*

#### b. Proceso de filtración

Los discos están apilados en la espina SpinKlin ANGLE APOLLO y armados de acuerdo con los requerimientos predeterminados de filtración de agua. Durante la filtración, los discos están comprimidos por medio de un resorte precargado y por la diferencia de presión, forzando al agua a pasar a través de la superficie de los discos ranurados y esta manera se retiene los sólidos.

#### c. Proceso de retro lavado

Es un proceso que funciona de dos maneras, el primero se configura por un tiempo predeterminado y la segunda es por presión diferencial. En forma simultánea, el puerto de la válvula de entrada se cierra y el puerto de la válvula de drenaje se abre. Durante el proceso de retro lavado se libera la presión y el pistón de la espina se eleva, liberando la compresión sobre los discos.

En esta etapa los discos giran libremente, liberando los sólidos atrapados los que son lavados hacia afuera. Durante el ciclo de lavado cada conjunto

de filtros es retro lavado en forma secuencial. Cuando comienza el ciclo de retro lavado, las válvulas del sistema trabajan en forma automática e invierten el flujo, permitiendo que el agua filtrada y presurizada retro lave el filtro.

- El retro lavado libera 24m<sup>3</sup>/h y este caudal se debe sumar al diseño hidráulico para no limitar la demanda hidráulica del diseño.
- Para asegurar el sistema de filtrado y el correcto mantenimiento, se consideró dos válvulas mariposas las cuales se usarán para sectorizar el manifold.

#### 4.10.2. Equipo de medición

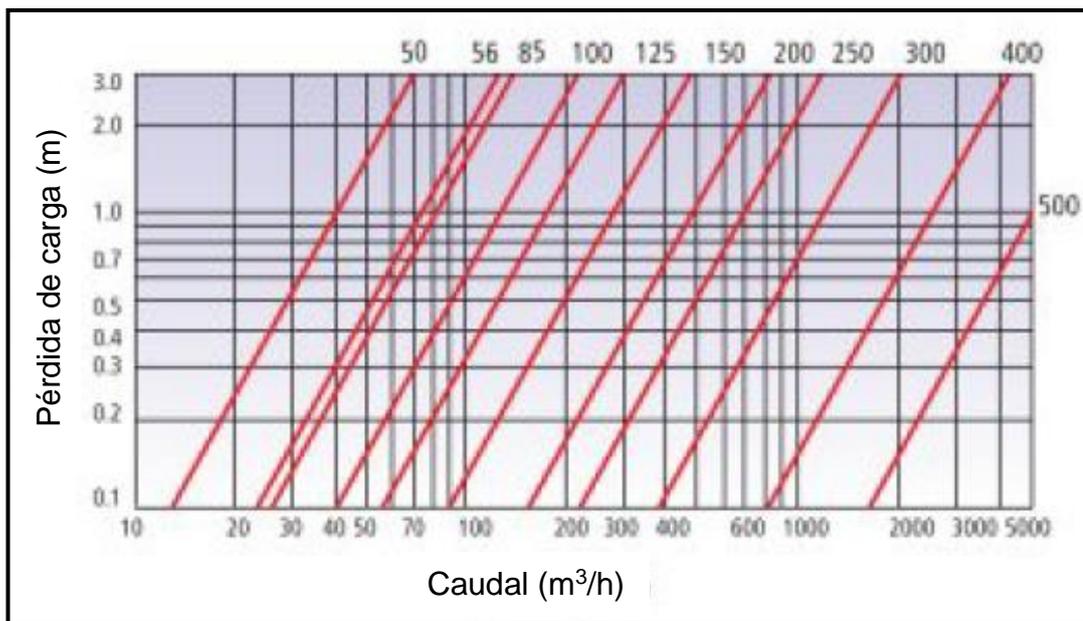
En este punto se seleccionó el medidor de caudal para controlar el consumo de agua que está destinado a campo. En el desarrollo de la tesis se trabaja con los medidores de caudal de la marca Dorot.

**CUADRO N°58. DETALLE DE HIDROMETRO WOLTMAN DOROT**

Calibre DN	Pulg.	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"
	mm	50	65	80	100	125	150	200	250	300	400	500
Caudal nominal Q (m <sup>3</sup> /h)		15	25	40	60	100	150	250	400	600	1000	1500
Caudal máximo Q máx (m <sup>3</sup> /h) (±2%)		30	50	80	120	250	300	500	800	1200	2000	3000
Caudal de transición Qt (m <sup>3</sup> /h) (±2%)		3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
Caudal mínimo Q mín (m <sup>3</sup> /h) (±5%)		0.65	0.7	1.2	1.8	3	4.5	7.5	12	18	30	45
Registro máximo		999999	999999	999999	999999	999999	999999	999999	999999	999999	999999	999999
Lectura mínima (m <sup>3</sup> )		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.1	1	1	1	1

*Fuente: Catálogo hidrómetro Dorot Woltman*

## GRÁFICO N°05. PÉRDIDAS DE CARGA EN HIDROMETRO



*Fuente: Catálogo hidrómetro Dorot Woltman*

- Se seleccionó el hidrómetro de la marca DOROT – Woltman de diámetro 6” o DN 150mm, con un caudal nominal de 150m<sup>3</sup>/h.
- El caudal del diseño es de 118.00m<sup>3</sup>/h y se tiene una pérdida de carga de 0.13 metros de columna de agua (mca), según el GRÁFICO N°05. PÉRDIDAS DE CARGA EN HIDRÓMETRO.
- El manifold que diseñó en el sistema de filtrado es de fierro y se debe tener en cuenta que el carrete que ira antes del hidrómetro será 10D (diez veces su diámetro) y después del hidrómetro será 5D (cinco veces su diámetro) según la recomendación del fabricante para una lectura correcta del hidrómetro y evitando la turbulencia.

### 4.10.3. Válvula reguladora de presión

Se diseñó una válvula reguladora de presión que se instaló después del carrete 5D (carrete ubicado después del hidrómetro), para la selección de esta reguladora es necesario conocer el caudal total del diseño.

La selección de la válvula reguladora que se instalará en la losa de filtrado será de la marca DOROT – Serie 100, para el cual se considera los rangos del cuadro de caudales de la marca. La función de la válvula será regular la

presión y caudal aguas abajo para garantizar la presión AGUAS ABAJO. La variación de las presiones aguas arriba varía según la demanda en campo. En el diseño se tuvo las siguientes consideraciones:

- El carrete de fierro que se instaló después la reguladora será 3D.
- Posteriormente a esta se consideró una válvula Check con la finalidad de evitar el retorno de agua de campo.
- Después de la válvula check, se diseñó un carrete 3D con la finalidad de colocar una válvula mariposa para mantenimiento.
- El máximo caudal que requiere el diseño es 118.00m<sup>3</sup>/h, según los requerimientos se consideró una válvula de 6" con una pérdida de carga de 0.00mca.
- Como factor de seguridad se diseñó una válvula de alivio de 2" para asegurar la red hidráulica y evitar rupturas en las tuberías de PVC.

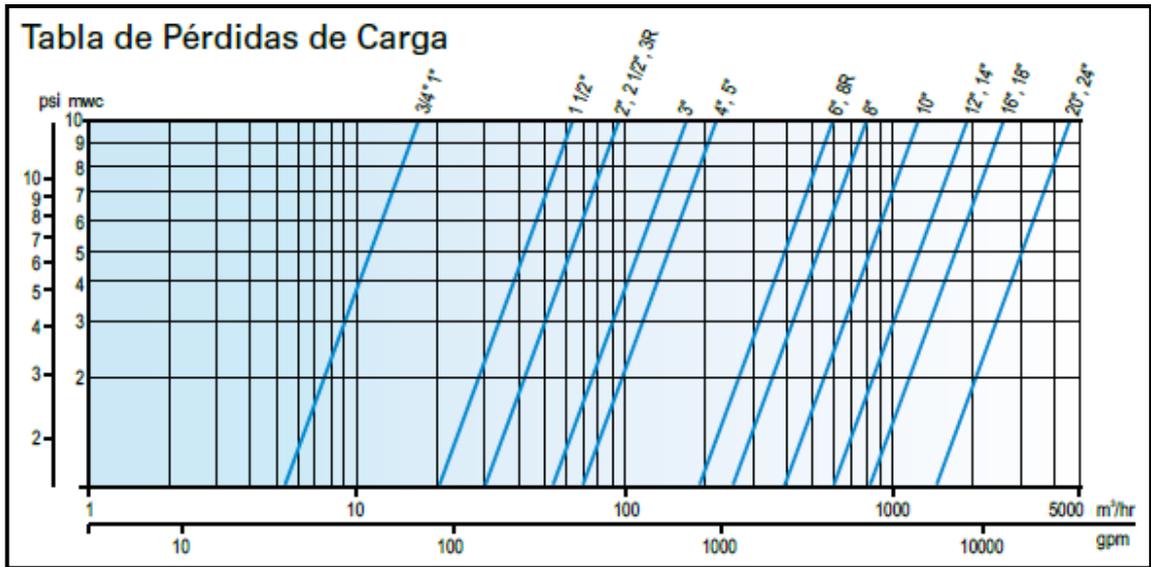
**CUADRO N°59. PERFORMANCE DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS - SERIE 100**

<b>Tamaño de válvula</b>	mm	20	25	40	50	65	80LF	80	100	150	200LF	200	250	300	350	400	450	500	600
	Pulg.	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	323	3	4	6	858	8	10	12	14	16	18	20	24
<b>Flujo máx. Continuo</b>	m3/hr	6	10	25	40	40	40	90	100	350	350	480	970	1400	1400	2500	2500	3890	5500
	gpm	26.4	44	110	176	176	176	396	440	1540	1540	2112	4268	6160	6160	11000	11000	17116	24200
<b>Flujo máx. Intermitente</b>	m3/hr	16	27	68	109	109	109	245	273	955	955	1309	2645	3818	3818	6818	6818	10609	10609
	gpm	72	120	300	480	480	480	1080	1200	4200	4200	5760	11640	16800	16800	30000	30000	46680	46680
<b>Flujo mínimo</b>	m3/hr	<1																	
	gpm	<5																	
<b>Kv</b>	m3/hr@1 bar	15	22	64	95	95	95	170	220	600	670	800	1250	1900	1900	2600	2600	5370	5370
<b>Cv</b>	gpm@1 psi	17	26	75	110	110	110	200	260	700	780	930	1460	2220	2220	3030	3030	6275	6275
<b>Kv*</b>	m3/hr@1 bar	-	-	-	78	-	-	120	200	550	-	800	1300	-	-	2600	2600	5370	5370
<b>Cv*</b>	gpm@1 psi	-	-	-	91	-	-	140	230	640	-	930	1520	-	-	3030	3030	6275	6275

\* Modelos alta de presión

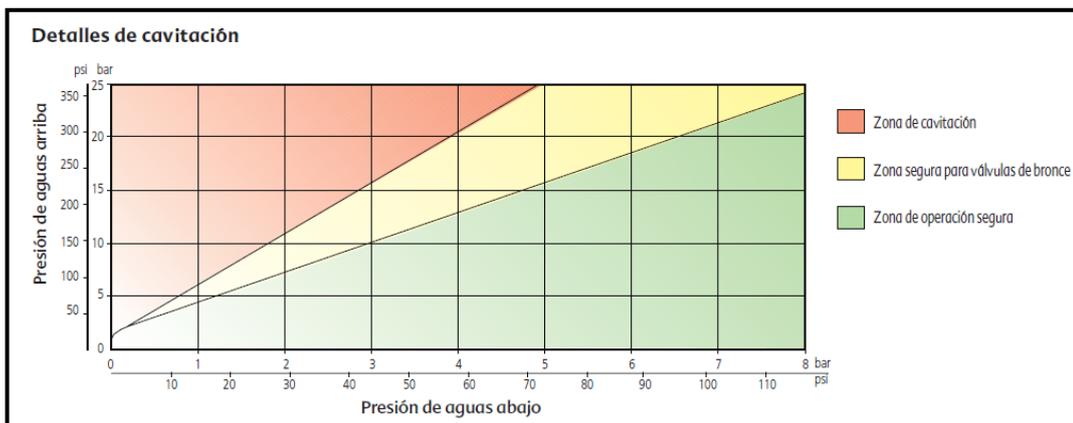
**Fuente:** Catálogo DOROT – Serie 100

## GRÁFICO N°06. PÉRDIDAS DE CARGA EN VÁLVULAS – SERIE 100



Fuente: Catálogo DOROT – Serie 100

## GRÁFICO N°07. DETALLES DE CAVITACIÓN



Fuente: Catálogo DOROT – Serie 100

### 4.10.4. Diseño del sistema de fertilización

Se consideró los siguientes materiales:

#### a. Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento son de polietileno que permiten el almacenamiento de sustancias químicas que se distribuyen al cultivo según el periodo vegetativo. Los tanques de almacenamiento tienden a variar de capacidad según las hectáreas del diseño.

Se diseñó 3 tanques de 1100.00 litros de material polietileno y color blanco para almacenar los productos químicos.

**b. Venturi de inyección**

La función es inyectar fertilizantes al sistema de riego según la cantidad de metros cúbicos de agua destinados al cultivo. La funcionalidad del venturi es romper la presión del sistema.

Actualmente son tres los sistemas de inyección más comunes:

- 1) Inyección por aparato venturi.
- 2) Inyección por presión diferencial.
- 3) Inyección por presión positiva.

La inyección por Venturi es uno de los más utilizados en el sector agrícola y su funcionamiento se basa en disminuir la presión que ejerce un líquido al fluir por una sección más angosta de la tubería. El funcionamiento de este equipo es succionar de un depósito abierto e inyectar el fertilizante a la red hidráulica.

**CUADRO N°60. PARÁMETROS DEL VENTURI**

Operating Pressure kg/cm <sup>2</sup>		Model 1583 X 1.5" Threads	
Injector Inlet	Injector Outlet	Motive Flow l/min	Water Suction l/min
0.35	0.00	40.6 (0.31)	8.57
	0.07		5.33
	0.14		3.36
	0.21		
	0.28		

*Fuente: Mazzei injector corporation*

**c. Tanque de dilución**

Son elementos de polietileno que ayudarán a disolverlos los elementos químicos que serán comprados en sólido para el cultivo de la palta Hass. Debido al poco caudal que se inyectará en el cultivo, en el diseño se consideró un solo tanque de dilución para diluir los productos químicos.

Se detalla el cuadro de los productos químicos y volumen a inyectar:

### CUADRO N°61. CÁLCULO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

	Nitrato de amonio	Ácido fosfórico	Sulfato de potasio	Nitrato de calcio	Sulfato de magnesio	Ácido bórico
Área (ha)	3.65					
Tiempo de riego (h)	1.00	0.20	1.00	0.10	0.10	0.10
Ki	6.06					
		1.37				
			6.67			
				18.87		
					11.90	
						1.18
Ci	0.20					
Q inyección (l/h)	276.49	311.65	304.17	344.34	217.26	21.54
V deposito (l)	110.60	24.93	121.67	344.34	217.26	21.54

*Fuente: Elaboración propia*

### CUADRO N°62. PROGRAMA DE APLICACIÓN SEMANAL

DÍAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
PRODUCTO						
Nitrato de Amonio	X	X	X	X		
Ácido Fosfórico			X	X	X	
Sulfato de Potasio				X	X	X
Nitrato de Calcio			X			
Sulfato de Magnesio			X			
Acido Borico		X				

*Fuente: Elaboración propia*

### CUADRO N°63. REQUERIMIENTO DE FERTILIZANTE SEMANAL

CAMPAÑA PALTO 2022-2023						
REQ. FERT. SEMANA PICO						
PRODUCTO	KG/HA	TOTAL (kg)	SOLUCIÓN (g/l)	VOLUMEN (l)	Kg/DIA	Vol/DÍA
Nitrato de Amonio	24.24	88.48	1185.00	74.66	22.12	18.67
Ácido Fosfórico	4.10	14.96	100.00	149.59	4.99	49.86
Sulfato de Potasio	20.00	73.00	75.00	973.33	24.33	324.44
Nitrato de Calcio	18.87	68.87	101.00	681.86	68.87	681.86
Sulfato de Magnesio	11.90	43.45	356.00	122.06	43.45	122.06
Ácido Borico	1.18	4.31	270.00	15.95	4.31	15.95

*Fuente: Elaboración propia*

**d. Filtro para fertirriego**

Los tanques de almacenamiento generan residuos sólidos por lo que es necesario instalar filtros para retener las partículas y prevenir obstrucción del venturi, por lo tanto, se diseñó filtros de la marca Arkal de 1 1/2", anillas de 120 mesh y 130 micrones, el caudal del filtro es de 8m<sup>3</sup>/h.

**CUADRO N°64. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FILTRO**

	<b>1 1/2"</b>
Presión máxima	10 bar
Caudal: 40 - 120 mesh (400-130 micrones)	8 m <sup>3</sup> /h
Superficie de filtración	308 cm <sup>2</sup>
Volumen de filtración	370 cm <sup>3</sup>
Largo de filtro - L	250 mm
Ancho de filtro - W	150 mm
Distancia entre conexiones extremas	200 mm
Peso	1.3 kg

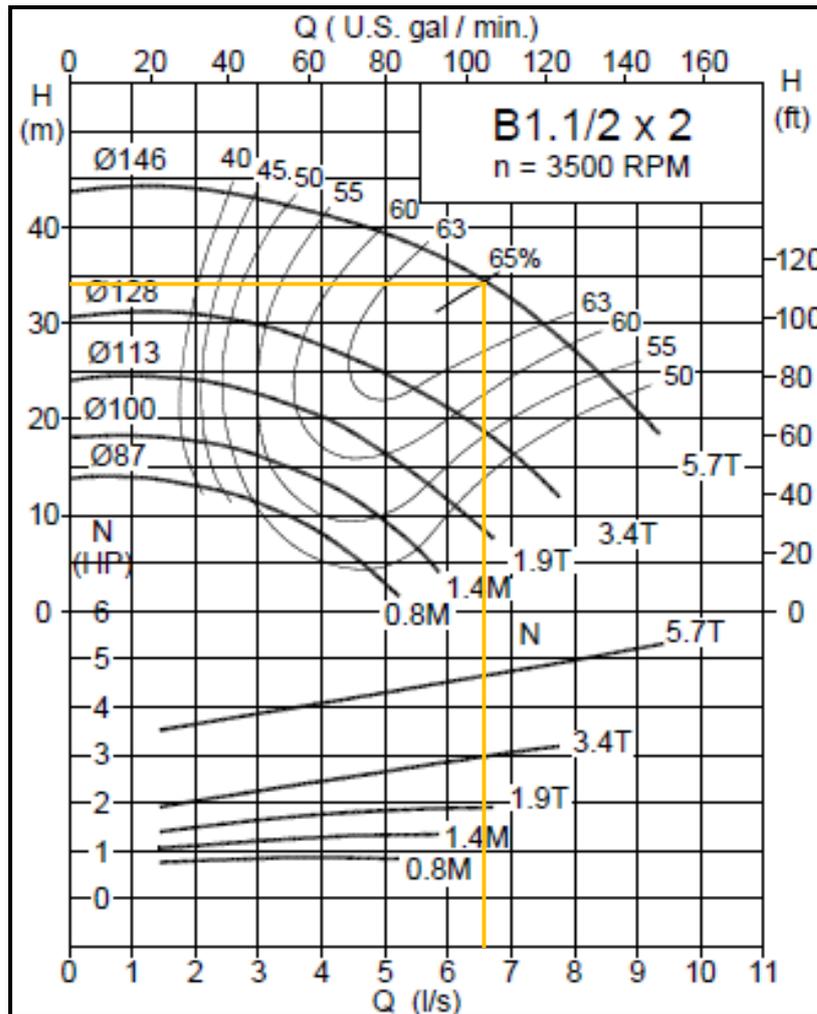
*Fuente: Catálogo comercial - Arkal*

**e. Selección de bomba centrífuga**

Se seleccionó una bomba centrífuga cerca al tanque de dilución y realizará las siguientes funciones:

1. Diluir los fertilizantes granulados.
2. Dirigir el fertilizante diluido a los tanques de almacenamiento.

## GRÁFICO N°08. SELECCIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA



*Fuente: Catálogo Hidrostral*

La selección de la bomba centrífuga se calculó en su máxima eficiencia para obtener el óptimo funcionamiento de la dilución y el llenado de los tanques de almacenamiento. Los materiales que se consideraron son anticorrosivos para evitar que el fertilizante a inyectar los deteriore.

La bomba diseñada es de la marca Hidrostral modelo B 1 1/2" \* 2" Q Pump de 7.5HP.

### f. Medidor de fertilizante

Es necesario para contabilizar la cantidad de fertilizante que se inyectará al sistema según el requerimiento del cultivo. El medidor es la marca Arad y es un material anticorrosivo.

#### 4.10.5. Sistema de bombeo de caseta de riego

La selección de la bomba del sistema de riego se consideró las pérdidas de carga que existe el filtro, el retro lavado, hidrómetro, válvula reguladora, accesorios instalados en campo (codos y tees) y armados de campo. La fuente de abastecimiento es mixta y la primera fuente es de la comisión de regantes de Monsefú y la segunda fuente es una noria, ambas fuentes se acumularán en un reservorio.

Existen dos tipos de bombas para el sistema de bombeo de los sistemas de riego, el primer tipo son las bombas verticales y las segundas son las bombas carcasa partida. Se seleccionó una bomba turbina vertical de la marca Grundfos.

##### a. Selección del diámetro de impulsores

El diámetro de los impulsores se realizó mediante la siguiente formula:

Donde: 
$$d_r = K * Q^{0.5}$$

$d_r$ : diámetro del impulsor (m)

k: coeficiente <0.6 – 1.4 >

Q: caudal del sistema (m<sup>3</sup>/s) [85m<sup>3</sup>/h = 0.0236m<sup>3</sup>/s]

Se selecciona el mayor caudal del diseño que es el valor de 61.00m<sup>3</sup>/h y se considera el caudal del retrolavado que es 24.00m<sup>3</sup>/h, ambos caudales hace un total de 85.00m<sup>3</sup>/h.

$$d_r = K * Q^{0.5}$$

$$d_r = 1 * 0.0236^{0.5} = 0.154m$$

$$d_r = 154mm$$

El valor obtenido es 154mm, pero este diámetro no es comercial y se optó por el diámetro de 160mm que es una medida comercial y que es una medida próxima al valor obtenido.

**b. Selección de tubería de succión**

La selección de la tubería de succión se calculó con la siguiente formula:

$$d_s = K * Q^{0.5}$$

$$d_s = 1 * 85^{0.5}$$

$$d_s = 1 * 0.0236^{0.5}$$

$$d_s = 154mm$$

Se optó por el diámetro comercial de 160mm para.

**c. Cálculo de altura dinámica total (ADT)**

Los cálculos sobre la altura dinámica total se reflejan en los cálculos de las redes hidráulicas, en ese punto se han considerado las pérdidas de carga según los datos de los fabricantes de cada producto.

**CUADRO N°65. PÉRDIDAS DE CARGA DEL SISTEMA**

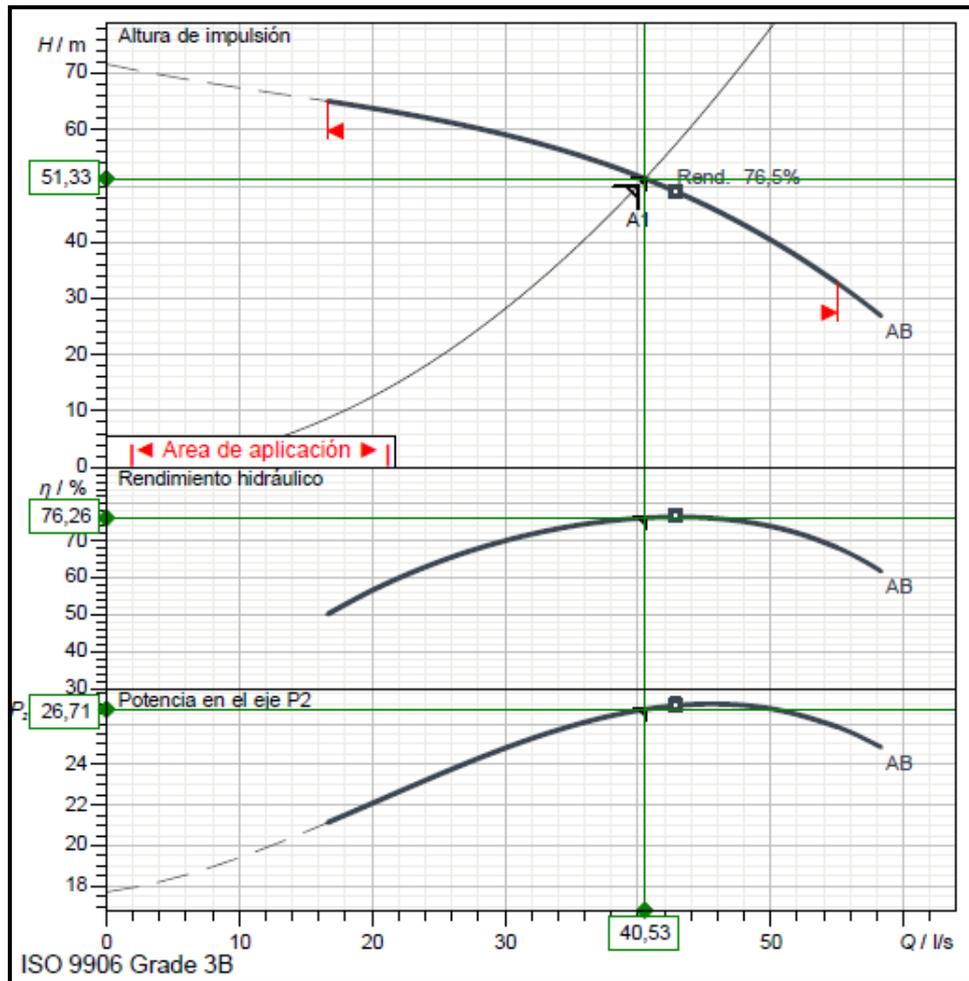
CABEZAL DE CONTROL (M)	6.00
VALVULA REGULADORA DE PRESION	1.00
TOPOGRAFIA (EN CONTRA +) (M)	0.00
FRICCION RED HF (M)	6.06
VALVULA DE CAMPO (M)	7.00
PERDIDA EN LINEA DE GOTEO (M)	1.00
PRESION EMISOR	20.06
ACCESORIOS DE LA RED(M)	3.00
MARGEN SEG. (0%)	0.00
CARGA DE RIEGO (M.C.A)	44.13
ALTURA DE SUCCION NEGATIVA	3.00
PERDIDA EN LA SUCCION	0.84
CARGA DE BOMBEO	3.84
<b>ALTURA DINAMICA TOTAL (M.C.A)</b>	<b>47.97</b>

*Fuente: Elaboración propia*

La pérdida de carga es 47.97mca y se consideró en la selección de la bomba. La selección de la bomba se realizará con los siguientes datos:

- Caudal: 39.44 lps
- ADT: 47.97 metros

### GRÁFICO N°09. CURVA DE EFICIENCIA DE BOMBA BOOSTER



*Fuente: Catálogo Grundfos*

Se trabajó con la curva de la bomba booster y en base al caudal del diseño que es 40.00lps, se obtuvo la eficiencia del 76.5% del motor y una altura dinámica total (ADT) de 50.00mca.

El motor de la bomba es de 440.00 voltios, 1750.00 revoluciones por minuto (rpm) y de 40 HP, este dato se verificó con el catálogo del proveedor Grundfos y el material de la bomba será de hierro fundido.

### CUADRO N°66. DATOS DE LA BOMBA BOOSTER

DATOS DE TRABAJO TEÓRICOS	
Caudal	40 l/s
Altura	50 m
Fluido	Agua limpia
Tipo de instalación	<Bomba simple>

DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA	
Diseño	ME- [1.750] 10V-240.6/5AB
Rodete $\varnothing$	184 mm
Velocidad	1750 1/min
Caudal	40.5 l/s
Altura de impulsión	51.3 m
Potencia en el eje P2	26.7 kW
Rendimiento	76.30%
Altura (Q=0)	71.7 m
Pérdida de carga válvula	

*Fuente: Catálogo Grundfos*

### FIGURA N°09. ESQUEMA BOMBA TURBINA VERTICAL

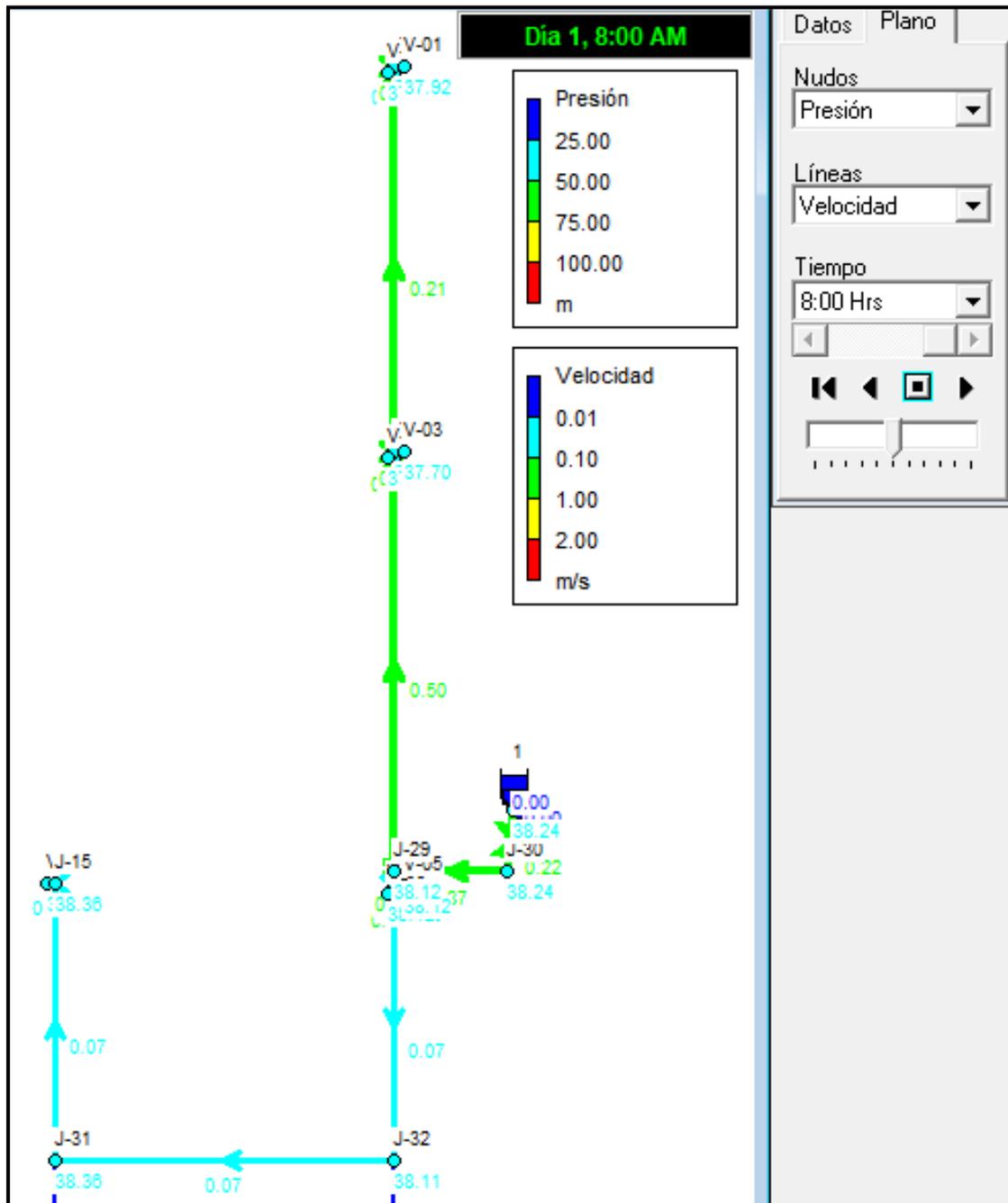


*Fuente: Netafim*

#### 4.10.6. Simulación del sistema de riego en Epanet

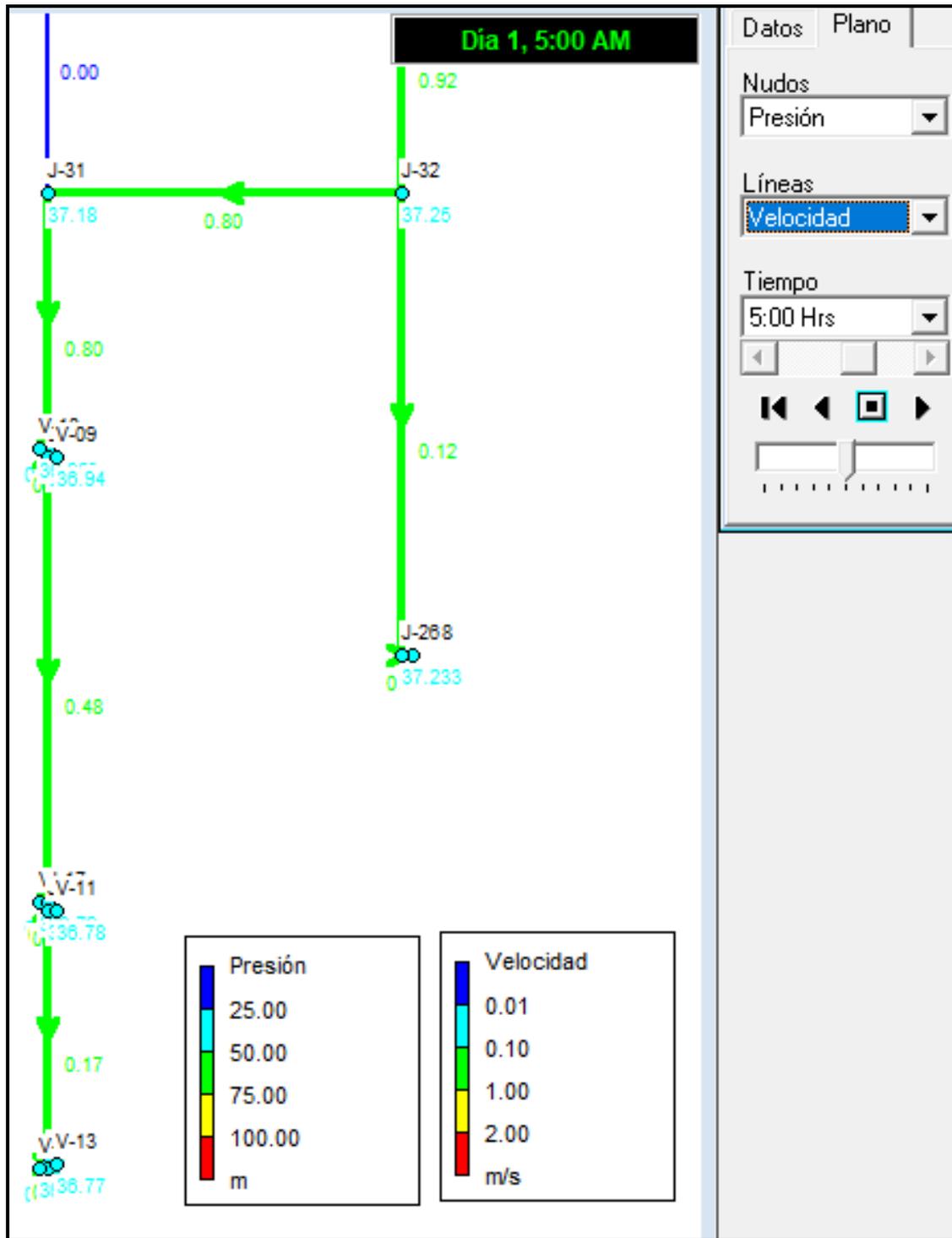
El software Epanet es un sistema que permite realizar una simulación de caudal, presiones en la red, velocidades de la red y selección correcta del diámetro de tubería. Este software permite conocer las presiones en cada nodo (punto de cambio de presiones en cada accesorio).

FIGURA N°10. SIMULACIÓN DE TURNO 1



Fuente: Software Epanet

FIGURA N°11. SIMULACIÓN DE TURNO 2



Fuente: Software Epanet

Según el análisis realizado en el software Epanet, se verifica que las presiones y las velocidades se encuentran dentro de los rangos permisibles.

#### 4.10.7. Sistema de bombeo de la noria

En el terreno de estudio se encuentra una noria ubicada en las coordenadas UTM (626069.20; 9244850.39) y con un aforo de 30.00l/s, además la noria presenta una profundidad de 25.00 metros y en esta ocasión se trabajará con una profundidad de 18.00 metros. En la succión de la bomba se diseñó una válvula check para evitar que la tubería se descargue y mantener la red presurizada. Se considera la instalación de un hidrómetro, válvula reguladora, válvula check y válvula mariposa después del hidrómetro, respetando las medidas mínimas el fabricante de los equipos de medición.

##### a. Selección de tubería de succión

La tubería de succión para la bomba se realizó con la siguiente formula:

$$d_r = K * Q^{0.5}$$

Donde:

$d_r$ : diámetro del impulsor (m)

k: coeficiente <0.6 – 1.4 >

Q: caudal del sistema (m<sup>3</sup>/s) [108m<sup>3</sup>/h = 0.03 m<sup>3</sup>/s)

El caudal de operación es 30 l/s.

$$d_r = K * Q^{0.5}$$

$$d_r = 1 * 0.03^{0.5} = 0.173m$$

$$d_r = 173mm$$

Se calculó el valor de 173mm, este diámetro no es comercial y por lo cual se optó por un diámetro comercial de 180mm que es una medida próxima al valor obtenido.

##### b. Cálculo de altura dinámica total (ADT)

Los cálculos sobre la altura dinámica total se han reflejado en los cálculos de las redes hidráulicas, se consideró las pérdidas de carga según los datos de los fabricantes de cada producto.

### **CUADRO N°67. PÉRDIDAS DE CARGA DE LA NORIA**

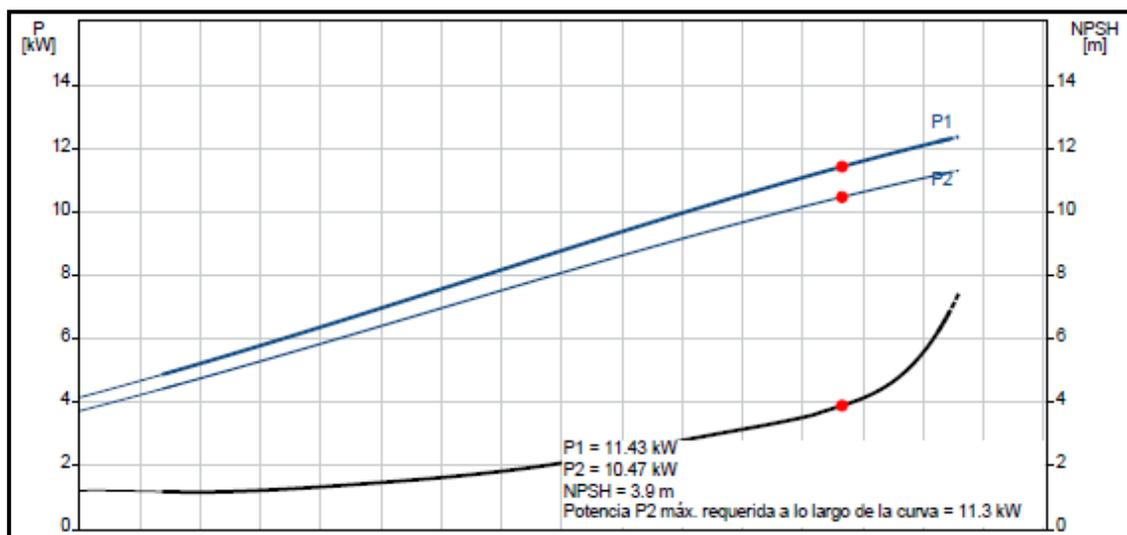
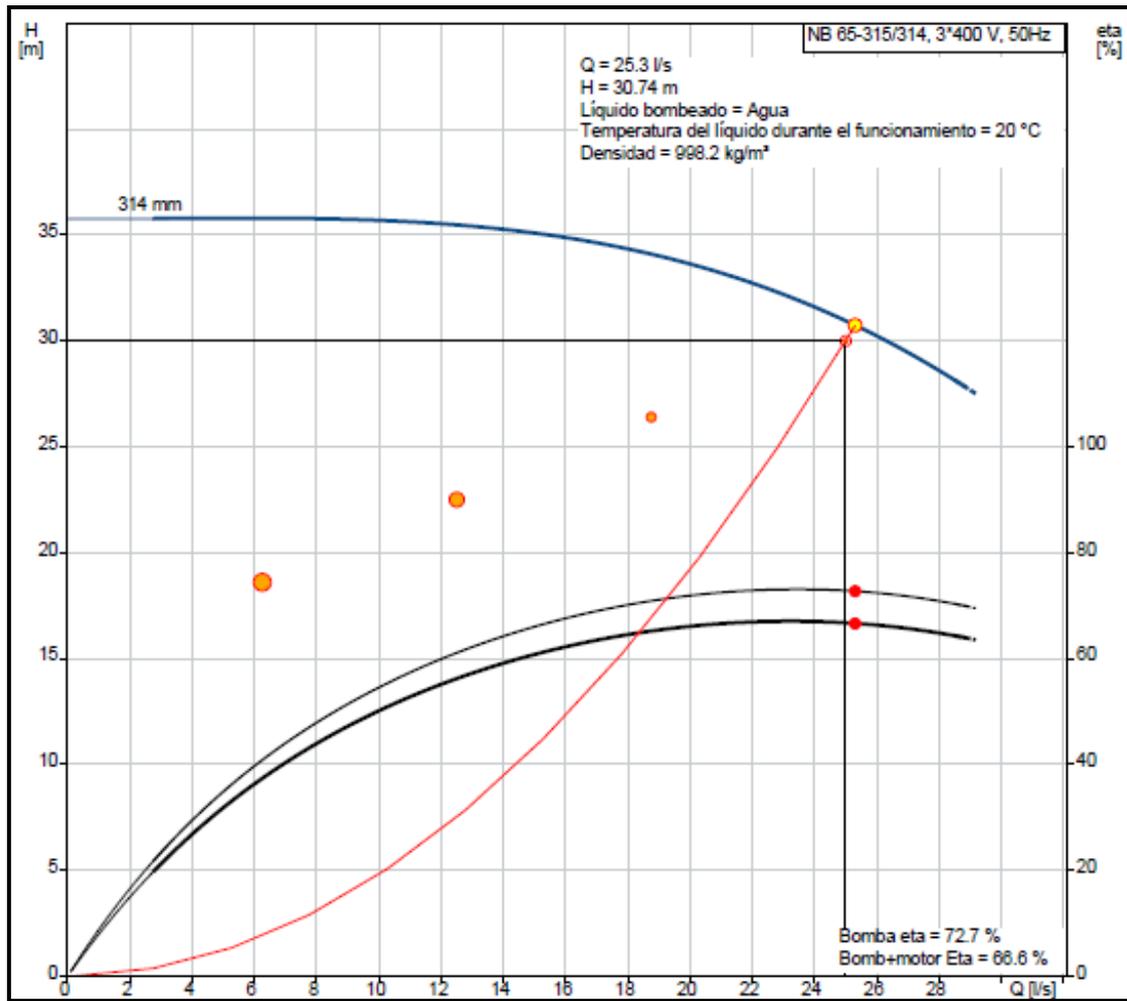
VALVULA REGULADORA DE PRESION	<b>1.00</b>
CAUDALIMETRO (m)	<b>0.50</b>
ACCESORIOS DE LA RED (m)	<b>3.00</b>
MARGEN SEG. (0%)	<b>1.00</b>
CARGA DE RIEGO (m.c.a)	<b>4.50</b>
ALTURA DE SUCCION NEGATIVA	<b>18.00</b>
PERDIDA EN LA SUCCION	<b>0.84</b>
CARGA DE BOMBEO	<b>18.84</b>
<b>ALTURA DINAMICA TOTAL (m.c.a)</b>	<b>24.34</b>

*Fuente: Elaboración propia*

La altura del diseño es 18.00 metros, pero se sumó las pérdidas por fricción de los elementos que se diseñaron en el CUADRO N°67. PÉRDIDAS DE CARGA DE LA NORIA. Se considera la succión negativa debido que se el agua será extraída de la noria y para el desarrollo de la tesis se considera una bomba de la marca GRUNDFOS horizontal.

Se considera un motor de 440.00 voltios, 1475 revoluciones por minuto (rpm) y de 20 HP, este dato se verificó con el catálogo del proveedor Grundfos y el material de la bomba será de hierro fundido.

## GRÁFICO N°10. CURVA DE EFICIENCIA DE BOMBA DE LA NORIA



Fuente: Catálogo Grundfos

### CUADRO N°68. DATOS DE LA BOMBA DE LA NORIA

DESCRIPCIÓN	VALOR
Producto	NB 65-315/314 AAF2AESBAQENW3
Código	97839387
Número EAN	5710625516576
Velocidad predeterminada	1475 rpm
Caudal real calculado	25.3 l/s
Altura resultante de la bomba	30.74 m
Diámetro real del impulsor	314 mm
Diámetro nominal del impulsor	315
Disp. De cierre	Single
Diámetro del eje	32 mm
Código del cierre	BAQE
Tolerancia de curva	ISO9906:2012 3B
Versión de la bomba	A
Diseño rodamiento	Standard
Potencia máxima P2 a lo largo de la curva	11.3 kW

*Fuente: Catálogo Grundfos*

### FIGURA N°12. ESQUEMA BOMBA HORIZONTAL



*Fuente: Catálogo Grundfos*

## 4.11. DISEÑO DE RESERVORIO

Se considero la construcción de un reservorio para almacenar el agua proveniente de la comisión de regantes de Monsefú antes del inicio de la temporada de mantenimiento y se rellenará con agua de la noria, este proceso se desarrollará según el consumo de agua del periodo vegetativo del cultivo de la palta Hass.

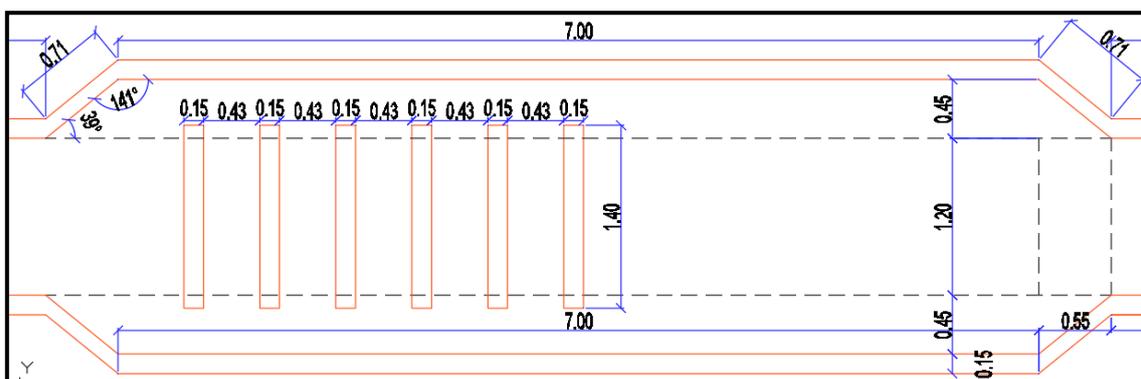
### 4.11.1. Captación de agua de canal

Se diseñó una captación para derivar el agua del canal proveniente de la comisión de regantes de Monsefú en dirección al reservorio, el caudal disponible es 160.00l/s. La captación tiene una resistencia del concreto es de  $f_c'$  210kg/cm<sup>2</sup> y tendrá un espesor de 0.15 metros.

### 4.11.2. Desarenador

El desarenador tiene barrajes de 0.30 metros de altura para retener los sólidos antes del ingreso del reservorio, tiene una longitud de 7.00 metros y un espesor de 0.15 metros. La resistencia del diseño  $f_c'$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

**FIGURA N°13. ESQUEMA DESARENADOR**



*Fuente: Elaboración propia*

### 4.11.3. Vertedero

Se diseñó un vertedero para el ingreso del llenado del reservorio con la finalidad de disipar la presión, la función del vertedero es para evitar daños en la infraestructura del reservorio, se diseñó con un espesor de 0.15 metros y con una resistencia de  $f_c'$  210kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.11.4. Puntos de control**

Se diseñó dos compuertas tipo tarjeta para el control de ingreso del agua con medidas de 1.20 metros de ancho, 1.35 metros de altura y 0.015 metros de espesor, la primera compuerta se diseñó antes del desarenador y la segunda compuerta antes del ingreso del vertedero.

#### **4.11.5. Sistema de alivio**

Se diseñó un alivio de concreto armado con resistencia  $f_c' 210\text{kg/cm}^2$  y un muro de 0.15 metros y con una tubería de PVC de descarga de 200mm con derivación al canal Alto Pena como factor de seguridad ante un posible rebalse.

#### **4.11.6. Cálculo de geomembrana**

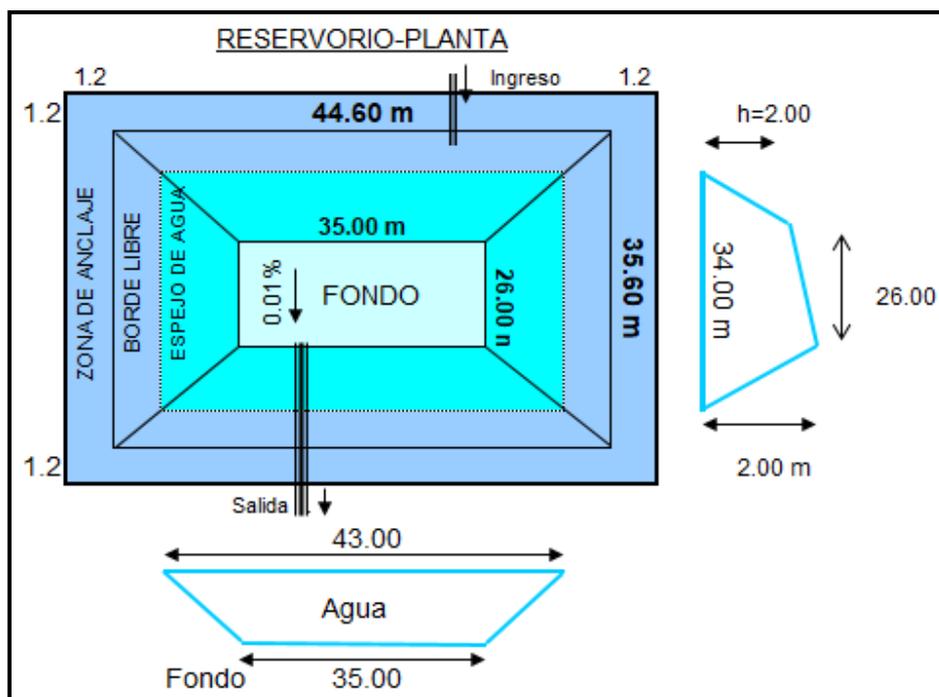
Se diseñó un revestimiento para el reservorio con geomembrana de 0.75mm de espesor para un volumen de almacenamiento (según diseño) de 2,349.11m<sup>3</sup> útil, este caudal es la demanda hídrica en temporada de estiaje. Las dimensiones del reservorio son de 35.00 metros de largo, 26.00 metros de ancho y 2.00 metros de altura. En el diseño del reservorio se consideró una pendiente de 0.01%, con un anclaje para la geomembrana de 0.50 metros de alejamiento del talud interior y un anclaje tipo U con medidas de 0.40 metros de altura y 0.40 metros de ancho para asegurar la instalación de la geomembrana.

**CUADRO N°69. DATOS DEL CÁLCULO DEL RESERVORIO**

<b>DATOS DE RESERVORIO</b>	
Talud (Z)	2
Altura mayor del agua (h)	2.00 m
Borde Libre (bl)	0.40 m
Caudal de entrada (Qe)	160 l/s
Ø tubería de descarga	6 Pulg
Pendiente transversal a L del fondo	0.01 %
Ancho del borde de anclaje	1.20 m
Longitud del Anclaje Subterráneo	1.00 m
Tiempo de embalse	4.00 h
<b>DIMENSIONAMIENTO Y CAL. HIDRÁULICOS</b>	
Volumen neto de diseño	2304 m3
Largo del Fondo (L)	35.00 m
Ancho del Fondo (A)	26.00 m
Área del Fondo (b)	910.00 m2
Área del Espejo de agua (B)	1462.00 m2
Altura menor del agua (h')	2.00 m
Reduc. Volumen por pendiente (Vp)	1.18 m3
<b>Volumen Neto calculado</b>	<b>2349.11 m3</b>
Volumen Total (con borde libre)	2958.64 m3
<b>AREA DE GEOMEMBRANA</b>	
Longitud de Talud	5.37 m
Área de Taludes	757.76 m2
Área de Anclajes	368.24 m2
<b>Área neta geomembrana</b>	<b>2036.00 m2</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**FIGURA N°14. ESQUEMA DE RESERVORIO**



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.12. SISTEMA ELÉCTRICO

Como se indicó en el capítulo III, el sistema de electrificación tiene un precio aproximado de \$50,000.00 por kilómetro y en la zona de estudio no contamos con electricidad trifásica. Se desarrolló el cálculo de energía de los equipos e bombeo y se tiene la siguiente demanda eléctrica:

**CUADRO N°70. DEMANDA DE ENERGIA ELÉCTRICA**

UBICACIÓN	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
LOSA DE FILTRADO	01 electrobomba turbina vertical – Grundfos	Potencia: 37.00 HP (27.00 kW) Voltaje: 440.00 V Frecuencia: 60.00 Hz
	01 electrobomba MULTI - H 206 XV Salmson	Potencia: 5.00 HP (3.73 kW) Voltaje: 440.00 V Frecuencia: 60.00 Hz
POZO	01 electrobomba carcasa partida – Grundfos	Potencia: 15.00 HP (11.00 kW) Voltaje: 440.00 V Frecuencia: 50.00 Hz
Consumo total	Potencia	57.00 HP (43.00 kW)
	Kva	53.00

*Fuente: Elaboración propia*

Según el detalle del CUADRO N°70. DEMANDA DE ENERGIA ELÉCTRICA, se diseñó un transformador para abastecer con 53 Kva para todos los equipos de bombeo y fertilización. Se consideró una oficina con todos los elementos de electrificación, se debe ampliar la cobertura del transformador a 75 Kva para todos los equipos básicos de oficina.

Se diseñó un cuarto de tableros eléctricos donde se ubicarán los tableros variadores de velocidad para las electrobombas descritas en el CUADRO N°70. DEMANDA DE ENERGIA ELÉCTRICA.

# CAPÍTULO V:

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

*“Todos nuestros sueños se pueden hacer realidad si tenemos  
el coraje de perseguirlos”.*  
WALT DISNEY

## 5.1. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

En este capítulo se detalla el cuadro resumen de todas las partidas que conciernen a un sistema de riego, es decir, todos los materiales que se diseñaron en el sistema de filtrado, fertilización, pozo, campo y sistema eléctrico para el cultivo de la palta Hass.

**CUADRO N°71. RESUMEN DE COSTO DE SISTEMA DE RIEGO**

ITEM	DESCRIPCION	MONEDA	PRECIO	
			SUBTOTAL	\$/ha
1	PRESUPUESTO DE LOSA DE FILTRADO	USD	\$26,404.53	\$3,734.73
2	PRESUPUESTO DE SISTEMA DE POZO	USD	\$5,412.74	\$765.59
3	PRESUPUESTO DE SISTEMA DE RIEGO EN CAMPO	USD	\$15,364.23	\$2,173.16
4	PRESUPUESTO DE SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	USD	\$2,365.98	\$334.65
5	PRESUPUESTO DE SISTEMA DE FERTILIZACIÓN	USD	\$5,986.37	\$846.73
6	PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO	USD	\$9,685.91	\$1,370.00
7	CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO	USD	\$13,104.06	\$1,853.47
8	OBRAS CIVILES	USD	\$5,846.71	\$826.97
9	SISTEMA ELÉCTRICO	USD	\$11,641.49	\$1,646.60
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>\$95,812.01</b>	<b>\$13,551.91</b>
<b>IGV (18%)</b>			<b>\$17,246.16</b>	<b>\$2,439.34</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$113,058.17</b>	<b>\$15,991.26</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Según el análisis del CUADRO N°71. RESUMEN DE COSTO DE SISTEMA DE RIEGO se observa que los ítems 1 y 3 son los más elevados. El ítem 1 es el presupuesto de la losa de filtrado y contempla una bomba para impulsar el agua hasta el punto más crítico que se registra en la válvula 13 con una presión 36.77mca y un filtro de la marca Arkal; y el ítem 3 es el presupuesto del sistema de riego en campo que abarca manguera de riego, tuberías PVC y válvulas hidráulicas que se diseñaron en cada arco de riego.

## 5.2. VIABILIDAD DEL PROYECTO

Para el análisis de la viabilidad del proyecto es necesario revisar la inversión, es decir, el proceso de siembra, el costo de los plantines y los elementos mecánicos que forman parte del proyecto. Una vez obtenido el monto total de inversión se realizó el análisis del retorno de la inversión y conocer en cuantos años se registran las ganancias.

### 5.2.1. Costo de instalación de plantines de palto

Se consideró la maquinaria y los jornales para el sembrío de plantines.

**CUADRO N°73. COSTO DE INSTALACIÓN DE PLANTINES**

ITEM	SEMBRÍO DE PLANTINES DE PALTO	UND	METRADO	COSTO	
				UNIT.	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>Costo total de plantines.</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>	<b>\$36,203.12</b>	<b>\$36,203.12</b>
01.01	Plantines (7.07ha)	UND	2948.19	\$12.28	\$36,203.12
<b>2.00</b>	<b>Maquinaria agrícola</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>	<b>\$3,110.80</b>	<b>\$3,110.80</b>
02.01	Subsolado	ha	7.07	\$300.00	\$2,121.00
02.02	Trazado y surcado (mojado).	ha	7.07	\$25.00	\$176.75
02.03	Uso de chatín 0.5m.	ha	7.07	\$50.00	\$353.50
02.04	Abonamiento con guano.	ha	7.07	\$25.00	\$176.75
02.05	Fletes y acareo	ha	7.07	\$40.00	\$282.80
<b>3.00</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>	<b>\$961.52</b>	<b>\$961.52</b>
03.01	Alineamiento (1.5 Jor/ha).	Jornal	10.61	\$8.00	\$84.84
03.02	Distribución de plantas (0.5 Jor/ha).	Jornal	3.54	\$8.00	\$28.28
03.03	Plantadores (10 Jor/ha).	Jornal	70.70	\$8.00	\$565.60
03.04	Movimiento de manguera (1 Jor/ha).	Jornal	7.07	\$8.00	\$56.56
03.05	Tutorado (4 Jor/ha).	Jornal	28.28	\$8.00	\$226.24
<b>4.00</b>	<b>Gastos operativos</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>	<b>\$500.00</b>	<b>\$500.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$40,775.44</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.2. Costo de cerco perimetral

Es necesario limitar la zona del proyecto para evitar posibilidades de robo del sistema a instalar. El costo del cerco perimetral se muestra en el siguiente cuadro:

### CUADRO N°72. COSTO DE CERCO PERIMETRAL

ITEM	CERCO PERIMETRAL	UND	METRADO	COSTO	
				UNIT.	TOTAL
01.01	Palo de eucalipto de 3.0m ø2".	pieza	622.00	\$2.50	\$1,555.00
01.02	Alambre púa 4 líneas (1552.00ml).	m	6,208.00	\$0.40	\$2,483.20
01.03	Instalación de cerco perimetral.	Gl	1.00	\$450.00	\$450.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$4,488.20</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 5.2.3. Costo de insumos para la instalación de palto

Se considera insumos para la preparación y adecuación del terreno con la finalidad de dar fertilidad y un buen desarrollo del cultivo del palto.

### CUADRO N°74. COSTO DE INSUMOS PARA EL PALTO

ITEM	INSUMOS PARA INSTALACIÓN DE PALTO	UND	METRADO	COSTO	
				UNIT.	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>Plantas Hass + 9%</b>	<b>GL</b>	<b>3,213.53</b>	<b>\$4.00</b>	<b>\$12,854.11</b>
<b>2.00</b>	<b>Abonamiento y fertilizantes</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>	<b>\$22,624.00</b>	<b>\$22,624.00</b>
02.01	Guano (40/ha)	Tm	282.80	\$60.00	\$16,968.00
02.02	Yeso (2/ha)	Tm	14.14	\$150.00	\$2,121.00
02.03	Fertilizantes (1/ha)	Tm	7.07	\$500.00	\$3,535.00
<b>3.00</b>	<b>Agua para riego</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>	<b>\$593.88</b>	<b>\$593.88</b>
03.01	Agua para riego-preplantación (1,000/ha)	m3	7,070.00	\$0.07	\$494.90
03.02	Agua para riego-plantación (200/ha)	m3	1,414.00	\$0.07	\$98.98
<b>4.00</b>	<b>Control sanitario</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>	<b>\$1,201.90</b>	<b>\$1,201.90</b>
04.01	Fungicida (1/ha)	litro	7.07	\$30.00	\$212.10
04.02	Insecticida (0.5/ha)	litro	3.54	\$150.00	\$530.25
04.03	Nematicida (0.5/ha)	litro	3.54	\$80.00	\$282.80
04.04	Especial - enraizante (1/ha)	litro	7.07	\$25.00	\$176.75
<b>5.00</b>	<b>Otros insumos</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>	<b>\$3,760.42</b>	<b>\$3,760.42</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$41,034.31</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 5.2.4. Costos de inversión inicial

Para el proyecto de tesis, es necesario conocer el costo de la inversión inicial del proyecto y se realizó el análisis en proyección de recuperación de la inversión.

### CUADRO N°75. COSTO DE INVERSIÓN INICIAL

ITEM	DESCRIPCION	MONEDA	PRECIO	
			SUBTOTAL	\$/HA
<b>1.00</b>	<b>HABILITACIÓN DE TERRENO</b>	<b>USD</b>	<b>\$15,448.20</b>	<b>\$2,185.04</b>
01.01	Cerco perimétrico.	USD	\$4,488.20	\$634.82
01.02	Caseta de guardianía, oficina y otros.	USD	\$8,100.00	\$1,145.69
01.03	Herramientas, equipos de campo y oficina.	USD	\$2,860.00	\$404.53
<b>2.00</b>	<b>MAQUINARIA AGRÍCOLA</b>	<b>USD</b>	<b>\$13,900.00</b>	<b>\$1,966.05</b>
02.01	Tractor agrícola (40 HP).	USD	\$8,500.00	\$1,202.26
02.02	Nebulizador (2000 litros).	USD	\$5,400.00	\$763.79
<b>3.00</b>	<b>SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO</b>	<b>USD</b>	<b>\$95,812.01</b>	<b>\$13,551.91</b>
03.01	Presupuesto de losa de filtrado.	USD	\$26,404.53	\$3,734.73
03.02	Presupuesto de sistema de pozo.	USD	\$5,412.74	\$765.59
03.03	Presupuesto de sistema de riego en campo.	USD	\$15,364.23	\$2,173.16
03.04	Presupuesto de sistema de automatización.	USD	\$2,365.98	\$334.65
03.05	Presupuesto de sistema de fertilización.	USD	\$5,986.37	\$846.73
03.06	Presupuesto de instalación de riego.	USD	\$9,685.91	\$1,370.00
03.07	Construcción de reservorio.	USD	\$13,104.06	\$1,853.47
03.08	Obras civiles.	USD	\$5,846.71	\$826.97
03.09	Sistema eléctrico.	USD	\$11,641.49	\$1,646.60
<b>4.00</b>	<b>INSTALACIÓN DE PALTA HASS</b>	<b>USD</b>	<b>\$82,050.13</b>	<b>\$11,605.39</b>
04.01	Costo total de plantines.	USD	\$36,203.12	\$5,120.67
04.02	Maquinaria agrícola	USD	\$3,110.80	\$440.00
04.03	Mano de obra	USD	\$1,201.90	\$170.00
04.04	Gastos operativos	USD	\$500.00	\$70.72
04.05	Insumos	USD	\$41,034.31	\$5,804.00
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>\$207,210.34</b>	<b>\$29,308.39</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 5.2.5. Costo de mantenimiento del proyecto

Como parte del proyecto de tesis es necesario considerar el costo del mantenimiento del sistema de riego tecnificado como parte de la viabilidad del proyecto.

### CUADRO N°76. COSTO DE MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

ITEM	DESCRIPCION	MONEDA	PRECIO	
			SUBTOTAL	\$/ha
<b>1.00</b>	<b>INSUMOS</b>	<b>USD</b>	<b>\$30,710.52</b>	<b>\$4,343.78</b>
01.01	Agua para riego (15,000 m3/ha)	USD	\$7,423.50	\$1,050.00
01.02	Fertilizantes	USD	\$14,401.10	\$2,036.93
01.03	Agroquímicos	USD	\$7,423.50	\$1,050.00
01.04	Otros insumos	USD	\$1,462.43	\$206.85
<b>2.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>USD</b>	<b>\$9,586.92</b>	<b>\$1,356.00</b>
02.01	Aplicación de guano (1 jornal/ha)	USD	\$56.56	\$8.00
02.02	Poda (6 jornal/ha)	USD	\$339.36	\$48.00
02.03	Sistema de riego (6 jornal/ha)	USD	\$339.36	\$48.00
02.04	Deshierbo para control de cobertura (40 jornal/ha)	USD	\$2,262.40	\$320.00
02.05	Fumigación (30 jornal/ha)	USD	\$1,696.80	\$240.00
02.06	Evaluaciones sanitarias (2.5 jornal/ha)	USD	\$141.40	\$20.00
02.07	Levantado de ramas (4 jornal/ha)	USD	\$226.24	\$32.00
02.08	Cosecha (80 jornal/ha)	USD	\$4,524.80	\$640.00
<b>3.00</b>	<b>MAQUINARIA AGRÍCOLA</b>	<b>USD</b>	<b>\$1,586.37</b>	<b>\$224.38</b>
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>\$41,883.81</b>	<b>\$5,924.16</b>

*Fuente: "Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe, pág.129".*

#### 5.2.6. Costos de producción

##### a. Costos indirectos de producción

Dentro del proyecto de tesis se considerará un grupo de profesionales que administrarán las labores del fundo y se detallan en el siguiente cuadro:

### CUADRO N°77. COSTO INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN ANUAL

ITEM	DESCRIPCION	MONEDA	PRECIO	
			SUBTOTAL	\$/ha
1	01 Gerente del fundo	USD	\$10,800.00	\$1,527.58
2	01 Responsable de almacén	USD	\$4,800.00	\$678.93
3	01 Responsable de labores	USD	\$4,800.00	\$678.93
4	01 Responsable de riego y mantenimiento	USD	\$4,800.00	\$678.93
5	02 Encargados de seguridad	USD	\$7,200.00	\$1,018.39
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>\$32,400.00</b>	<b>\$4,582.74</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### **b. Costos directos de producción**

Se realizó la proyección en base a 10 años para conocer la rentabilidad teniendo en cuenta la demanda de los costos directos.

**CUADRO N°78. COSTO DIRECTOS DE PRODUCCIÓN ANUAL**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Insumos	500.00	900.00	1,250.00	1,420.00	1,750.00	4,343.78	4,343.78	4,343.78	4,343.78	4,343.78	4,343.78
Mano de obra	120.00	120.00	225.00	400.00	1,356.00	1,356.00	1,356.00	1,356.00	1,356.00	1,356.00	1,356.00
Maquinaria	50.00	100.00	100.00	224.38	224.38	224.38	224.38	224.38	224.38	224.38	224.38
<b>TOTAL, US\$/ha</b>	<b>670.00</b>	<b>1,120.00</b>	<b>1,575.00</b>	<b>2,044.38</b>	<b>3,330.38</b>	<b>5,924.16</b>	<b>5,924.16</b>	<b>5,924.16</b>	<b>5,924.16</b>	<b>5,924.16</b>	<b>5,924.16</b>

*Fuente: "Tesis: Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe, pág.130".*

### **5.2.7. Producción estimada del proyecto**

Según el cálculo de la producción del cultivo de palta Hass, se tiene producción a partir del tercer año del 50%, en el cuarto año una producción del 75%, en el quinto año una producción del 90% y a partir del sexto año la producción será del 100% distribuidos en producto de exportación, producto de mercado nacional y producto de descarte. Se calculó una producción máxima de 20 toneladas por hectárea y el análisis se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°79. PRODUCCION ESTIMADA DE LA PALTA**

<b>PALTO TN/HA</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Exportación (90%)	0.00	0.00	0.00	9.00	13.50	16.20	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Mercado nacional (8%)	0.00	0.00	0.00	0.80	1.20	1.44	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Descarte (2%)	0.00	0.00	0.00	0.20	0.30	0.36	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
<b>TOTAL (100%)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>10.00</b>	<b>15.00</b>	<b>18.00</b>	<b>20.00</b>	<b>20.00</b>	<b>20.00</b>	<b>20.00</b>	<b>20.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**CUADRO N°80. PRODUCCION APROVECHABLE DE LA PALTA**

<b>PALTO TN/HA</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Exportación (90%)	0.00	0.00	0.00	9.00	13.50	16.20	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Mercado nacional (8%)	0.00	0.00	0.00	0.80	1.20	1.44	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
<b>TOTAL (100%)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>9.80</b>	<b>14.70</b>	<b>17.64</b>	<b>19.60</b>	<b>19.60</b>	<b>19.60</b>	<b>19.60</b>	<b>19.60</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.8. Ingresos proyectados

Para el desarrollo de la tesis se estima un precio de venta en el mercado internacional de \$1.50 por kilogramo y \$0.50 por kilogramo para la venta en el mercado nacional y tomando los datos del cuadro N°78 COSTO DIRECTOS DE PRODUCCIÓN ANUAL, se realiza el siguiente análisis:

**CUADRO N°81. INGRESOS PROYECTADOS DE LA PALTA**

<b>PALTO TN/HA</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Exportación (\$1.50/kg)	0.00	0.00	0.00	13,500.00	20,250.00	24,300.00	27,000.00	27,000.00	27,000.00	27,000.00	27,000.00
Mercado nacional (\$0.50/kg)	0.00	0.00	0.00	400.00	600.00	720.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
<b>Costo total por hectárea</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>13,900.00</b>	<b>20,850.00</b>	<b>25,020.00</b>	<b>27,800.00</b>	<b>27,800.00</b>	<b>27,800.00</b>	<b>27,800.00</b>	<b>27,800.00</b>
<b>TOTAL (7.07ha)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>98,273.00</b>	<b>147,409.50</b>	<b>176,891.40</b>	<b>196,546.00</b>	<b>196,546.00</b>	<b>196,546.00</b>	<b>196,546.00</b>	<b>196,546.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**5.2.9. Flujo de caja proyectado**

**CUADRO N°82. FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS**

<b>FLUJO DE CAJA/AÑO</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
<b>HECTÁREAS NETAS DE SIEMBRA (HA)</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>
Ventas netas	0.00	0.00	0.00	98,273.00	147,409.50	176,891.40	196,546.00	196,546.00	196,546.00	196,546.00	196,546.00
Costos directos de producción	-4,736.90	-7,918.40	-11,135.25	-14,453.77	-23,545.79	-41,883.81	-41,883.81	-41,883.81	-41,883.81	-41,883.81	-41,883.81
Costos indirectos de producción	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00	-32,400.00
Inversión inicial: - Habilitación de terreno. - Maquinaria agrícola. - Sistema de riego tecnificado. - Instalación de Palta HASS.	-207,210.34							-5,934.00			
Depreciación	0.00	-12,516.02	-12,516.02	-12,516.02	-12,516.02	-12,516.02	-12,516.02	-12,516.02	-12,516.02	-12,516.02	-12,516.02
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-244,347.24</b>	<b>-52,834.42</b>	<b>-56,051.27</b>	<b>38,903.21</b>	<b>78,947.69</b>	<b>90,091.57</b>	<b>109,746.17</b>	<b>103,812.17</b>	<b>109,746.17</b>	<b>109,746.17</b>	<b>109,746.17</b>
<b>SALDOS ACUMULATIVOS</b>	<b>-244,347.24</b>	<b>-297,181.66</b>	<b>-353,232.93</b>	<b>-314,329.72</b>	<b>-235,382.03</b>	<b>-145,290.46</b>	<b>-35,544.29</b>	<b>68,267.87</b>	<b>178,014.04</b>	<b>287,760.21</b>	<b>397,506.38</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Con los valores obtenidos en el CUADRO N°82. FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS, se realizó un análisis y se consideraron los costos directos e indirectos de producción y la depreciación de:

- Habilitación de terreno.
- Maquinaria agrícola.
- Sistema de riego tecnificado.

Según el análisis realizado en el cuadro N°82, a partir del cuarto año se tiene ingresos de la cosecha del cultivo de la palta Hass y este dinero se amortizará a la inversión realizada desde el año cero hasta el cuarto año. Con la cosecha obtenida en el séptimo año se registra ganancias que serán entregadas a la familia Effio Gonzales.

Otra de las evaluaciones es que a partir del séptimo año realizará el cambio de manguera puesto que existe la posibilidad que se encuentre obstruida por la acumulación de partículas que vienen con el agua.

# CAPÍTULO VI:

## CONCLUSIONES

*“Un hombre que se atreve a perder una hora no ha descubierto el valor de  
la vida”*

CHARLES DARWIN

1. Se logro planificar y diseñar un sistema de riego por goteo para el cultivo de la palta Hass en las 7.07 hectáreas distribuidos en dos turnos de riego, así como la distribución de sus caminos internos.
2. Se realizó el diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de la palta Hass en las 7.07 hectáreas según lo propuesto a la familia Effio Gonzales y evaluando el manejo del cultivo, incluyendo la automatización y fertilización.
3. Se recopiló la información necesaria, partiendo del levantamiento topografía y la información hidrológica para conocer las fuentes de agua disponibles para el proyecto, se cuenta con dos fuentes de agua, la primera proviene de la comisión de regantes de Monsefú con un caudal de 160l/s y la segunda fuente es una noria con un caudal de 30l/s que funciona con una bomba horizontal trifásica.
4. Se realizó el balance hídrico disponible para los cultivos de arroz y alfalfa con un valor de 159,923.40m<sup>3</sup> anual, así mismo se realizó el balance hídrico para el cultivo de la palta Hass con un valor de 97,166.94m<sup>3</sup> anual. Para el cultivo de la plata Hass se tiene un consumo hídrico anual del 60,76% en comparación a la demanda hídrica de los cultivos del arroz y la alfalfa.
5. Se realizó el diseño agronómico, determinando la cantidad de agua necesaria para el cultivo, tiempo de riego, los turnados de riego y se calculó una Etc de 4.05mm/día, esta demanda se compensa con dos laterales de riego con un distanciamiento de gotero cada 40 centímetros, con una separación entre plantas de 4.00 metros y separación de hilera de 6.00 metros, el emisor seleccionado es de la marca Netafim DripNet PC™ 16350 16mm 2lph@0.40m, un tiempo de riego de 3 horas con 50 minutos por cada turno y en el diseño se calculó dos turnos de riego, se dimensionó las tuberías de la red matriz con velocidad menor de 2.00m/s y la red divisora con velocidad menor de 2.50m/s. Se dimensionó válvulas hidráulicas de 1.5" para los arcos de riego.

6. Se diseñó un reservorio con toma flotante de capacidad 2,350m<sup>3</sup> el cual se abastecerá de dos fuentes agua, la primera fuente de agua proviene de la Comisión de Regantes de Monsefú con un caudal de 160lps con un tiempo de llenado de 4 horas, cuenta con un sistema de captación al ingreso del reservorio para retener los sedimentos provenientes de la comisión de regantes. La segunda fuente de agua proviene de la noria con un caudal de 30l/s con un tiempo de llenado de 3 horas con una bomba horizontal y un motor trifásico de 440V de 20hp.
7. Se diseñó un cabezal de riego que se abastece de la toma flotante del reservorio en dirección a una cámara húmeda y con un equipo de bombeo turbina vertical de 40hp con variador de velocidad y según el análisis hidráulico el punto crítico se registra en la válvula 6 del turno 01, también se consideró un diseño con un filtro de anillas de la marca ARKAL serie SpinKlin ANGLE APOLLO de 4 cuerpos para un caudal de 118.00m<sup>3</sup>/h, un manifold de fierro de 6", un hidrómetro y una válvula reguladora para mantener la presión requerida en campo, una válvula de alivio para asegurar la red sistema, como factor de seguridad se considera una válvula de alivio.
8. Se diseñó el sistema de fertilización con un centro de preparación de un tanque de 1,100.00 litros, tres tanques de almacenamiento de 1,100.00 litros, cerca al sistema de sistema de filtrado se instalará una inyección por venturi y funcionará por diferencial de presiones.
9. Se diseñó el sistema de automatización que cuenta con una centralización en la losa de filtrado, se considera un equipo DREAM de la marca TALGIL y dos RTU en campo cuyo funcionamiento es vía radio, este sistema comanda el encendido y apagado de las válvulas hidráulicas de los arcos de riego por medio de una manguera comando que se instaló en paralelo a la red matriz.
10. Se calculó una inversión \$ 244,347.24 para el proyecto y un costo por hectárea de \$ 34,561.14, el proyecto abarca la habilitación de terreno, maquinaria agrícola, sistema de riego tecnificado e instalación de palta Hass, según el cálculo de flujo y proyectado a 10 años se genera ingresos

a partir del tercer año debido que se inicia la cosecha de la palta Hass y se empezaría a pagar los gastos acumulados hasta el sexto año, en el séptimo año se generan ganancias para la familia Effio Gonzales.

# CAPÍTULO VII:

## RECOMENDACIONES

*“La vida no se trata de encontrarte a ti mismo. La vida consiste en crearte a ti mismo”*

*BERNARD SHAW*

1. Es importante informar a la familia Effio Gonzales sobre el manejo agronómico del cultivo de la palta Hass y del sistema de riego tecnificado para realizar una correcta planificación de la operación y mantenimiento del sistema instalado.
2. Con el fin de tener una buena operación y mantenimiento del sistema de riego por goteo, es necesario contratar personal técnico con conocimiento de operación del sistema de riego por goteo para asegurar daños en las infraestructuras diseñadas y se consideraran capacitaciones constantes al personal.
3. Asimismo, se sugiere realizar estudios sobre la noria para evaluar el comportamiento y asegurar el rendimiento hídrico de 30l/s, con la finalidad de abastecer al reservorio en los meses de mantenimiento.
4. Se recomienda realizar el estudio detallado del sistema eléctrico, según la carga de los equipos de bombeo diseñados en el proyecto, el estudio se debe realizar para captar energía trifásica desde el punto de diseño hacia el terreno de la familia Effio Gonzales.

# **CAPÍTULO VIII:**

## **REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS**

***“Quien fuere capaz de resolver los problemas del agua, será merecedor de dos premios Nóbel, uno por la Paz y otro por la Ciencia”.***

**JOHN F. KENNEDY**

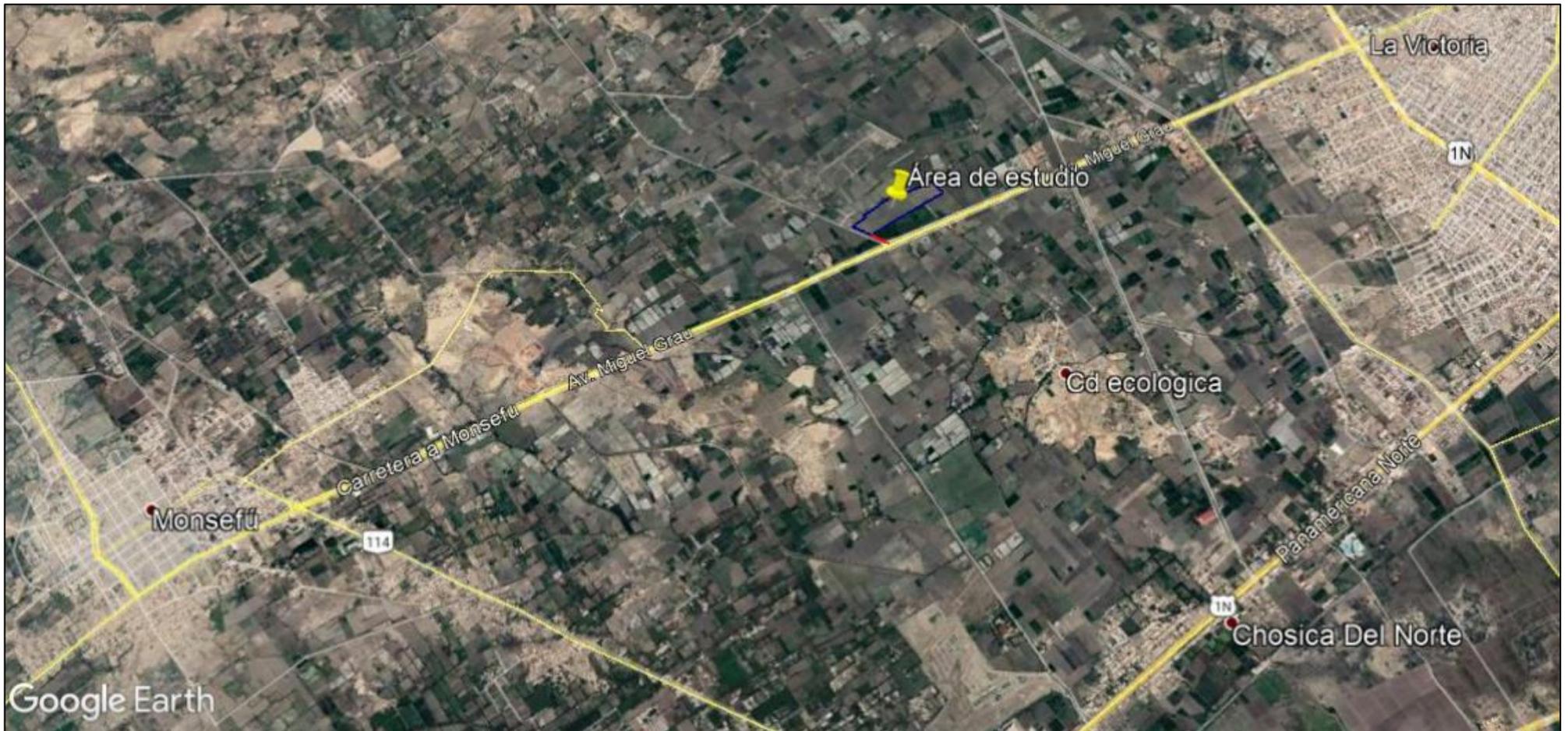
1. Albitos Paico, Juan Victor y Alvites Figueroa, Carmen. Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto HASS en la parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe, Tesis para optar el título profesional. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2015.
2. Autoridad Nacional del Agua (<https://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/agua-y-cambio-climatico>).
3. Britton Walter. Manual de Operación y Mantenimiento de un sistema de riego por goteo – ADRA Perú 2009.
4. Canovas Cuenca J. (1986) Calidad Agronómica de las aguas de riego. Servicio de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Criterios de interpretación de la calidad agronómica de las aguas de riego. Madrid. Junio 2002.
5. Chow, J. L. (2000). Método Fácil de Diseño de Riego por Goteo. Managua - Nicaragua.
6. Cristián Barrera – Componentes principales de un equipo de riego localizado – CODESSER. V Región Chile, 2009.
7. Departamento de Ing. Hidráulica, Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae), La Habana, Cuba.
8. Dr. Castellanos, Javier Z. Guía de interpretación de análisis de suelos y agua – 2019.
9. Estudio FAO Riego y Drenaje 56.
10. Fernando Pizarro Cabello. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Editora Agrícola Española, 1978.
11. Gómez Pompa, Pedro. Riegos a presión, aspersión y goteo. Publicado por Aedos, Barcelona 1975.

12. Hayashi, Raquel. Riego localizado. Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía. 2010.
13. Hernández Alcántara Juan, Apuntes riego localizado Juan Hernández Alcántara. Según Cap.15 del Libro "Riego Localizado de Alta Frecuencia"-Pizarro, 2015.
14. Leitón Soubannier, J. S. (1985). Riego y drenaje. San José: EUNED.
15. Mario Liotta. Manual de riego por goteo – INTA, primera edición especial, 2015.
16. M. Garrido Valero, Soledad. Interpretación de análisis de suelo. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.
17. Parra Figueroa, Hector Emmanuel. Diseño de un sistema de riego por goteo automatizado, Tesis para optar el título. Instituto Tecnológico de Sonora, Facultad de Ingeniería Civil, 2012.
18. Rodríguez Suppo, Florencio. Manual de riego por goteo PROSAC, Riego por Goteo, 1982.
19. Proyecto N° 106559-001: EL RIEGO CON SECAS INTERMITENTES EN EL CULTIVO DEL ARROZ PARA EL CONTROL VECTORIAL DE LA MALARIA Y UNA AGRICULTURA MÁS SANA Y SOSTENIBLE: ESCALAMIENTO EN EL VALLE JEQUETEPEQUE.
20. Zúñiga Martínez, E. (2004). Diseño y evaluación del riego a presión (1era. ed.). San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

# CAPÍTULO IX: ANEXOS

*“Dos cosas son infinitas: el universo y la estupidez humana. Y no estoy seguro sobre la primera”.*  
ALBERT EINSTEIN

## ANEXO N°01: UBICACIÓN DEL TERRENO DE ESTUDIO



El terreno de estudio se encuentra ubicado en el kilómetro 3.5 de la carretera La Victoria – Monsefú. El terreno de estudio es de 8.7 hectáreas.

## ANEXO N°02: ÁREA DEL TERRENO DE ESTUDIO



El terreno de estudio tiene 8.7 hectáreas y está sembrado con arroz y alfalfa, el método de riego empleado en la actualidad es riego por gravedad.

### ANEXO N°03: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Levantamiento topográfico del terreno de estudio.

## ANEXO N°04: EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO



Extracción de muestras de suelo con el Auger Hole en el terreno de estudio.

## ANEXO N°05: ANÁLISIS TEXTURAL DEL TERRENO DE ESTUDIO



Análisis textural extraído de las muestras de suelo del terreno de estudio.

## ANEXO N°06: UBICACIÓN DE NORIA EN EL TERRENO DE ESTUDIO



Ubicación de la noria en el terreno de estudio.

## ANEXO N°07: CUADRO RESUMEN DEL ANÁLISIS TEXTURAL

Análisis textural del terreno de estudio			
Muestra	Profundidad	Textura	Agrupación Textural
1	30 cm	Franco limoso	Medio
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcillo arenoso	
2	30 cm	Franco limoso	Medio
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcillo arenoso	
3	30 cm	Arcillo limoso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
4	30 cm	Arcillo limoso	Pesado
	60 cm	Arcillo limoso	
	90 cm	Franco arcilloso	
5	30 cm	Arcillo limoso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
6	30 cm	Arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
7	30 cm	Arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
8	30 cm	Arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
9	30 cm	Arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
10	30 cm	Arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
11	30 cm	Franco arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
12	30 cm	Franco arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	

13	30 cm	Arcillo arenoso	Pesado
	60 cm	Franco arenoso	
	90 cm	Arena	
14	30 cm	Arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
15	30 cm	Arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco arcilloso	
	90 cm	Franco arcilloso	
16	30 cm	Franco arcilloso	Ligero
	60 cm	Franco arenoso	
	90 cm	Franco arenoso	
17	30 cm	Franco arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco limoso	
	90 cm	Franco arcilloso	
18	30 cm	Franco arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco limoso	
	90 cm	Franco arcilloso	
19	30 cm	Franco arcilloso	Pesado
	60 cm	Franco limoso	
	90 cm	Franco arcilloso	

## ANEXO N°08: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE POZO TUBULAR



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMIA



### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA DE POZO TUBULAR

**SOLICITANTE** : DICK ALEX EFFIO AYASTA

**TESIS** : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7HAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERÍO CHACUPE – LA VICTORIA - CHICLAYO LAMBAYEQUE

**PROCEDENCIA** : CASERÍO CHACUPE-DISTRITO LA VICTORIA-PROVINCIA CHICLAYO-REGION LAMBAYEQUE

**ASUNTO** : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE UNA (01) MUESTRA DE AGUA DE POZO TRAJIDA POR EL INTERESADO AL LABORATORIO DE SUELOS

Muestra N°	C.E. Us/cm	pH	Meq/litro							
			CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	MG	Na	K
Agua	1,210	7.1	0.0	6.8	2.5	2.3	4.4	3.2	3.4	0.9

Lambayeque, 15 de marzo del 2018



*[Handwritten Signature]*

\_\_\_\_\_  
Firma de Laboratorio de Suelos

## ANEXO N°09: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMIA



### ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE SUELOS

**SOLICITANTE** : DICK ALEX EFFIO AYASTA

**PROYECTO** : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO CHACUPE-LA VICTORIA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

**PROCEDENCIA** : CASERIO CHACUPE-LA VICTORIA PROVINCIA CHICLAYO-DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

**ASUNTO** : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE CUATRO MUESTRAS DE SUELO TRAÍDA POR EL INTERESADO AL LABORATORIO DE SUELOS

MUESTRA N°	C E mS/cm	PH	D.a	D.r	Clase textural			Textura
					Arena %	Limo %	Arcilla %	
1 0-30	5.38	7.4	1.31	2.01	40.2	16.8	43.0	Arcilla
4 30-60	8.30	7.7	1.28	2.00	38.6	20.0	41.4	Arcilla
7 60-90	10.80	7.8	1.42	2.02	28.5	28.6	42.9	Arcilla Limoso
10 0-30	3.06	7.3	1.35	2.03	42.7	21.5	35.8	Franco Arcilloso

**FECHA** : 20 de Julio del 2017

  
Jefatura del Laboratorio De Suelos

## ANEXO N°10: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO DE AGUA CANAL



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMIA



### ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE AGUA

**SOLICITANTE** : DICK ALEX EFFIO AYASTA  
**PROYECTO** : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTAREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO CHACUPE-LA VICTORIA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
**PROCEDENCIA** : CASERIO CHACUPE-LA VICTORIA PROVINCIA CHICLAYO-DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE  
**ASUNTO** : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE DOS MUESTRAS DE AGUA TRAIDA POR EL INTERESADO AL LABORATORIO DE SUELOS

MUESTRA	CE US/cm	PH	Co3 mg/litro	Hco3 mg/litro	Cl mg/litro	So4 mg/litro	Ca mg/litro	Mg mg/litro	Na mg/litro	K mg/litro
AGUA NORIA	890.0	7.20	0.0	2.1	4.0	2.6	4.1	3.1	1.2	0.3
AGUA CANAL	370.0	7.01	00	1.3	1.4	0.8	1.75	1.50	0.4	0.2

**FECHA** : 20 DE JULIO DEL 2017

Jefatura Laboratorio de Suelos

## ANEXO N°11: DISPONIBILIDAD HÍDRICA

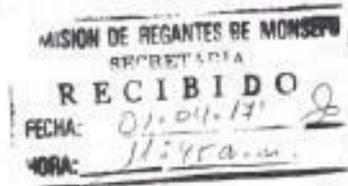
"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

SOLICITO: DISPONIBILIDAD HÍDRICA  
DEL PREDIO 1836 - 4

**Sr. GUSTAVO GONZALES GONZALES**

Presidente de la Comisión de Regantes

**SUB SECTOR DE RIEGO - MONSEFÚ**



Reciba un cordial y por el presente expongo lo siguiente:

Yo Dick Alex Effio Ayasta, egresado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, me dirijo a usted para solicitarle la Disponibilidad Hídrica del predio 1836 - 4, ubicado en el sector de Alto Pena - Chacupe. Los resultados solicitados serán empleados en los cálculos de mi proyecto de Tesis de Riego Tecnificado de las aproximado 10 has del predio antes mencionado.

Por lo expuesto, agradezco su gentil apoyo para proporcionar los datos solicitados para dicho fin, sin otro particular me despido de usted.

Monsefú 01 de Abril 2017

Atentamente,

Bach. DICK ALEX EFFIO AYASTA

DNI N° 47037899



**RECORD DE CONSUMO**  
Campaña Agrícola: 2016-2017

Comisión De Usuarios: MONSEFU  
Usuario: EFFIO CHAVESTA JUAN FRANCISCO  
Codigo Riego: MNCHAP215  
Nombre Predio: CHACUPE  
Canal de Riego: ALTO PENA

Area Total: 8.81  
Licencia: 10.00  
Permiso: 0.00

Fecha Reparto	Q. (l/s)	Tiempo		Horario de Suministro				Volumen m3	Uso	Cod. Riego	Nro. Hoja	Sectorista
		hh	mm	Fecha	Desde	Hasta	Tmp.					
<b>ARROZ</b>												
26/01/2017	160	2	0	28/01/2017	08:00	08:00	REC	1,162.00	Remojo Almacigo	CH0001	13-000591	JCORNEJO
26/01/2017	160	1	0	28/01/2017	08:00	09:00		576.00	Remojo Almacigo	CH0001	13-000591	JCORNEJO
08/02/2017	160	3	0	08/02/2017	00:00	03:00	REC	1,728.00	1er Repaso Alma	CG0003	13-000703	JCORNEJO
08/02/2017	160	15	0	08/02/2017	03:00	18:00		8,640.00	1er Repaso Alma	CG0003	13-000703	JCORNEJO
15/02/2017	160	12	0	10/02/2017	04:00	16:00	REC	6,912.00	Remojo Transpia	CH0017	13-000750	JCORNEJO
15/02/2017	160	6	0	10/02/2017	16:00	22:00		3,456.00	Remojo Transpia	CH0017	13-000750	JCORNEJO
18/02/2017	160	2	0	17/02/2017	03:00	05:00	REC	1,162.00	Remojo Transpia	CH0020	13-000782	JCORNEJO
18/02/2017	160	10	0	17/02/2017	05:00	15:00		5,760.00	Remojo Transpia	CH0020	13-000782	JCORNEJO
06/03/2017	160	3	0	22/02/2017	06:00	09:00	REC	1,728.00	1er Repaso	CH0023	13-000919	JCORNEJO
06/03/2017	160	8	0	22/02/2017	09:00	17:00		4,800.00	1er Repaso	CH0023	13-000919	JCORNEJO
11/03/2017	160	4	0	12/03/2017	19:00	23:00	REC	2,304.00	1er Repaso	CH0017	13-000953	JCORNEJO
11/03/2017	160	1	0	12/03/2017	23:00	00:00		576.00	1er Repaso	CH0017	13-000953	JCORNEJO
11/03/2017	160	7	0	13/03/2017	00:00	07:00		4,032.00	1er Repaso	CH0017	13-000953	JCORNEJO
Total Consumido en m3.								<b>42,624.00</b>				

<b>ALFALFA</b>												
20/09/2016	160	3	0	22/09/2016	18:00	21:00	REC	1,728.00	1er Repaso	CH0003	13-000309	JBALLENA
20/09/2016	160	3	0	22/09/2016	21:00	00:00		1,728.00	1er Repaso	CH0003	13-000309	JBALLENA
20/09/2016	160	2	0	23/09/2016	00:00	02:00		1,152.00	1er Repaso	CH0003	13-000309	JBALLENA
16/01/2017	160	4	0	15/01/2017	08:00	12:00	REC	2,304.00	1er Repaso	CH0011	13-000504	JCORNEJO
16/01/2017	160	2	0	15/01/2017	12:00	14:00		1,152.00	1er Repaso	CH0011	13-000504	JCORNEJO
17/01/2017	160	2	0	17/01/2017	20:00	22:00	REC	1,152.00	1er Repaso	CH0011	13-000512	JCORNEJO
17/01/2017	160	1	0	17/01/2017	22:00	23:00		576.00	1er Repaso	CH0011	13-000512	JCORNEJO
19/01/2017	160	3	0	20/01/2017	10:00	13:00	REC	1,728.00	1er Repaso	CH0012	13-000535	JCORNEJO
19/01/2017	160	2	0	20/01/2017	13:00	15:00		1,152.00	1er Repaso	CH0012	13-000535	JCORNEJO
18/04/2017	160	2	0	18/04/2017	08:00	10:00	REC	1,152.00	1er Repaso	CH0020	13-001105	JCORNEJO
18/04/2017	160	4	0	18/04/2017	10:00	14:00		2,304.00	1er Repaso	CH0020	13-001105	JCORNEJO
22/04/2017	160	3	0	22/04/2017	01:00	04:00	REC	1,728.00	1er Repaso	CH0025	13-001135	JGUZMAN
22/04/2017	160	5	0	22/04/2017	04:00	09:00		2,880.00	1er Repaso	CH0025	13-001135	JGUZMAN
Total Consumido en m3.								<b>20,736.00</b>				

COMISION DE REGANTES  
MONSEFU  
Ing. Gustavo Fuentes Gonzales  
PRESIDENTE



**RECORD DE CONSUMO**  
Campaña Agrícola: 2015-2016

Comisión De Usuarios: MONSEFU  
Usuario: EFFIO CHAVESTA JUAN FRANCISCO  
Codigo Riego: MNCHAP215  
Nombre Predio: CHACUPE  
Canal de Riego: ALTO PENA

Area Total: 8.81  
Licencia: 10.00  
Permiso: 0.00

Fecha Reparto	Q. (l/s)	Tiempo		Horario de Suministro				Volumen m3	Uso	Cod. Riego	Nro. Hoja	Sectorista
		hh	mm	Fecha	Desde	Hasta	Tmp.					
<b>ARROZ</b>												
02/07/2016	160	1	0	04/07/2016	04:00	05:00	REC	576.00	1er Repaso	CH0001	13-000009	JBALLENA
02/07/2016	160	12	0	04/07/2016	05:00	17:00		6,912.00	1er Repaso	CH0001	13-000009	JBALLENA
Total Consumido en m3.								<b>7,488.00</b>				
<b>ALFALFA</b>												
30/07/2016	160	3	0	30/07/2016	18:00	21:00	REC	1,728.00	1er Repaso	CH0002	13-000116	JBALLENA
30/07/2016	160	3	0	30/07/2016	21:00	00:00		1,728.00	1er Repaso	CH0002	13-000116	JBALLENA
30/07/2016	160	7	0	31/07/2016	00:00	07:00		4,032.00	1er Repaso	CH0002	13-000116	JBALLENA
Total Consumido en m3.								<b>7,488.00</b>				

COMISION DE REGANTES  
MONSEFU  
Ing. Gustavo Fuentes Gonzales  
PRESIDENTE

# ANEXO N°12: RED DE RIEGO

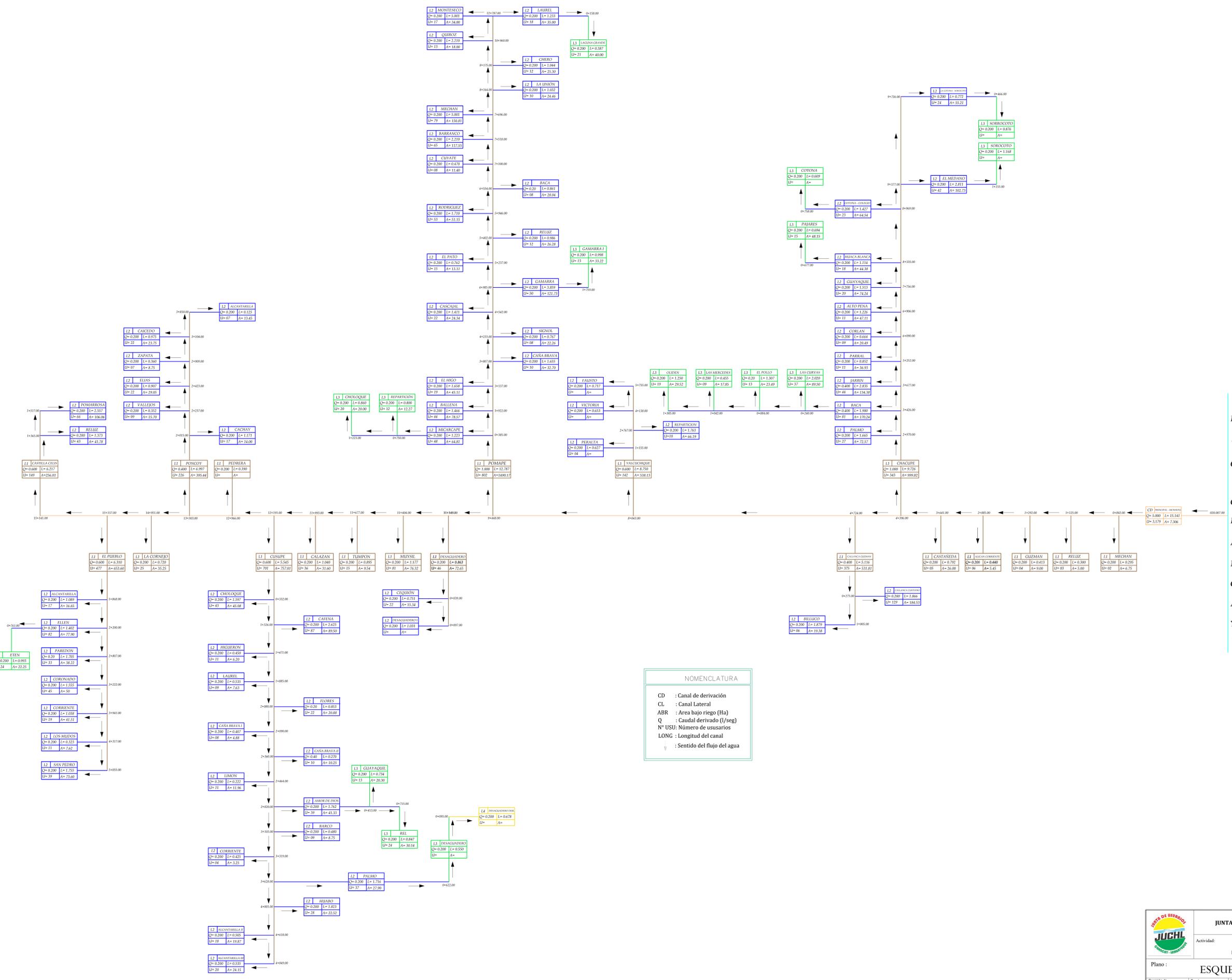
## RED DE RIEGO

### SUB SECTOR HIDRÁULICO MONSEFÚ

GERENCIA AGRARIA	: LAMBAYEQUE
SECTOR HIDRAULICO	: CHANCAY LAMBAYEQUE
JUNTA DE USUARIOS	: CHANCAY LAMBAYEQUE

SUB SECTOR HIDRAULICO	: MONSEFU
AGRUPADO POR	: RED DE RIEGO
FECHA	: DICIEMBRE 2016

NIVEL CANAL	PROGRESIVA DEL CANAL						NOMBRE DEL CANAL	MARGEN	LONGITUD CANAL (m)	Cap. Max. (m3/seg.)	N° USUARIOS	AREAS SERVIDAS (Has.)
	CD	L-01	L-02	L-03	L-04	L-05						
CD	020+007.00						PRINCIPAL - MONSEFU	Der.	15141.00	5.000	3,179	7,306.39
L-01	000+842.00						MECHAN	Izq.	301.84	0.200		
L-01	001+125.00						RELUZ	Izq.	559.50	0.200	8	9.98
L-01	001+292.00						GUZMAN	Izq.	696.31	0.200	6	23.93
L-01	002+885.00						ALICAN CORRIENTE	Izq.	684.01	0.200	17	22.62
L-01	003+641.00						CASTAÑEDA	Izq.	913.67	0.200	4	38.25
L-01	004+396.00						CHACUPE	Der.	10015.84	2.000	255	980.72
L-02		002+970.00					PALMO	Izq.	1665.00	0.200	26	66.78
L-02		003+426.00					BACA	Izq.	1900.00	0.400	80	227.70
L-03			000+240.00				LAS CURVAS	Der.	2020.00	0.200	37	96.70
L-03			000+884.00				EL POLLO	Der.	1307.00	0.200	9	17.93
L-03			001+042.00				LAS MERCEDES	Der.	455.00	0.200	3	10.00
L-03			001+305.00				OLDEN	Der.	1250.00	0.200	10	16.34
L-02		003+677.00					JARRIN	Izq.	2873.47	0.400	34	147.92
L-02		005+252.00					PARRAL	Izq.	852.00	0.200		
L-02		006+090.00					CORLAN	Izq.	664.00	0.200	2	23.00
L-02		006+906.00					ALTO PENA	Izq.	1226.00	0.200	9	45.10
L-02		007+756.00					GUAYAQUIL	Izq.	1513.00	0.200	17	133.81
L-02		008+335.00					HUACABLANCA	Izq.	1114.00	0.200	23	125.61
L-03			000+677.00				PAJARES	Der.	694.00	0.200		
L-02		008+969.00					COTONA - EL COLEGIO	Izq.	1427.00	0.200	17	58.38
L-03			000+758.00				COTONA	Der.	609.00	0.200	12	28.16
L-02		009+377.00					MEDANO	Der.	2811.00	0.200	39	111.39
L-03			001+155.00				SOROCOTO	Izq.	1168.00	0.200		
L-02		009+726.00					LA COTONA - SOROCOTO	Der.	772.00	0.200		
L-03			000+466.00				SOROCOTO	Der.	876.00	0.200		
L-01	004+724.00						CALLANCA GUZMAN	Izq.	5180.97	0.400	211	305.51
L-02		001+005.00					BILUCO	Der.	1879.00	0.200	9	82.38
L-01	008+043.00						YALCUCHIQUE	Der.	8730.41	0.600	137	607.67
L-02		001+155.00					PERALTA	Izq.	627.00	0.200		
L-02		002+767.00					REPARTICION	Der.	1763.00	0.200	11	63.06
L-02		004+138.00					VICTORIA	Izq.	653.00	0.200		
L-02		005+755.00					FAUSTO	Izq.	717.00	0.200		
L-01	009+448.00						POMAPE	Der.	12812.25	2.000	604	1,684.29
L-02		000+385.00					MICARCAPE	Izq.	1223.00	0.200	70	130.13
L-03			000+750.00				REPARTICION	Izq.	800.00	0.200	14	19.07
L-03			001+223.00				CHOLOQUE	Izq.	800.00	0.200	17	36.75
L-02		001+922.00					BALLENA	Izq.	1466.00	0.200	35	143.75
L-02		003+137.00					EL HIGO	Izq.	1658.00	0.200	16	65.11
L-02		003+807.00					CAÑA BRAVA	Der.	1655.00	0.200	9	33.50
L-02		004+231.00					SIGNOL	Der.	767.00	0.200	7	22.26
L-02		004+542.00					CASCAJAL	Izq.	1411.00	0.200	21	27.18
L-02		004+965.00					GAMARRA	Der.	3859.00	0.200	57	177.24
L-03			001+759.00				GAMARRA (Repartición)	Izq.	998.00	0.200	13	39.58
L-02		005+237.00					EL PATO	Izq.	800.68	0.200	15	13.60
L-02		005+402.00					RELUZ	Der.	986.00	0.200	11	28.73
L-02		005+946.00					RODRIGUEZ	Izq.	1710.00	0.200	40	68.15
L-02		006+554.00					BACA	Der.	926.09	0.200	6	16.25
L-02		007+100.00					CUYATE	Izq.	470.00	0.200	7	11.00
L-02		007+518.00					BARRANCO	Izq.	2507.00	0.200	52	156.12
L-02		007+896.00					MECHAN	Izq.	5001.00	0.200	75	156.31



	<b>JUNTA DE USUARIOS CHANCAY LAMBAYEQUE</b>			
	Actividad: ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL SECTOR HIDRÁULICO MENOR CHANCAY - LAMBAYEQUE			
Plano :		<b>ESQUEMA HIDRÁULICO</b>		
Comisión de Usuarios:	Escala: SE	Elaborado: MESTRE WASHINGTON GUTIERREZ	Revisado: Ing. Pedro Gallo Sanchez	Lamina: <b>EH-01</b>
MONSEFU	Fecha: JUL. 2017	Dibujo: M.L.N.R	Aprobado: A.L.A.	

# **ANEXO N°13:**

**FICHAS TÉCNICAS DE  
MATERIALES CONSIDERADOS EN  
EL PROYECTO DE TESIS**



Arkal Product Guide



ARKAL

FILTOMAT

AMIAD

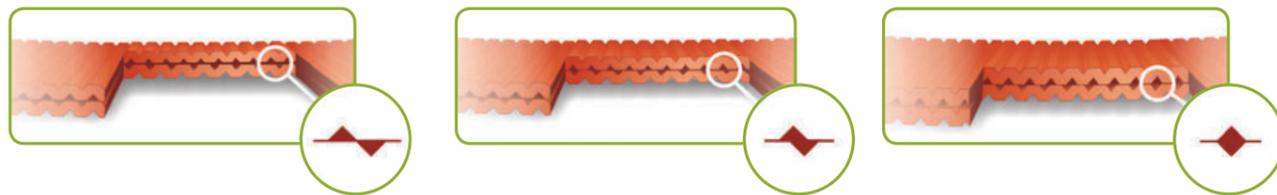
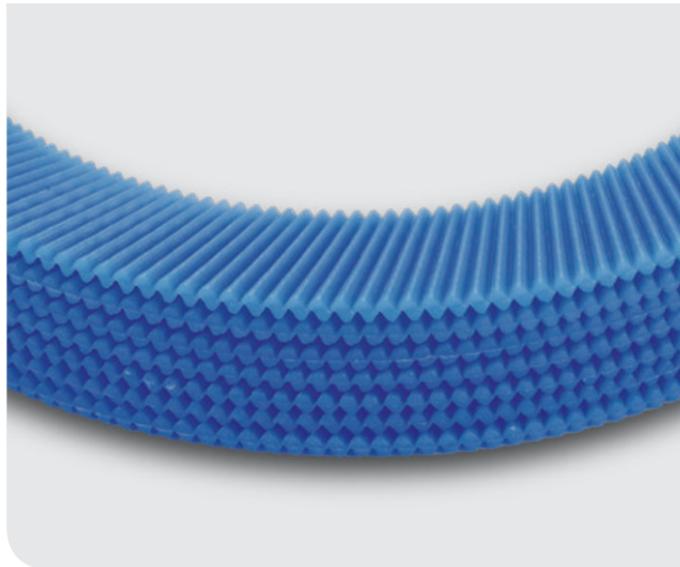
# Disc Filtration Technology

## Standard Features:

- Micron-precise filtration of solids
- Innovative depth filter design traps and retains large amounts of solids
- Long-term operation with minimal maintenance or cleaning

Arkal's distinctively developed disc filtration technology operates using thin, color-coded polypropylene discs of a specific micron size. The discs are diagonally grooved on both sides, in opposite directions. A series of discs are stacked and compressed on a specially designed spine.

The grooves of any two adjacent discs, pressed together, create a series of crossing points which form multiple particle traps. In the filtration process, the force of the spring along with the differential pressure firmly compresses these discs together providing exceptional filtration efficiency. Filtration occurs as water percolates from the outer diameter to the inner diameter of the filter element. Depending on the micron rating, there are multiple crossing points in each track, creating distinctive in-depth filtration.



## Table of Filtration Grades of the Discs and Color Code

Color Code	Blue	Yellow	Red	Black	Brown	Green	Purple	Gray
Micron	400	200	130	100	70	55	40	20
Mesh	40	80	120	140				

# SpinKlin® Technology - Fully Automatic Disc Filter



## Standard Features:

- Securely stacked discs for micron-precise filtration solids
- Corrosion resistant spine
- Innovative depth filter design captures and retains large amounts of solids for longer filtration cycles
- Short, efficient backwash process conserves water and energy
- Easy and simple operation
- Long-term operation with minimal maintenance

## Filtration Process:



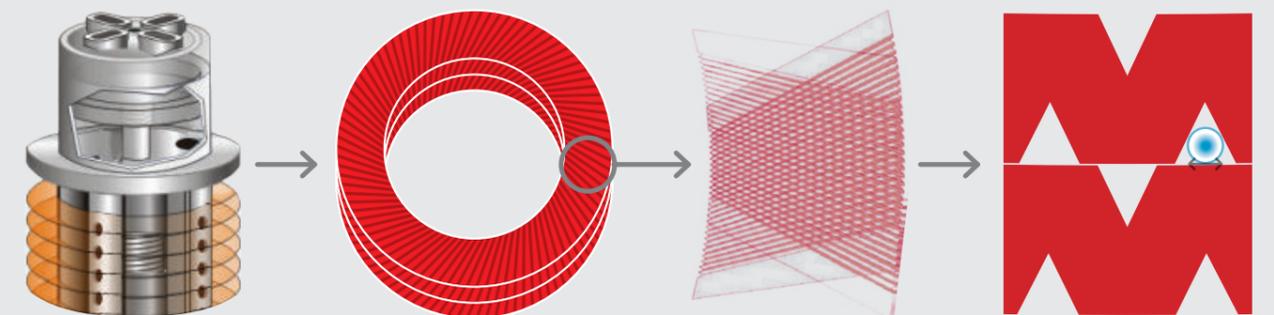
The color coded micron sized filtration discs are stacked on the SpinKlin® spine and assembled according to predetermined water filtration requirements. During filtration, the discs are compressed by means of preloaded spring and differential pressure, forcing the water to pass through the grooved discs surface, thus trapping the solids.

## Backwash Process:



Activated by a predefined time command or differential pressure, the system enters backwash mode. The inlet valve port shuts as the drain port opens. During the backwash process, pressure is released and the spine's piston rises, releasing the compression on the discs. Tangential jets of clean water are then forced through the nozzles positioned along the spine. At this stage the discs spin freely, loosening the trapped solids which are then flushed out.

## Diagonally Grooved Disc Filtration



## 3"-4" SpinKlin® Angle Apollo

### Automatic Disc Filter Systems



Inlet/Outlet Connection

**6" - 8"**

Flow Capacity

**90-360 m<sup>3</sup>/h  
and higher**

Operation

**Modular, fully  
automatic disc  
filtration**

#### Special Features:

- Unique construction, easy installation.
- Particularly cost effective high flow module.
- All materials which come in contact with water are polymeric.

Technical Data	3 Units	4 Units	5 Units	6 Units	7 Units	8 Units	
Max. pressure	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	
Min. backwash pressure	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar	
Max. flowrate:	400-130µm	120 m <sup>3</sup> /h	160 m <sup>3</sup> /h	200 m <sup>3</sup> /h	240 m <sup>3</sup> /h	280 m <sup>3</sup> /h	320 m <sup>3</sup> /h
	100µm	110 m <sup>3</sup> /h	145 m <sup>3</sup> /h	180 m <sup>3</sup> /h	215 m <sup>3</sup> /h	250 m <sup>3</sup> /h	290 m <sup>3</sup> /h
Filtration surface area	7,860 cm <sup>2</sup>	10,480 cm <sup>2</sup>	13,100 cm <sup>2</sup>	15,720 cm <sup>2</sup>	18,340 cm <sup>2</sup>	20,960 cm <sup>2</sup>	
Filtration volume	9,426 cm <sup>3</sup>	12,568 cm <sup>3</sup>	15,710 cm <sup>3</sup>	18,852 cm <sup>3</sup>	21,994 cm <sup>3</sup>	25,136 cm <sup>3</sup>	
Backwash flow per filter	24 m <sup>3</sup> /h	24 m <sup>3</sup> /h	24 m <sup>3</sup> /h	24 m <sup>3</sup> /h	24 m <sup>3</sup> /h	24 m <sup>3</sup> /h	
System length - L	1,160 mm	1,520 mm	1,920 mm	2,280 mm	2,660 mm	3,040 mm	
System width - W	1,048 mm	1,048 mm	1,118 mm	1,118 mm	1,160 mm	1,160 mm	
System height - H	1,201 mm	1,201 mm	1,285 mm	1,285 mm	1,307 mm	1,307 mm	
Standard diameter	6"	6"	8"	8"	10"	10"	

\* Manifold construction material options: Polypropylene, Polyester Coated, Stainless Steel.

#### Standard Features:

- Micron-precise filtration of solids
- Long-term operation with little maintenance
- Operation is easy and requires no special tools
- Continuous water supply during backwash



Municipal



Industry



Irrigation

#### Headquarters

Amiad Water Systems Ltd. D.N. Galil Elyon 1, 12335, Israel,  
Tel: 972 4 690 9500, Fax: 972 4 690 9391,  
E-mail: info@amiad.com

#### North America

Main Office and Manufacturing:  
120-J Talbert Road, Mooresville, NC 28117,  
Tel: 1 704 662 3133, Fax: 1 704 662 3155, Toll Free: 1 800 24 FILTER  
E-mail: info@amiadusa.com www.amiadusa.com

West Coast Sales Office and Warehouse:  
2220 Celsius Avenue, Oxnard, California 93030  
Tel: 805 988 3323, Fax: 805 988 3313, Toll Free: 1 800 969 4055

#### Chile

Amiad Andina, Carretera General San Martín 16.500 No 30,  
Loteo Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago de Chile,  
Tel: 56 2 489 5100, Fax: 56 2 489 5101,  
E-mail: amiadandina@amiad.com

#### Brazil

E-mail: amiad@amiad.com.br  
Amiad Oil & Gas,  
E-mail: amisur@adinet.com.uy

#### Europe

Amiad Water Systems Europe SAS,  
Ilot No4 ZI La Boitardière, 37530 Chargé, France,  
Tel: 33 (0) 2 47 23 01 10, Fax: 33 (0) 2 47 23 80 67,  
E-mail: info@amiad-europe.com

#### Germany

Amiad Filtration Solutions (2004) Ltd. Zweigniederlassung  
Deutschland Prinz-Regent-Str. 68 a 44795 Bochum,  
Tel: 49 (0) 234 588082-0, Fax: 49 (0) 234 588082-12,  
E-mail: info@amiad.de

#### Turkey

FTS – Filtration & Treatment Systems, Istanbul yolu 26 Km,  
Yurt Orta Sanayii, Saray, Ankara, Tel: 90 312 8155266/7,  
Fax: 90 312 8155248, E-mail: info@fts-filtration.com

#### India

Amiad Filtration India Pvt Limited, 305 Sai Commercial Building  
Govandi St Rd, Govandi Mumbai 400 088, Tel: 91 22-67997813/14,  
Fax: 91 22-67997814, Email: info@amiadindia.com

#### China

Amiad China (Yixing Taixing Environtec Co., Ltd.)  
70 Baihe Chang, Xingjie Yixing Jiangsu, 214204,  
Tel: 86 510 87134000, Fax: 86 510 87134999,  
E-mail: marketing@taixing.cc

#### South-East Asia

Filtration & Control Systems Pte. Ltd., 19B Teo Hong Road,  
088330 Singapore, Tel: 65 6 337 6698, Fax: 65 6 337 8180,  
E-mail: fcs1071@pacific.net.sg

#### Australia

Amiad Australia Pty Ltd. 138 Northcorp Boulevard,  
Broadmeadows, Victoria 3047,  
Tel: 61 3 93585800, Fax: 61 3 93585888,  
E-mail: sales@amiad.com.au

www.amiad.com

910101-000283/05.2012





C1 1/2x2-5.7T

## ELECTROBOMBA CENTRIFUGA MONOBLOCK SERIES B y C

### DESCRIPCION GENERAL

Equipo de bombeo compacto, de alta eficiencia y robusto. Un mínimo de componentes garantiza un servicio eficiente y libre de mantenimiento. Diseñado para trabajo pesado.

### DETALLES CONSTRUCTIVOS

**Motor Monofásico:** Abierto para suministro monofásico de 220 / 110 V, 60 Hz, 3450 RPM. Eje de acero inoxidable AISI 420. Rodamientos sellados y prelubricados. Con protector térmico contra sobrecargas.

**Motor Trifásico:** Abierto para suministro trifásico de 220 / 440 V, 60 Hz, 3450 RPM; hasta 3.4 HP. A partir de 5.7 HP los motores son cerrados según norma IEC, para suministro trifásico de 220 / 380 / 440 V, 60 Hz, 3450 RPM y eje en acero AISI 1045. Rodamientos sellados y prelubricados. No requiere mantenimiento, Aislamiento Clase B.

**Caja:** Fabricada en hierro fundido gris. Proba-da hidrostáticamente.

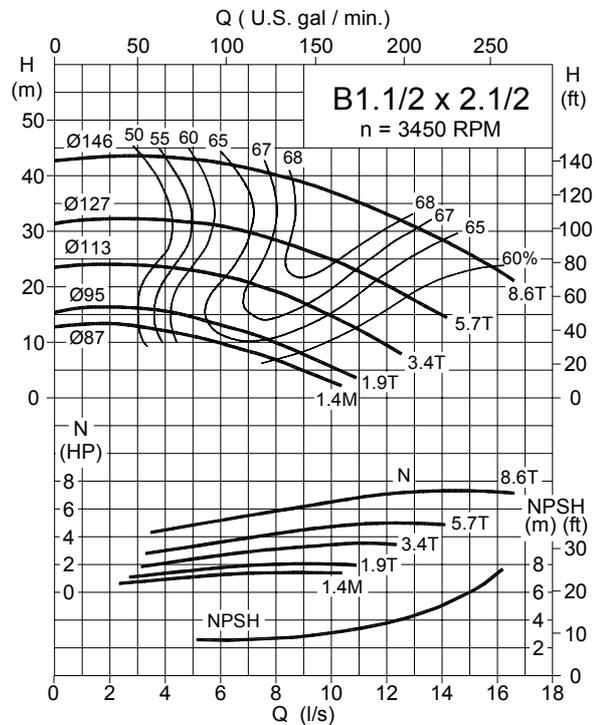
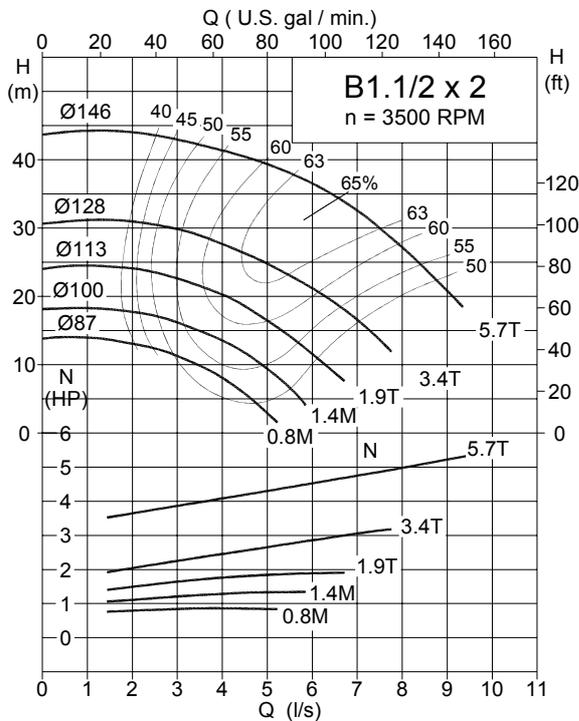
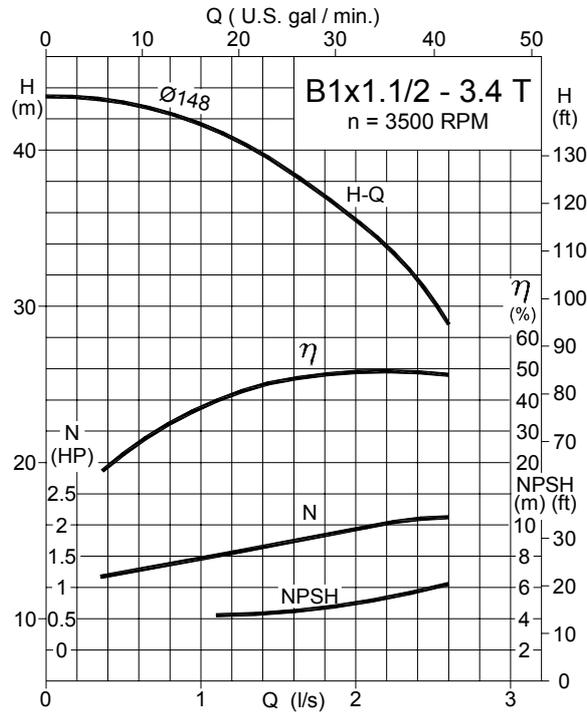
**Impulsor:** Tipo centrífugo. Fabricado en hierro fundido gris, con alta resistencia a la corrosión y al desgaste. Balanceado estática y dinámicamente para evitar vibraciones. Está montado directamente sobre el eje del motor, asegurando un perfecto alineamiento.

**Sello mecánico:** Marca John Crane, Tipo 6 para ejes de  $\varnothing 3/8$ " y Tipo 21 para los ejes de  $\varnothing 1.1/8$ ". Construido con elementos de acero y buna, caras de cerámica y carbón. Permite operaciones en condiciones severas de hasta 90°C y 75 PSI. No requiere ajuste ni mantenimiento.

### APLICACIONES

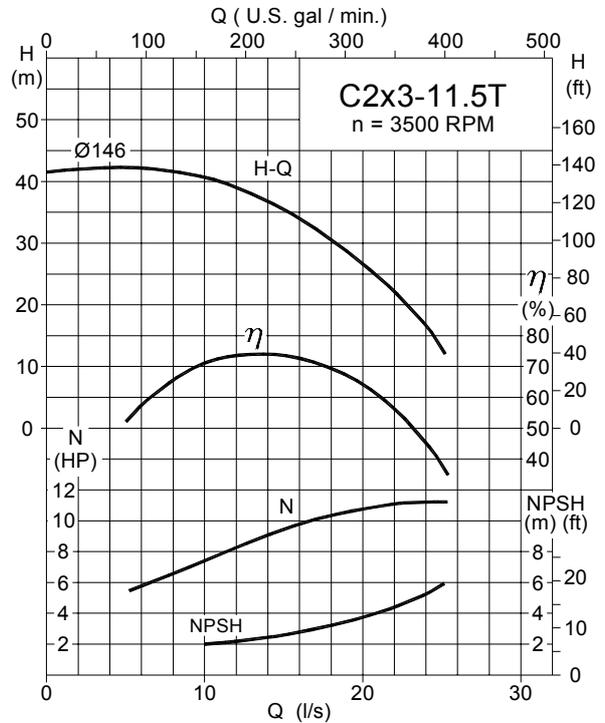
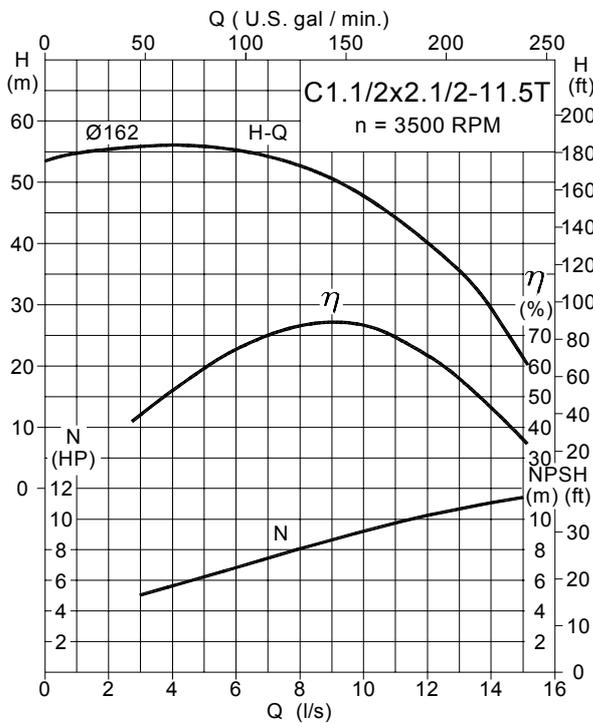
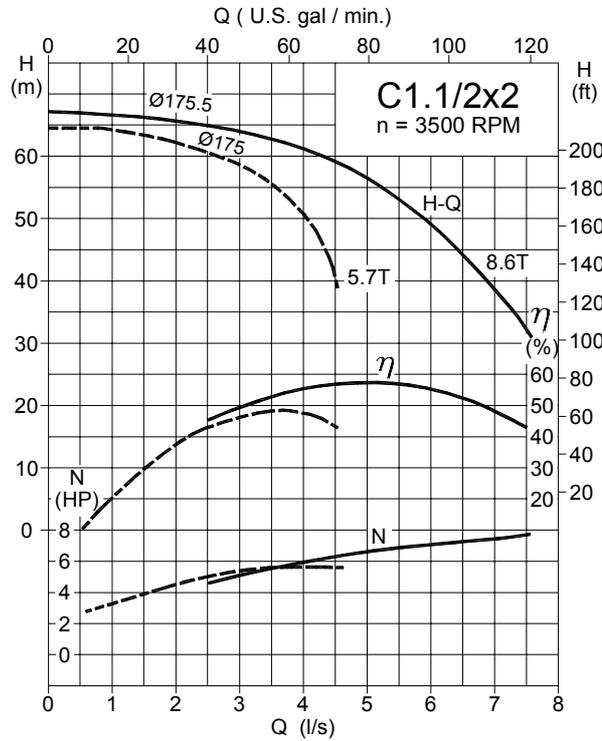
Suministro de agua potable en edificios de gran altura, recirculación de líquidos, riego tecnificado, equipos hidroneumáticos, industrias y minería.

**CURVAS DE OPERACION A 60 Hz**



CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUALIMPIA)

**CURVAS DE OPERACION A 60 Hz**

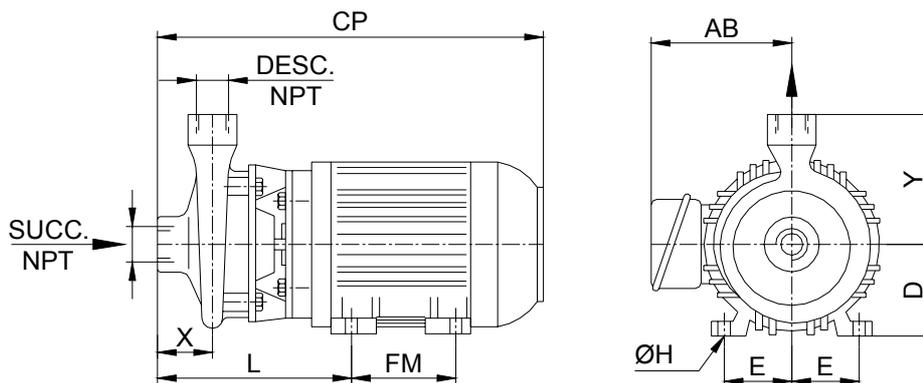


CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUALIMPIA)

## DATOS TECNICOS

MODELO	DIAMETRO EJE (PULG.)		MOTOR		
	IMPULSOR	SELLO	F.S.	HP	FRAME
B1x1.1/2-3.4 T	NF 7/16	5/8	1.0	3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2-0.8 M				0.8	NEMA C56
B1.1/2x2-1.4 M				1.4	NEMA D56
B1.1/2x2-1.9 T				1.9	
B1.1/2x2-3.4 T				3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2-5.7 T	NF 7/8	1.1/8		5.7	IEC 100L
B1.1/2x2.1/2-1.4 M	NF 7/16	5/8		1.4	NEMA D56
B1.1/2x2.1/2-1.9 M				1.9	
B1.1/2x2.1/2-3.4 T				3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2.1/2-5.7 T	NF 7/8	1.1/8		5.7	IEC 100L
B1.1/2x2.1/2-8.6 T			8.6	IEC 112M	
C1.1/2x2-5.7 T			5.7	IEC 100L	
C1.1/2x2-8.6 T			8.6	IEC 112M	
C1.1/2x2.1/2-11.5 T			11.5	IEC 132S	
C2x3-11.5 T			11.5	IEC 132S	

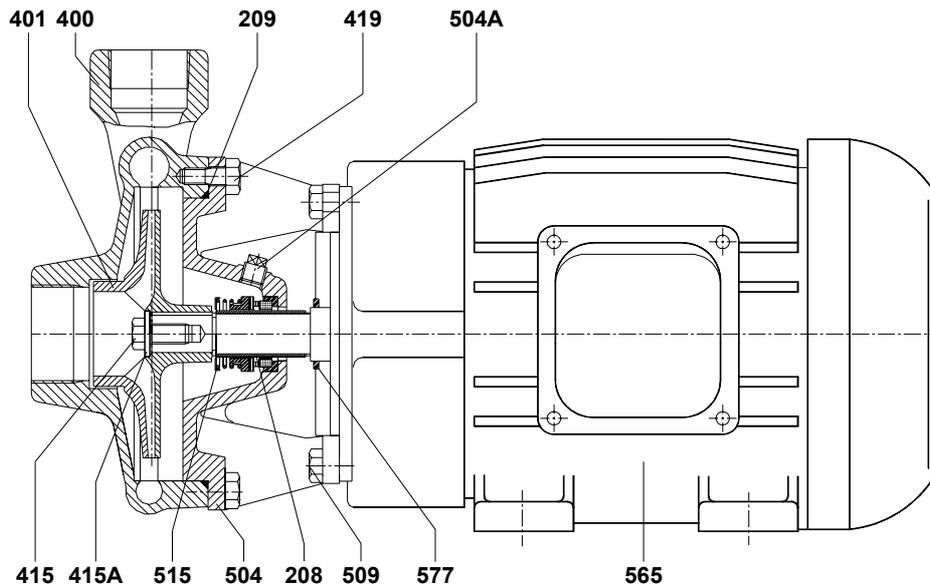
## TABLA DE PESOS Y MEDIDAS



MODELO	SUC.	DES.	AB	CP	D	E	FM	ØH	L	X	Y	PESO Kg.
B1x1.1/2-3.4 T	1.1/2"	1"	95	441	95	70	-	-	115	50	150	26.2
B1.1/2x2-0.8 M	2"	1.1/2"		385	108				20.0			
B1.1/2x2-1.4 M				427					25.6			
B1.1/2x2-1.9 T				457					24.6			
B1.1/2x2-3.4 T				447					28.1			
B1.1/2x2.1/2-1.4 M	2.1/2"	1.1/2"	447	95	28.0							
B1.1/2x2.1/2-1.9 T			477	27.1								
B1.2x2.1/2-3.4 T			30.7									
B1.1/2x2-5.7 T	2"	1.1/2"	160	482	100	80	140	12	241	70	170	42.8
B1.1/2x2.1/2-5.7 T	2.1/2"		502	113	46.3							
B1.1/2x2.1/2-8.6 T	175		523	112	95	268			90	53.0		
C1.1/2x2-5.7 T	2"		160	482	113	80			241	70		47.6
C1.1/2x2-8.6 T	175		503	112	95	248			70	54.3		
C1.1/2x2.1/2-11.5 T	2.1/2"	205	556	132	108	282	85	180	75.9			
C2x3-11.5 T	3"	2"	205	571	132	108	297	100	200	76.2		

MEDIDAS EN MM.

**COMPONENTES**



- |      |   |      |                            |
|------|---|------|----------------------------|
| 112  | CHAVETA PLANA                                       | 415A | ANILLO PLANO               |
| 208  | BOCINA EJE  | 417  | CONJUNTO DE FIJACION       |
| 209  | EMPAQUETADURA                                       | 419  | CONJUNTO DE FIJACION       |
| 400  | CAJA  | 451  | EMPAQUETADURA              |
| 401  | IMPULSOR / IMPULSOR POSTERIOR<br>(B. MULTIETAPICAS) | 452  | GUIADOR (B. MULTIETAPICAS) |
| 401A | IMPULSOR DELANTERO<br>(B. MULTIETAPICAS)            | 504  | LINTERNA                   |
| 402  | TAPA  | 504A | TAPON NPT 1/4"             |
| 406  | EMPAQUETADURA                                       | 509  | CONJUNTO DE FIJACION       |
| 415  | PERNO CENTRAL / ESPARRAGO<br>(B. MULTIETAPICAS)     | 515  | SELLO MECANICO             |
|      |   | 565  | MOTOR ELECTRICO            |
|      |   | 577  | ANILLO DEFLECTOR           |

\*Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.

# Woltman Silver Turbo



## Modelo WSTsb (Bayoneta) - Medidor de Agua

El Woltman Silver Turbo- WST implementa métodos avanzados y altas tecnologías fueron para presentar un product de primera linea Nuevo con configuración Bayonet's.

### • Aplicaciones

Redes de abastecimiento de agua, aplicaciones agrícolas y para uso industrial

### • Tamaños disponibles

2" - 12" (50mm - 300mm)

### • Normas

MID 2004/22/EC (según OIML R49  
EN 14154 y ISO 4064:2005),  
EEC (según ISO 4064:1993)



### Características:

El Woltman Silver Turbo (WST) ofrece lo siguiente:

- Precisión - la curva de precisión del WST es la más amplia en el mercado: El caudal mínimo es de 35%-58% debajo del estándar de ISO para tales medidores y el caudal máximo es de 150%-233% sobre él. La combinación de estas características únicas permite el uso del WST en aplicaciones más amplias y en situaciones extremas.
- Resistencia - los cojinetes y los materiales usados en el WST han demostrado asegurar una durabilidad más allá del requisito del estándar de ISO. Esta característica asegura que el medidor pueda funcionar en condiciones extremas donde otros medidores no pueden mantener un suficiente nivel de precisión.
- Acople Magnético - El WST tiene una unidad de medición única, en la cual solamente un elemento móvil, la turbina, está en contacto con el agua. Los otros componentes móviles, incluyendo el engranaje de transmisión, se mantienen sellados dentro de un compartimiento seco y no tienen ningún contacto con ninguno de los elementos abrasivos presentes en el agua.
- El WST tiene imanes de rechazo instalados en el impulsor y en el engranaje de transmisión. Cojinete deslizante (SB) ofrecen mayor durabilidad.
- Compatibilidad - El WST está también disponible con EV, EF, Dialog 2G, Dialog 3G, etc. La unidad de medida del WST puede ser instalada en cualquiera de los modelos existentes WT de Arad.

### Especificaciones Técnicas

<b>Presión Máxima de Funcionamiento</b>	Estándar - 16 bar Sobre encomienda - 25 bar
<b>Temperatura Máxima</b>	60°C
<b>Cuerpo</b>	Hierro fundido, revestido con poliéster
<b>Conexiones</b>	Bridas que cumplen con ISO, BS 10, ANSI 150 u otros
<b>Registro</b>	IP68



Dial tipo WSTsb

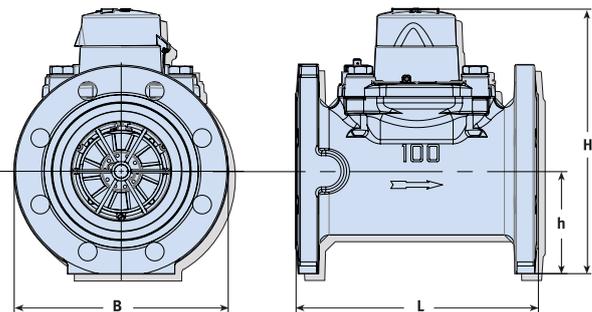
# Woltman Silver Turbo



## Modelo WSTsb (Bayoneta) - Medidor de Agua

### Dimensiones

Model		WST sb							
Tamaño nominal	(mm)	50	65	80	100	150	200	250	300
	(pg)	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12
L - Longitud sin acoples (mm)		200	200	230	250	300	350	450	500
B - Anchura (mm)		165	185	200	220	285	340	405	489
H - Altura (mm)		239	254	259	275	344	377	463	505
h - Altura (mm)		70	85	90	106	140	172	203	245
Peso (kg)		12.5	15	15.5	19	35.5	41	80	95



### Datos de rendimiento:

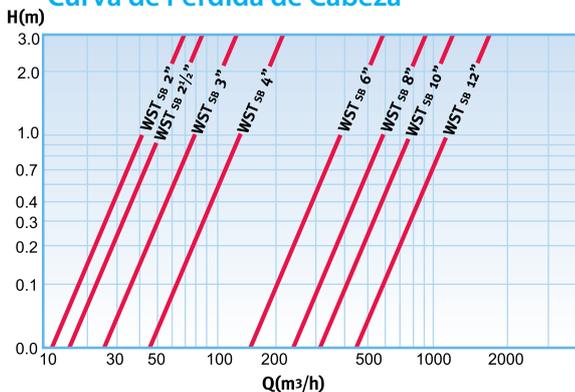
Características metroológicas según EEC (según ISO 4064:1993)

Modelo WST		Qmax Caudal Máximo (m³/h)	Qn ISO 4064 (m³/h)	Qn Caudal Nominal (m³/h)	Qt Caudal de Transición (m³/h)	Qmin Caudal Mínimo (m³/h)	Caudal Inicial (m³/h)	Capacidad Máxima del Registro (m³)	Cantidad mínima leída (liter)	Precisión entre Qmax & Qt	Precisión entre Qt & Qmin
Tamaño Nominal											
(mm)	(inch)										
65	2 1/2	120	25	80	0.8	0.35	0.15	10 <sup>6</sup>	1		
80	3	170	40	120	0.8	0.5	0.25	10 <sup>6</sup>	1		
150	6	410	150	260	3.5	2.5	0.8	10 <sup>7</sup> /10 <sup>6</sup>	1/10		
200	8	730	250	450	15	5	2	10 <sup>8</sup>	100		
250	10	1400	400	750	15	6	3	10 <sup>8</sup>	100		
300	12	2000	600	1000	40	10	4	10 <sup>8</sup>	100		

Características metroológicas según MID 2004/22/EC (según OIML R49 EN 14154 y ISO 4064:2005)

Model WSTsb		Q4 Ratio de flujo máximo (m3/h)	Q3 Ratio de flujo nominal (m3/h)	Q2 Ratio de flujo transicional (m3/h)	Q1 Ratio de flujo mínimo (m3/h)	Ratio de flujo inicial (m3/h)	Capacidad de Registro máxima (m3)	Valor R	Unidad legible más pequeña (litro)	Precisión entre Q4 y Q2	Precisión entre Q2 y Q1
Tamaño nominal											
(mm)	(pg)										
50	2	78.75	63	1.01	0.63	0.15	10 <sup>6</sup>	100	0.5	±2%	±5%
65	2 1/2	78.75	63	1.01	0.63	0.15	10 <sup>6</sup>	100	0.5		
80	3	125	100	1.6	1	0.25	10 <sup>6</sup>	100	0.5		
100	4	200	160	2.56	1.6	0.3	10 <sup>7</sup> /10 <sup>6</sup>	100	5		
150	6	312.5	250	4	2.5	0.8	10 <sup>7</sup> /10 <sup>6</sup>	100	5		
200	8	787.5	630	20.16	12.6	2	10 <sup>8</sup>	50	50		
250	10	1250	1000	32	20	3	10 <sup>8</sup>	50	50		
300	12	1250	1000	32	20	4	10 <sup>8</sup>	50	50		

### Curva de Pérdida de Cabeza



### Requisitos de Instalación

- El medidor de agua se puede instalar en cualquier posición. Para posiciones no horizontales, el flujo será hacia arriba.
- El medidor debe estar lleno de agua mientras opera.
- Antes de la instalación de un medidor, la tubería debe estar completamente enjuagada.
- Sección de tubo recto: U5/ D3.



Arad Ltd.

Dalia 1923900, Israel, Tel: 972-4-9897911, Fax: 972-4-9897960, www.arad.co.il





# SERIE 100

Válvulas Automáticas De Control



**DOROT**  
CONTROL VALVES  
PN 10 Bar 230 Psi  
MOD 47 50 57  
STD ISO 5167 DATE 2010

**DOROT**  
CONTROL VALVES  
PN 10 Bar 230 Psi  
MOD 47 50 57  
STD ISO 5167 DATE 2010

R1 040210

Válvulas GAL

# H y d r á u l i c a

## Dorot Serie 100

Las válvulas diafragma de cierre directo fueron introducidas al mercado mundial por primera vez por DOROT VÁLVULAS DE CONTROL en el año 1982. Esta válvula es activada por la presión de la red y se utiliza para varias aplicaciones en el suministro de agua, en la lucha contra incendios, en sistemas de industria, de riego y de aguas residuales.

El único componente móvil es un diafragma de goma reforzado, el cual:

- Cierra herméticamente el paso del líquido a través de la válvula cerrada.
- Permite el paso cuando la válvula se encuentra completamente abierta, sin ninguna obstrucción a la línea de flujo
- Gradúa el paso del líquido en la válvula reguladora, según dicta la presión que se encuentra dentro de la cámara de mando.

La válvula puede cerrarse o modularse utilizando la presión de línea o cualquier origen de presión externa que sea igual o mayor a la presión de línea.

Las válvulas Dorot S-100 están diseñadas para su fácil mantenimiento en línea, que puede ser ejecutado por personal no calificado utilizando herramientas simples.

La válvula no contiene ejes, juntas o cojinetes que puedan oxidarse y no hay desgaste causado por el contacto con agua sucia, abrasiva o elementos químicos.

## Características y beneficios

- Simplicidad estructural.
- Diseño excepcional que incluye pérdidas sumamente bajas aún en caudales grandes de agua.
- Puede utilizarse para regular la presión desde una condición en la que no hay ningún flujo y hasta un fluido máximo, sin necesidad de utilizar dispositivos adicionales como estranguladores o válvulas de derivación.
- Apto para líquidos naturales, agua de mar o efluentes químicos.
- Existe una gran variedad de coberturas, Materiales y tipos de diafragmas.
- Todos los modelos de válvulas son aptas para una amplia variedad de aplicaciones de control utilizando las válvulas piloto de Dorot.



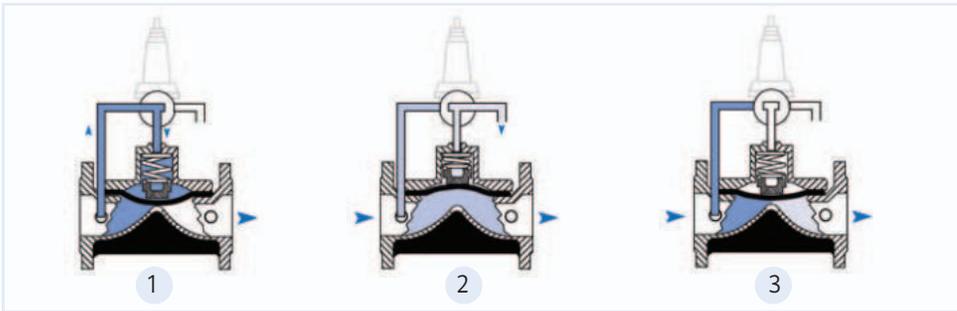
# VALVULAS GAL

## Principios de Operación

### Sistema de Control 3-vías

La válvula principal se controla manualmente, eléctricamente o según selector activado a presión, el cual:

- 1 Introduce la presión de “aguas arriba” o de una fuente externa de presión hacia la cámara de mando de la válvula, presionando de esta forma el diafragma de la válvula hacia abajo.
- 2 Abre la válvula aliviando la presión en la cámara de mando y permitiendo que la presión interna de la línea empuje el diafragma hacia arriba, creando así el paso no restringido y libre del flujo.
- 3 Cierra completamente el paso desde y hacia la cámara de mando, manteniendo de esta forma la válvula principal en una posición fija. Esta posición no existe en los dispositivos utilizados para aplicaciones de control con un interruptor ON/OFF, pero es necesaria en válvulas de regulación.



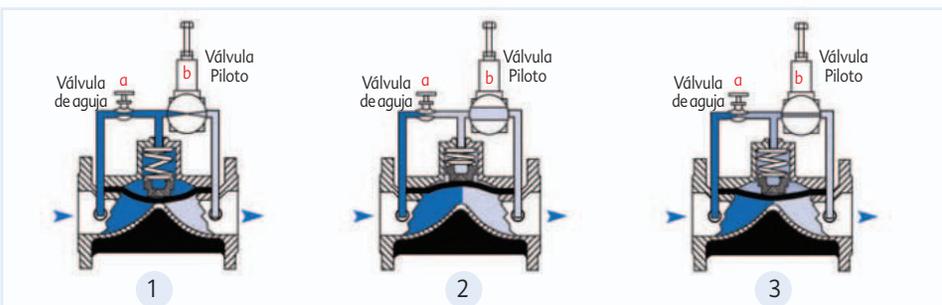
### Sistema de Control 2-vías

Un sistema de control que consiste en dos restricciones al paso.

a. La primera restricción se encuentra en la parte de “aguas arriba” del sistema de control (la boca del tubo o la válvula de aguja).

b. Un dispositivo de ON/OFF (válvula, relé o solenoide) o una válvula piloto moduladora con un pasaje más grande que la restricción ‘a’ instalada. La posición de la válvula principal es afectada por la válvula piloto ‘b’ de aguas abajo, según lo siguiente:

- 1 Cuando la válvula piloto está cerrada, no puede pasar agua hacia abajo, y la válvula principal se cierra por la presión de aguas arriba que entra en la cámara de mando de la válvula a través de la restricción ‘a’.
2. La apertura de la válvula se permite cuando la válvula piloto ‘b’ está completamente abierta y permite el drenaje de la presión en la cámara de mando aguas abajo. En esta posición la presión en la cámara de mando es casi igual a la presión en las aguas abajo.
3. Se estrangula la válvula piloto ‘b’ de tal forma que el flujo que entra a ésta a través de la restricción ‘a’ mantiene un volumen fijo de agua en la cámara de mando y la válvula principal se mantiene en posición fija.



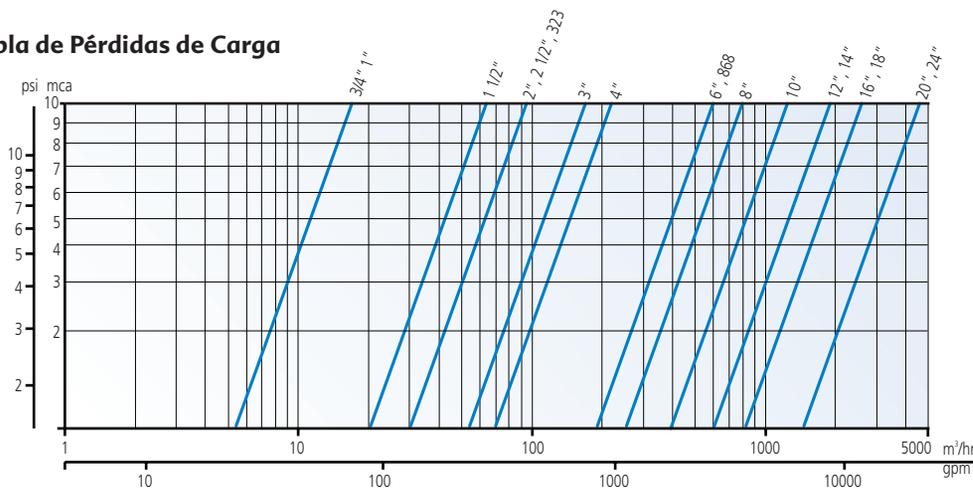
Performance Hidráulica

Tamaño de Válvula	mm	20	25	40	50	65	80 <sub>LF</sub>	80	100	150	200 <sub>LF</sub>	200	250	300	350	400	450	500	600
	Pulg.	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	323	3	4	6	868	8	10	12	14	16	18	20	24
Flujo Max. Continuo	m³/hr	6	10	25	40	40	40	90	100	350	350	480	970	1400	1400	2500	2500	3890	5500
	gpm	26.4	44	110	176	176	176	396	440	1540	1540	2112	4268	6160	6160	11000	11000	17116	24200
Flujo Max. Intermitente	m³/hr	16	27	68	109	109	109	245	273	955	955	1309	2645	3818	3818	6818	6818	10609	10609
	gpm	72	120	300	480	480	480	1080	1200	4200	4200	5760	11640	16800	16800	30000	30000	46680	46680
Flujo Mínimo	m³/hr	< 1																	
	gpm	< 5																	
Kv	m³/hr @ 1 bar	15	22	64	95	95	95	170	220	600	670	800	1250	1900	1900	2600	2600	5370	5370
Cv	gpm @ 1 psi	17	26	75	110	110	110	200	260	700	780	930	1460	2220	2220	3030	3030	6275	6275
Kv *	m³/hr @ 1 bar	-	-	-	78	-	-	120	200	550	-	800	1300	-	-	2600	2600	5370	5370
Cv *	gpm @ 1 psi	-	-	-	91	-	-	140	230	640	-	930	1520	-	-	3030	3030	6275	6275

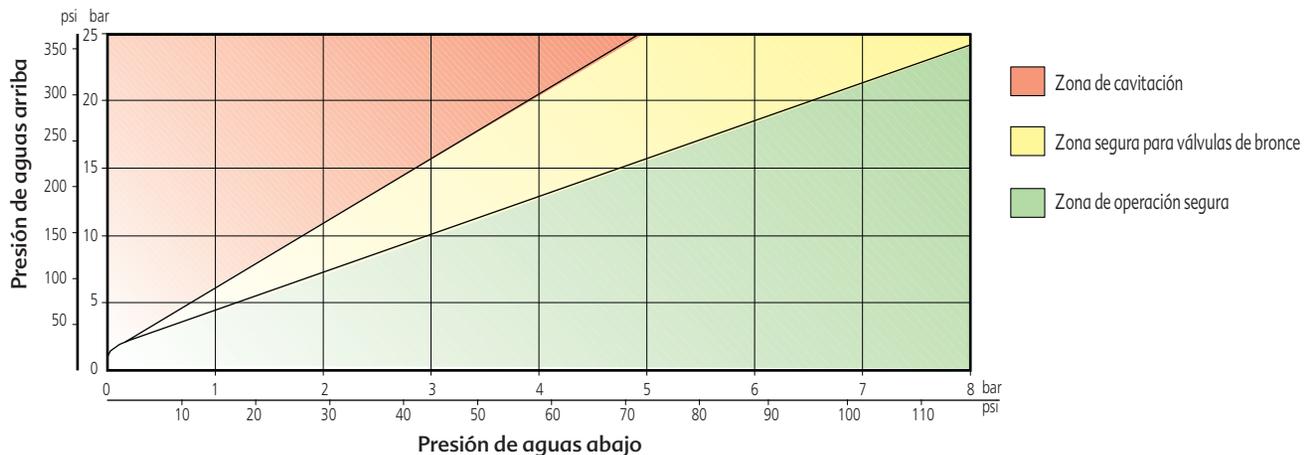
\* Modelos Alta de presión

$$\Delta P(\text{Bar}) = \left( \frac{Q[\frac{m^3}{hr}]}{Kv} \right)^2 \quad \Delta P(\text{Psi}) = \left( \frac{Q[\text{gpm}]}{Cv} \right)^2$$

Tabla de Pérdidas de Carga



Detalles de cavitación





# Válvulas serie 75

Catálogo de válvulas  
serie 75

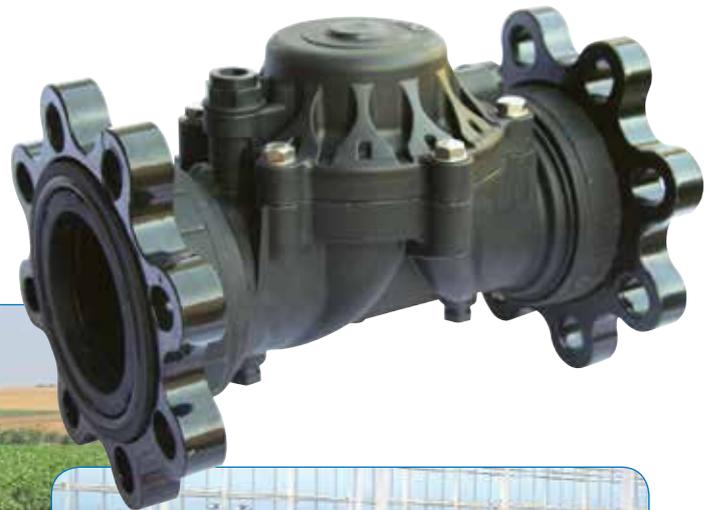


## Dorot serie 75

Las válvulas plásticas de la serie 75 fueron diseñadas para controlar los sistemas de riego en campos abiertos, cultivos y huertos. Esta serie presenta características hidráulicas excepcionales que permiten una alta velocidad de flujo con una muy baja pérdida de carga. Una gama muy amplia de funciones de control permiten el correcto diseño y la operación de todo tipo de sistemas de riego.

### Características:

- Estructura simple
- Excelente desempeño hidráulico - alta capacidad de caudal
- Materiales resistentes, libres de corrosión
- Laberinto libre de obstrucción, exclusiva para las válvulas eléctricas de 2 vías
- Opera a una amplia gama de caudales, desde casi cero a flujo máximo
- Actuación de 2 vías eléctrica o de 3 vías hidráulica / eléctrica
- Tornillo limitador de flujo - opcional
- Mantenimiento fácil y simple
- Adecuado para sistemas de baja presión
- Función antirretorno - opcional para las válvulas eléctricas de 2 vías



## Beneficios:

Simple - solo 4 partes:



\*Para modelos de 3 vías solamente

## Conexiones:

BSP; NPT - rosca  $\frac{3}{4}$ " - 3"  
(20mm-80mm)



Conexiones de PVC 2"  
(50mm)



Brida universal 3", 4"  
(80mm, 100mm)



## Versatilidad

Tornillo limitador de flujo



Solenoide de 2 vías incorporado



## Diafragma flexible

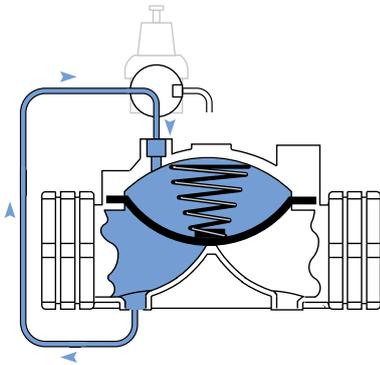
- Apertura-cierre sin problemas así como operación reguladora, incluso con conducción de agua sin procesar (con alto índice de sólidos e impurezas)
- Capacidad de regulación excelente, incluso en condiciones de flujo cero
- Secciones transversales de pasaje de agua extremadamente amplias



Principio de operacion

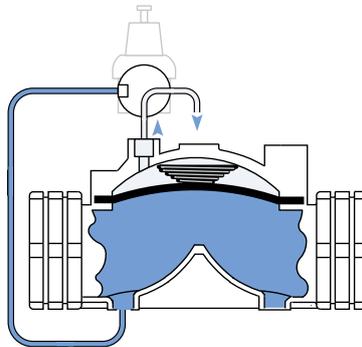
Control de tres vías

Modo cerrado



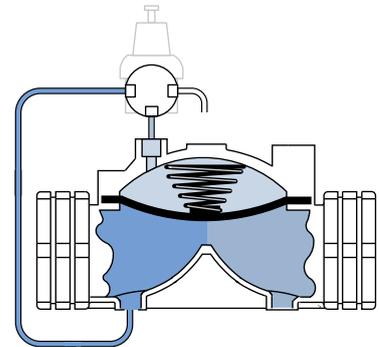
Cuando se aplica la presión de entrada a la cámara de control la válvula se cierra hermética.

Modo abierto



Cuando se alivia la presión operativa desde la cámara de control, la presión de la línea en la entrada de la válvula abre la válvula.

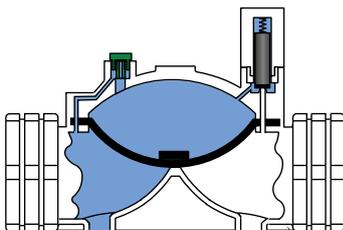
Modo de modulación



La posición del diafragma está dictada por el volumen de agua en la cámara de control, regulada por la válvula piloto a fin de mantener un valor de presión preconfigurado.

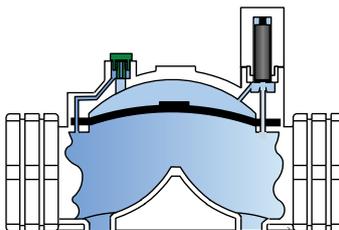
Control eléctrico de dos vías

Modo cerrado



Solenoides posicionados en la salida de la cámara de control. Mediante una restricción laberíntica, existe permanente conexión entre "aguas arriba" y la cámara de control, lo cual garantiza el cierre de la válvula.

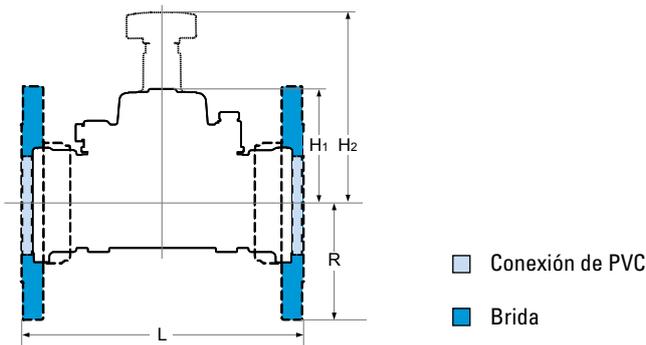
Modo abierto



Al energizar el solenoide, se abre la comunicación entre la cámara de control y "aguas abajo" y la válvula se puede abrir.

Dimensiones

Dimensión		20mm 3/4"	25mm 1"	40mm 1 1/2"	50mm 2"	50mm 2"	65mm 2 1/2"	80mm 3"(323)	80mm 3"	80mm 3"	100mm 4"
Altura	H1	mm / pul.	38 / 1 1/2	38 / 1 1/2	67 / 2 5/8	67 / 2 5/8	67 / 2 5/8	67 / 2 5/8	100 / 3 15/16	100 / 3 15/16	100 / 3 15/16
	H2	mm / pul.	100 / 4	100 / 4	112 / 4 3/8	112 / 4 3/8	112 / 4 3/8	112 / 4 3/8	180 / 7 1/8	180 / 7 1/8	180 / 7 1/8
	R	mm / pul.	18 / 11/16	22 / 13/16	30 / 1 3/16	37 / 1 1/2	37 / 1 1/2	47 / 1 7/8	54 / 2 1/8	60 / 2 3/8	100 / 3 15/16
Largo	L	mm / pul.	113 / 4 1/2	124 / 4 7/8	188 / 7 3/8	199 / 7 7/8	247 / 9 11/16	228 / 9	236 / 9 1/4	260 / 10 1/4	280 / 11
Vol. cámara de control	cc / gal	36 / 0.01	36 / 0.01	180 / 0.04	180 / 0.04	180 / 0.04	180 / 0.04	180 / 0.04	250 / 0.05	250 / 0.05	250 / 0.05
Peso	kg / lbs	0.2 / 0.44	0.2 / 0.44	0.9 / 2	0.9 / 2	1.3 / 2.8	1.2 / 2.6	1.4 / 3.1	2 / 4.4	3.1 / 6.8	4 / 8.8



Desempeño hidráulico

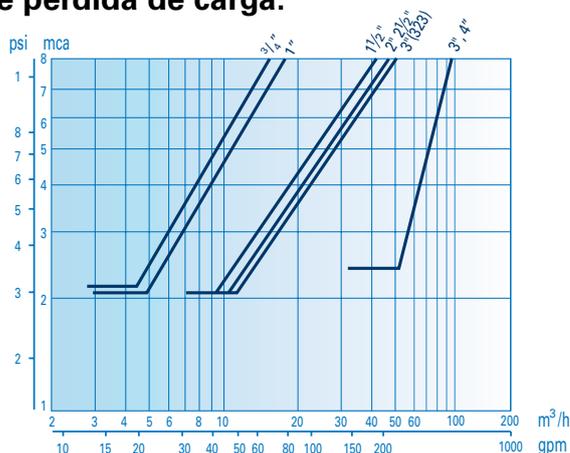
Tamaño de válvula	mm pulgada	20mm 3/4"	25mm 1"	35mm 1 1/2"	50mm 2"	65mm 2 1/2"	80mm 3"(323)	80mm 3"	100mm 4"
Caudal máximo recomendado	m <sup>3</sup> /hr	6	10	25	40	65	90	145	145
	gpm	26	44	110	176	285	396	640	640
Caudal mínimo recomendado	m <sup>3</sup> /hr	<1							
	gpm	<5							
Factor de flujo	Kv (métrico)	7.5	15	60	71	79	90	120	120
	Cv (EE.UU.)	9	17.5	70	82	92	92	140	140
Rango de presión	mca	9 * - 80		7 * - 100				4 - 100	
	psi	13 * - 115		10 * - 150				6 - 145	

\* Diafragmas de baja presión - presión de apertura mínima: 3/4" - 1" : 6 mca / 9 psi  
 1 1/2" - 3" : 3.5 mca / 5 psi

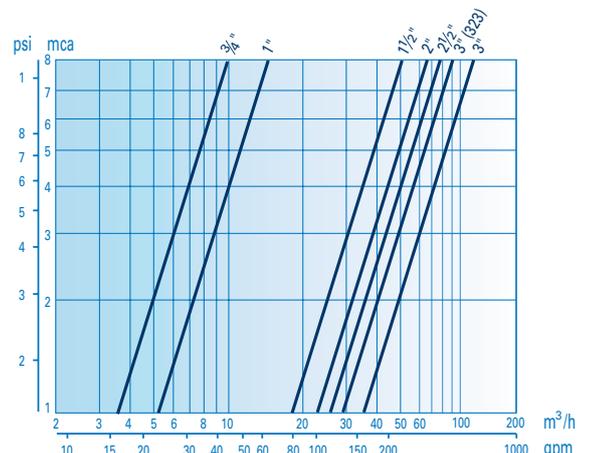
Temperatura operativa máxima: 60°C (140°F)

Tabla de pérdida de carga:

2-W



3-W





## DRIPNET PC™ 16350 - 17350 - 23350

GOTERO INTEGRAL EN TUBERÍAS AUTOCOMPENSADAS

### APLICACIONES

- Riego de cultivos en surcos.

### ESPECIFICACIONES

- Presión de trabajo, de 0.4 a 2.5/3.0 bar (de acuerdo al modelo de caudal & al espesor de la pared de la tubería de goteo).
- Laberinto TurboNet™ con amplios pasos de agua.
- 6 caudales diferentes.
- Para soldarse dentro de tuberías de goteo de pared gruesa (0.9 mm.)
- Gotero inyectado, muy bajo CV.
- Diafragma de silicón inyectado.
- El DripNet PC™ cumple con las normas del ISO 9261 y la producción está certificada por el Instituto de Normas de Israel (SII)

### CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- El sistema PC, un sistema de presión diferencial patentado, mantiene un caudal uniforme a diferentes presiones de entrada (entre 0.4 a 2.5/3.0 bar), asegurando la distribución exacta de agua y nutrientes.
- El laberinto TurboNet™ asegura amplios pasos de agua, su ancha, profunda y amplia sección mejora la resistencia a la obstrucción. Su amplia sección permite el paso de partículas grandes.
- Su amplia área de filtración asegura un desempeño óptimo aun bajo condiciones rigurosas de agua.
- Su sistema de auto-limpiado y su amplia área de filtración proporciona una resistencia a la obstrucción mejorada.

### DATOS TÉCNICOS DE LOS GOTEROS

CAUDAL NOMINAL (L/H.)	RANGO DE PRESIÓN DE TRABAJO (BAR)	DIMENSIONES DE PASOS DE AGUA ESPESOR-PROFUNDIDAD-LONGITUD (MM X MM X MM)	ÁREA DE FILTRACIÓN (MM 2)	CONSTANTE K	EXPONENTE* X
0.6	0.4 - 2.5	0.52 x 0.60 x 22	39	0.6	0
1.0	0.4 - 2.5	0.61 x 0.60 x 8	39	1.0	0
1.6	0.4 - 2.5	0.76 x 0.73 x 8	39	1.6	0
2.0	0.4 - 3.0	0.76 x 0.85 x 8	39	2.0	0
3.0	0.4 - 3.0	1.02 x 0.88 x 8	39	3.0	0
3.8	0.4 - 3.0	1.02 x 0.88 x 8	39	3.8	0

\* Dentro de los rangos de presión de trabajo

### DATOS TÉCNICOS DE LAS TUBERÍAS DE GOTEO

MODELO	DIÁMETRO INTERNO (MM.)	ESPESOR DE LA PARED (MM.)	DIÁMETRO EXTERNO (MM.)	MÁXIMA PRESIÓN DE TRABAJO (BAR)	KD
16350	14.20	0.90	16.00	2.5/3.0*	0.72
17350	15.20	0.90	17.00	2.5/3.0*	0.45
23350	20.80	0.90	22.60	2.5/3.0*	0.30

\* La máxima presión de trabajo se define por el gotero, no por el espesor de la pared de la tubería de goteo.



## DRIPNET PC™ 16350 - 17350 - 23350

### DATOS DE DESEMPEÑO

**DripNet PC™ 16350 - I.D. 14.2 mm. - Kd 0.72 - Presión de entrada 2.4 bar**

Máxima longitud de laterales (metros) a presión definida en la entrada

CAUDAL (L/H.)	ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS (M.)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.6	105	195	276	349	418	481	541	598	653	705
1.0	75	140	197	250	300	346	389	430	470	508
1.6	55	103	146	184	221	255	287	318	347	375
2.0	47	89	126	160	191	221	249	275	301	325
3.0	36	68	96	123	147	170	191	212	231	250
3.8	31	58	83	105	126	146	165	182	199	215

\*Calculado en un área plana \*\*Mínima presión considerada : 0.4 bar

**DripNet PC™ 17350 - I.D. 15.2 mm. - Kd 0.45 - Presión de entrada 2.4 bar**

Máxima longitud de laterales (metros) a presión definida en la entrada

CAUDAL (L/H.)	ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS (M.)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.6	130	237	331	415	492	564	632	696	757	816
1.0	93	170	237	298	354	406	454	501	545	588
1.6	68	125	175	220	261	299	336	370	403	435
2.0	59	108	151	190	226	259	291	321	349	377
3.0	45	83	116	146	174	200	224	247	269	290
3.8	39	71	100	126	150	172	193	212	231	250

\*Calculado en un área plana \*\*Mínima presión considerada : 0.4 bar

**DripNet PC™ 23350 - I.D. 20.8 mm. - Kd 0.30 - Presión de entrada 2.4 bar**

Máxima longitud de laterales (metros) a presión definida en la entrada

CAUDAL (L/H.)	ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS (M.)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.6	225	410	571	716	849	972	1088	1198	1303	1404
1.0	161	294	410	514	610	699	783	862	939	1011
1.6	118	216	302	379	450	516	578	638	694	748
2.0	102	187	261	328	390	447	501	552	601	648
3.0	78	143	200	252	300	344	386	426	463	499
3.8	67	123	172	216	257	295	331	366	398	429

\*Calculado en un área plana \*\*Mínima presión considerada : 0.4 bar

Para mayor información, por favor contactar al Departamento Técnico de Netafim o conectarse a nuestro sitio web: [www.netafim-latinamerica.com](http://www.netafim-latinamerica.com)

### DATOS DE EMPAQUE

DRIPNET PC™ EN ROLLOS FLEJADOS	ESPESOR DE PARED (MM.)	LONGITUD DE ROLLOS (METROS)	DISTANCIA ENTRE GOTEROS (METROS)	PESO PROMEDIO DEL ROLLO* (KG.)	ROLLOS EN UN CONTENEDOR DE 40 PIES (UNIDADES)	TOTAL EN UN CONTENEDOR DE 40 PIES (METROS)
16350	0.9	500	de 0.15 a 0.75	18.5	330	165,000
17350	0.9	500	de 0.15 a 0.75	19.5	330	165,000
23350 (en rollos de cartón)	0.9	350	de 0.15 a 0.75	22.5	480	168,000
	0.9	400	de 0.2 a 1.00	24.8	480	192,000

\* De acuerdo al espaciamiento de los goteros. Estas tuberías de goteo también se pueden pedir en rollos de plástico multi-estacionales.

# FILTROS DE ANILLO MANUALES

## FILTROS PLÁSTICOS NORMALES Y RESISTENTES A QUÍMICOS



### DESCRIPCIÓN:

Filtros plásticos con anillos de polipropileno, con gran calidad de filtración. La más compacta tecnología de filtración que ayuda a potenciar el ahorro de agua, traída por el líder global en sistemas inteligentes de riego. Son indispensables cuando el agua de riego proviene de fuentes superficiales como canales, reservorios ríos, etc., que contienen moderadas cantidades de materia orgánica y sólidos en suspensión.

### APLICACIONES:

- Tanques de fertilizantes.
- Equipos de inyección de fertilizantes.
- Filtro de control antes de la válvula de riego.
- Cabezales de riego en baterías de filtros manuales.

### DIÁMETROS:

1", 1 1/2", 2", 3", 4" Y 6"

### BENEFICIOS Y CARACTERÍSTICAS

- Ahorro en espacio. Las baterías de filtros de anillos son muy compactas, por lo que requieren muy poco espacio en la instalación, lo cual reduce el costo en la construcción del cuarto de riego.
- Ahorro en mantenimiento. Debido a que el mantenimiento del sistema es mínimo, además que la espina de los anillos cuenta con muy pocas partes móviles, lo que se traduce en menos piezas de reposición.
- Elemento de filtrado altamente durable.
- Libre de corrosión.
- Totalmente plástico.
- Filtración precisa a causa del diseño de los anillos.
- Los resistentes a químicos son los de polipropileno.



CLAVE NETAFIM	DESCRIPCIÓN	ENTRADA /SALIDA (PULGADAS)	TIPO DE CONEXIÓN	FLUJO MAX. M <sup>3</sup> /HR	ÁREA DE FILTRACIÓN CM <sup>2</sup>	VOLUMEN DE FILTRACIÓN CM <sup>3</sup>	DIMENSIONES			PESO KG	RESISTENCIA BAR
							L (MM)	W (MM)	H (MM)		
70641-001600	ARKAL 1 FILTER 120 MESH (SHORT) NPT	1	ROSCA	6	308	370	233	130	158	1.1	10
70641-002000	ARKAL 1 SUPER DISK 120 MESH NPT	1	ROSCA	8	501	592	592	130	158	1.42	10
70641-002350	ARKAL 1" SUP. FILTER 120M CHEM/ GRAY NPT	1	ROSCA	8	501	592	592	130	158	1.42	6
70641-002600	ARKAL 1.5 FILTER 120 MESH (SHORT) NPT	1.5	ROSCA	8	308	370	250	130	200	1.3	10
70641-003000	ARKAL 1.5 SUPER FILTER 120 MESH NPT	1.5	ROSCA	12	502	592	359	130	200	1.51	10
70640-003410	ARKAL 1.5 SUPER FILTER 120 MESH CHEM.	1.5	ROSCA	12	502	592	359	130	200	1.51	6
70640-005340	ARKAL 2" LEADER FILTER + VALVE 120 MESH	2	ROSCA	25	950	1,225	425	230	115	3.2	10
70640-006580	ARKAL 3" LEADER FILTER W/VALVE FL. 120 MESH	3	BRIDA	50	1,900	2,450	742	228	320	6.3	10
70640-012030	ARKAL 3" SUPER ANGLE FILTER FL. 120 MESH	3	BRIDA	60	1,852	1,774	700	400	145	11.47	10
70640-011020	ARKAL 4" LEADER FILTER 120 MESH FL. RED	4	BRIDA	110	3,704	3,548	1,188	319	445	28.8	10
70640-012330	ARKAL 4" SUPER ANGLE FILTER FL. 120 MESH	4	BRIDA	90	1,852	1,774	700	400	185	13.16	10
70640-011220	AK 6" S. LEADER FILTER 120 MESH FL. RED	6	BRIDA	140	3,704	3,548	1,188	319	415	30.4	10

107



# WAFER BUTTERFLY VALVE

PN 10/16 2"-24" (50-600mm) EN593

Short Face to Face  
acc. ISO 5752  
Ductile cast iron/Aluminum  
Fully vulcanized  
Long neck

**LONG LIFE VALVES**



Top flange acc. ISO 5211.

## Products

Type	Operation	Disc / Body	Nominal size																					
			mm	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	
			inches	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	28"	32"	36"	40"	44"	48"	
001	Gear	Coated Ductile Iron: Nylon 11 (Rilsan)/ Halar (ECTFE) / Enamel		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
002	Lever			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
003	Bare shaft			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
004	Gear	Ductile Iron Rubber lining		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
005	Lever			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
006	Bare shaft			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
007	Gear	Disc S.S.316 (CF8M) Worhtite / Duplex		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
008	Lever			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
009	Bare shaft			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
010	Gear	Aluminum Body (*NEW)			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
011	Lever				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
012	Bare shaft				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Flange connection: DIN, BS, ANSI

Lining: NBR, EPDM, BOTYL, HYPALON, VAMAC

\* Order example: 107 Type 002 Rilsan EPDM DN 400 BS  
\* For sizes above 24" please contact our sales department.

## Description

### Application

Multipurpose, Bi-Directional Shut off valve.  
Working temperature up to NBR+Botyl: 100°C,  
Hypalon+EPDM: 120°C, Vamac: 165°C.

### Operation by:

Lever, Gear, Pneumatic or Electric Actuator.

### Coating

Body: Epoxy 80-250 mic.

### Advantages

**Liner:** Fully vulcanized liner seat.

- Guaranteeing seat stability:
- Optimum tightness
- Prevents corrosion between liner and body.
- Eliminates the need of separate gaskets for installation.
- Dry shaft - prevents leakage outside the valve.

### Split Shaft:

- Without any pins or bolts pinned on the disc.
- Square ends ensuring maximum transfer of torque during open/close operation.

### Material Specification

1	Washer	ST 37 Galvanized
2	Retaining Ring	DIN 471
3	Bearing Bush	Bronze C385 / RN
4	O-Ring	NBR
5	Woodruff Key	Steel
6	Shaft-Top	SS416 / SS316 / DUPLEX
7	Body	Ductile Iron GGG50 Aluminum alloy LM9 (3"-8" only)
8	Disc	D.I. GGG50 / S.S. 316 / Worhtite / Duplex
9	Shaft-Bottom	SS416/SS316/DUPLEX
10	Packing Ring	Fibre
11	Cap	Brass / RN

**Disc:**

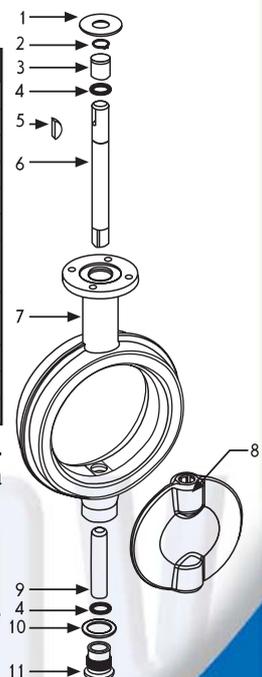
- Shaped disc with smooth contoured edge-minimize friction losses and providing a drop tight seal.
- Very low head loss.

**Body:** Ductile cast iron.

- Hammering and pressure proof.
- Can be installed between all kinds of flanges.

**Gear:** Powerful low ratio gear.

- Sealing STD. - IP65

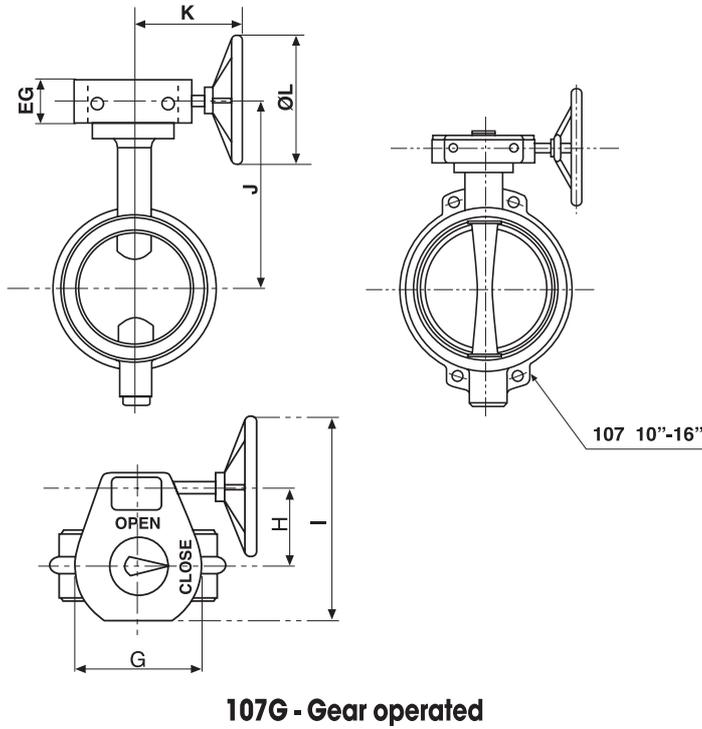


Applications for:	Drinking water	Air cooling system	Hot water	Steam	Water treatment	Sewage water	Sea water	Desalination plants	Chemical industry	Food industry	Pulp/Paper industry	Dry air	Gas	Vacuum
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

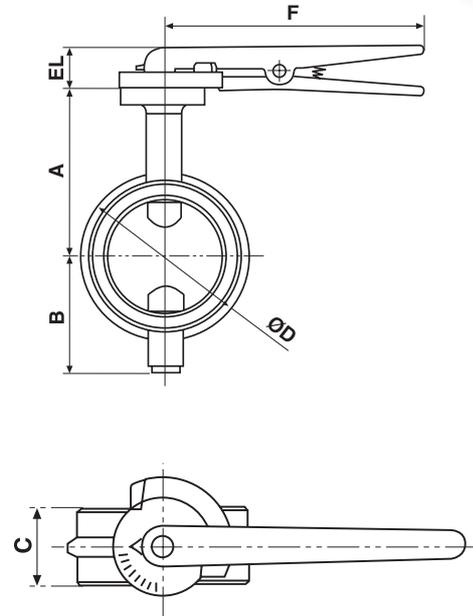
BUTTERFLY VALVES

# 107 WAFER BUTTERFLY VALVE PN10/16

## Dimensions (mm)



107G - Gear operated



107L - Lever operated

107 Dimensions Table

Dimension	DN																				
	mm	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
	inches	2"	2.5"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	28"	32"	36"	40"	44"	48"
General	A	126	130	157	168	180	200	242	282	301.5	314.5	360.5	390	450	510	560	610	690	740	820	860
	B	79	86	101	110.5	125	145	176	223	243.5	258.5	295.5	350	380	426	501	562	627	720	782	875
	C	44	44	46	52	56	56	60	68	78	78	102	114	127	154	165	190	203	216	240	254
	D	101.5	118.5	142	162	192	216	272	333	381	438	490	534	586	691	794	904	987	1330*	1430*	1540*
Bare shaft	Kg DI	2.7	3	4	5	6	8.5	13	25	34	45	66	100	120	180	260	350	447	589	720	900
	Kg AL	—	—	2.25	3	—	3.8	7.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
107L	EL	37	40	43.5	43.5	43.5	43.5	40	60	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	F	265	265	265	265	265	265	354	440	440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Kg DI	3	3.5	4.5	5.5	6.5	9	13.5	25.5	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Kg AL	—	—	2.6	3.5	—	4.3	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
107G	EG	61	61	61	61	61	61	61	83	83	83	83	94	94	94	—	—	—	—	—	—
	G	120	120	120	120	120	120	120	201	201	201	201	330	330	330	—	—	—	—	—	—
	H	47	47	47	47	47	47	47	100	100	100	100	166	166	166	—	—	—	—	—	—
	I	167.5	167.5	167.5	167.5	167.5	167.5	167.5	410	410	410	410	491	566	566	—	—	—	—	—	—
	J	154	158	185	198	208	228	270.5	316	335.3	359.5	405.5	440	500	560	—	—	—	—	—	—
	K	144	144	144	144	144	144	144	235	235	330	330	320	395	420	—	—	—	—	—	—
	L	135	135	135	135	135	135	135	215	215	490	490	400	600	600	—	—	—	—	—	—
	Kg DI	4.7	5	6	7	8.5	10.5	15	30	39	58	79	117	139	231	—	—	—	—	—	—
	Kg AL	—	—	4.25	4.44	—	6	10.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Top Flange		F07	F07	F07	F07	F07	F07	F10	F10	F14	F14	F14	F14	F14	F14	F16	F16	F25	F25	F30	F30

Dimensions and weight can be changed without notification.

Note: Valve rating according to EN1092-1

\*Including two loading ears

BUTTERFLY VALVES

**HAKOHAV**  
VALVES



8 Hashlagan St., Kiriati-Gat 82021 Israel  
Tel. 972-8-6818899 ■ Fax. 972-8-6818801  
E-mail: hakohav@smile.net.il  
Website: www.hakohav.com



# **ANEXO N°14:**

## **PLANOS DEL DISEÑO DE TESIS**

**PLANO N°01. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO**

**PLANO N°02. LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO**

**PLANO N°03. CUDRÍCULA DE TERRENO**

**PLANO N°04. ANÁLISIS TEXTURAL DEL SUELO**

**PLANO N°05. DISPONIBILIDAD DE AGUA**

**PLANO N°06. DISEÑO HIDRÁULICO**

**PLANO N°07. ARCO DE RIEGO S75 1.5" + A 1"**

**PLANO N°08. ARCO DE RIEGO S75 1.5" + A 2"**

**PLANO N°09. LOSA DE FILTRADO – VISTA DE PERFIL**

**PLANO N°10. LOSA DE FILTRADO – VISTA PLANTA**

**PLANO N°11. LOSA DE FILTRADO – PASES PVC**

**PLANO N°12. FERTILIZACIÓN**

**PLANO N°13. BOMBA POZO – VISTA DE PERFIL**

**PLANO N°14. BOMBA POZO – VISTA PLANTA**

**PLANO N°15. CANAL DE INGRESO CON DESARENADOR**

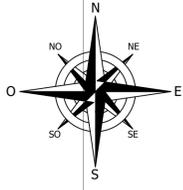
**PLANO N°16. VERTEDEROS DE SEDIMENTOS**

**PLANO N°17. TOMA FLOTANTE**

**PLANO N°18. RESERVORIO – VISTA DE PERFIL**

**PLANO N°19. RESERVORIO – VISTA PLANTA**

# LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO



BORDO DIVISOR DE PARCELAS

CULTIVO DE ARROZ

BORDO DIVISOR DE PARCELAS

AREA=8.7 Has.

CULTIVO DE ARROZ

BORDO DIVISOR DE PARCELAS

CULTIVO DE ARROZ

CULTIVO DE ALFALFA

CARRETERA MONSEFÚ - LA VICTORIA

**LEYENDA:**

- Pozas de arroz
- Dren
- Noria
- Vivienda
- Carretera Monsefú - La Victoria
- Canal
- Alcantarilla
- Compuertas de hierro tipo tarjeta
- Acequia

UNIVERSIDAD NACIONAL  
**"PEDRO RUIZ GALLO"**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO DE TESIS:

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"**

LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

AREA LEVANTADA : 8.7 Has

SECTOR : CHACUPE  
DISTRITO : MONSEFÚ  
PROVINCIA : CHICLAYO  
DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PLANO:

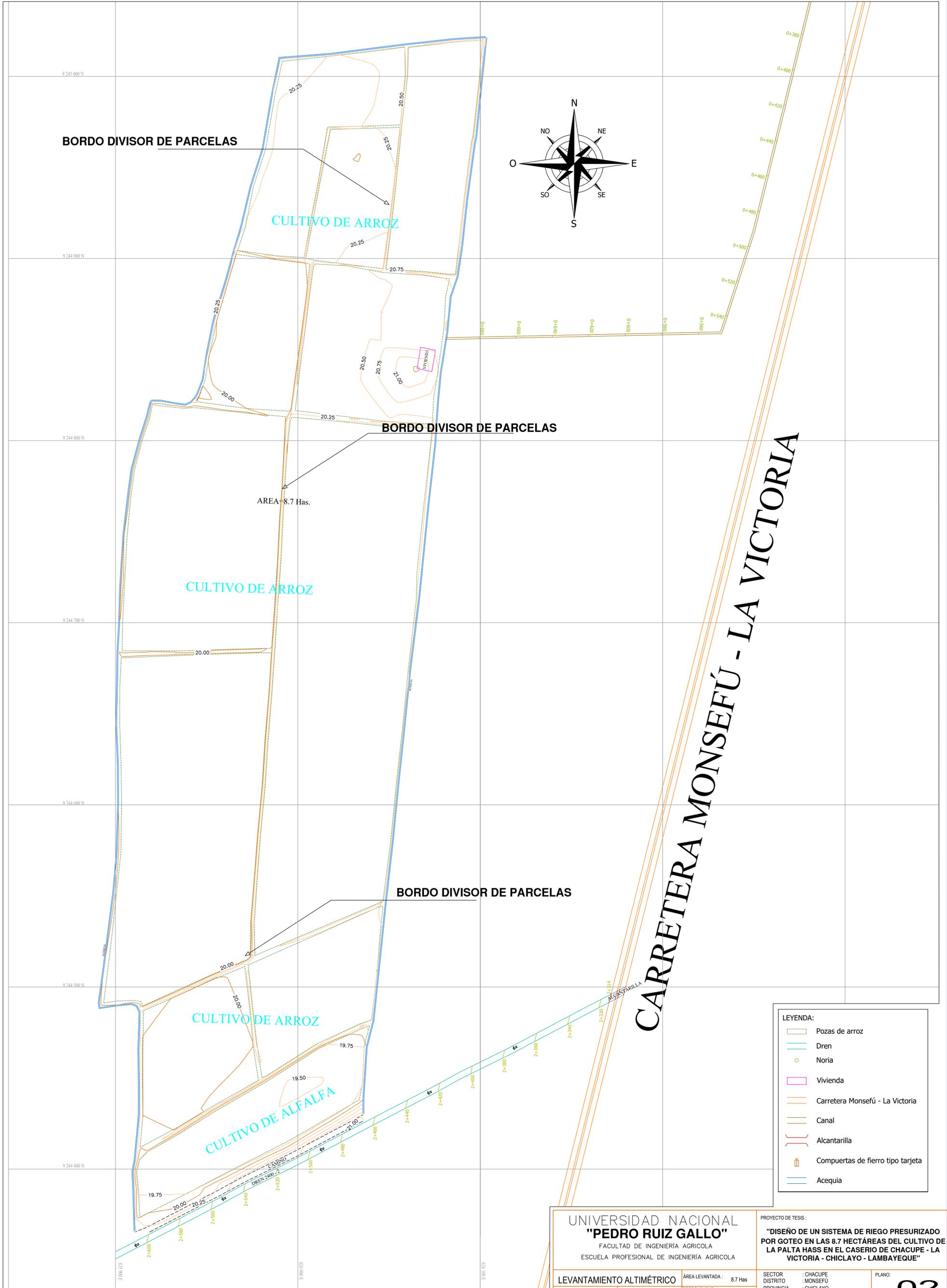
**01**

FECHA: FEBRERO - 2023

ESCALA: TO FIT

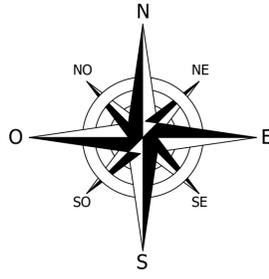
RESPONSABLE:  
Dick Alex Effio Ayasta

# LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO



BORDO DIVISOR DE PARCELAS

CULTIVO DE ARROZ



BORDO DIVISOR DE PARCELAS

AREA=8.7 Has.

CULTIVO DE ARROZ

BORDO DIVISOR DE PARCELAS

CULTIVO DE ARROZ

CULTIVO DE ALFALFA

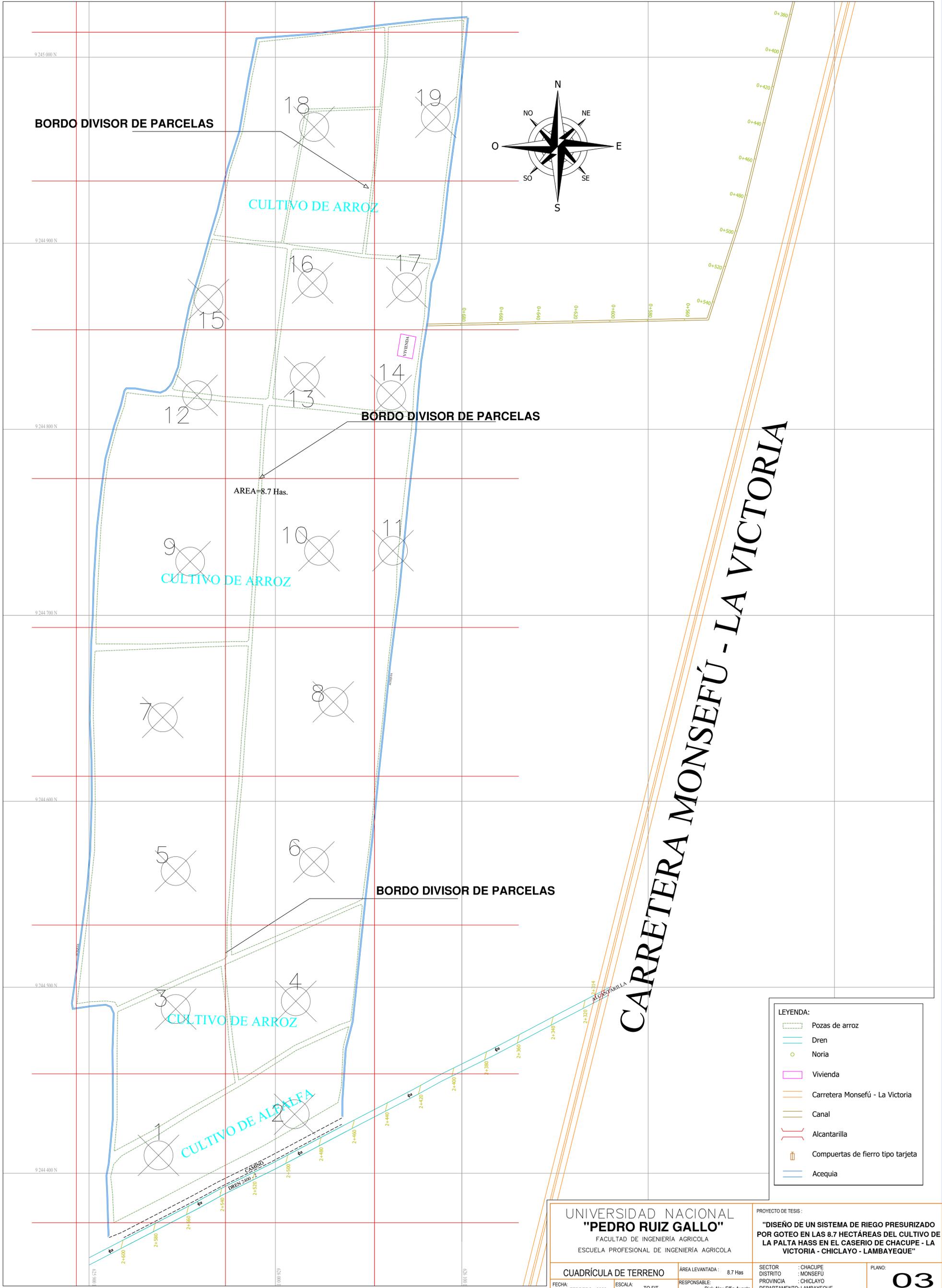
CARRETERA MONSEFÚ - LA VICTORIA

LEYENDA:

	Pozas de arroz
	Dren
	Noria
	Vivienda
	Carretera Monsefú - La Victoria
	Canal
	Alcantarilla
	Compuertas de hierro tipo tarjeta
	Acequia

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		PROYECTO DE TESIS: <b>"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEJO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"</b>	
<b>LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO</b>		AREA LEVANTADA : 8.7 Has	SECTOR : CHACUPE DISTRITO : MONSEFÚ PROVINCIA : CHICLAYO DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
FECHA: FEBRERO - 2023	ESCALA: TO FIT	RESPONSABLE: Dick Alex Effio Ayasta	PLANO: <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">02</span>

# CUADRÍCULA DE TERRENO



CARRETERA MONSEFÚ - LA VICTORIA

LEYENDA:

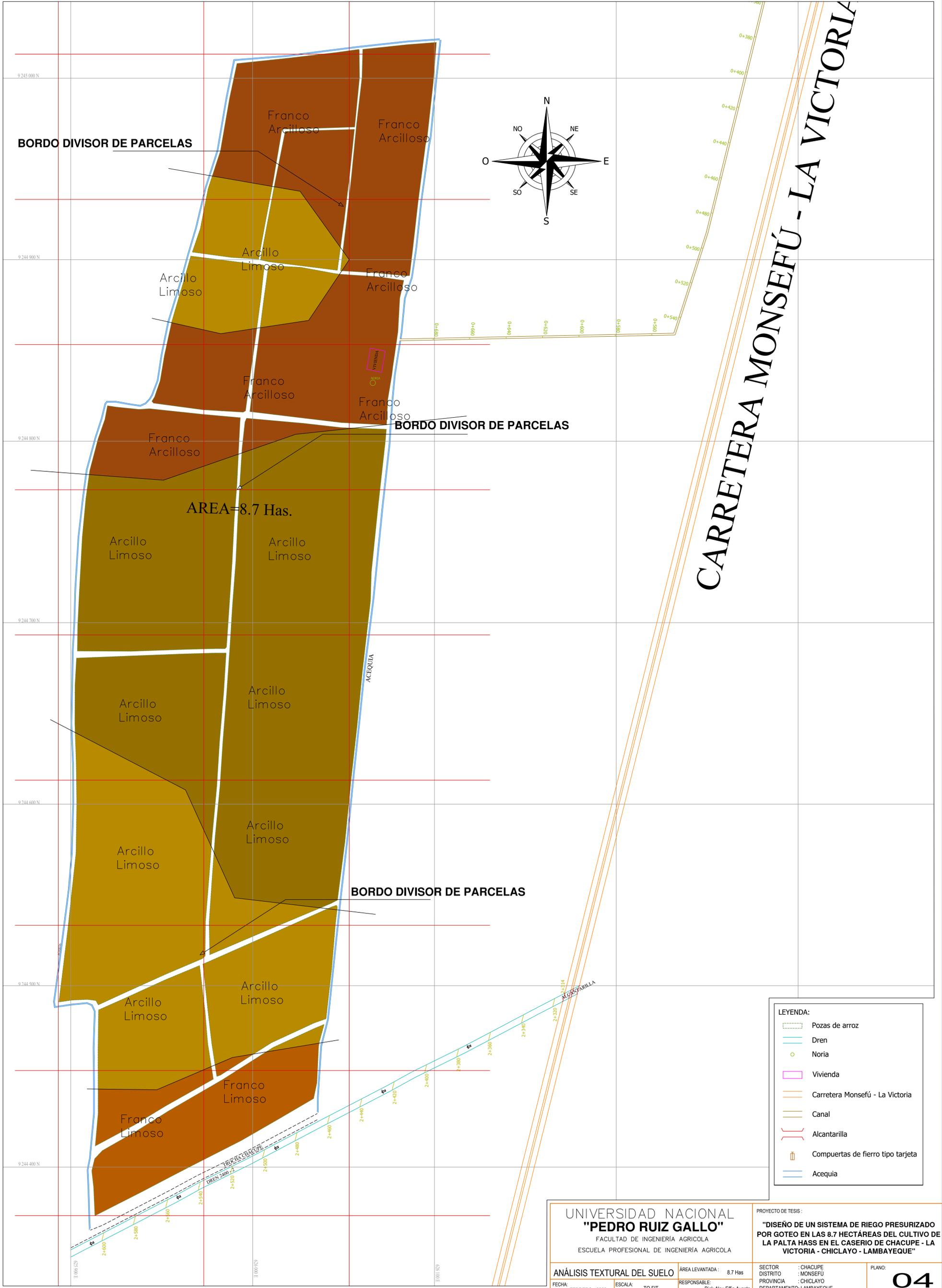
- Pozas de arroz
- Dren
- Noria
- Vivienda
- Carretera Monsefú - La Victoria
- Canal
- Alcantarilla
- Compuertas de hierro tipo tarjeta
- Acequia

UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO DE TESIS:  
 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERÍO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

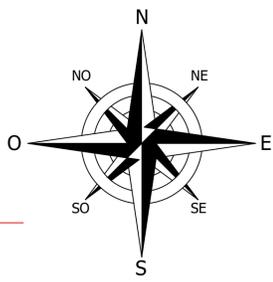
CUADRÍCULA DE TERRENO	AREA LEVANTADA: 8.7 Has	SECTOR: CHACUPE	PLANO:
FECHA: FEBRERO - 2023	ESCALA: TO FIT	DISTRITO: MONSEFÚ	03
	RESPONSABLE: Dick Alex Effio Ayasta	PROVINCIA: CHICLAYO	
		DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	

# ANÁLISIS TEXTURAL DEL SUELO



CARRETERA MONSEFÚ - LA VICTORIA

AREA=8.7 Has.

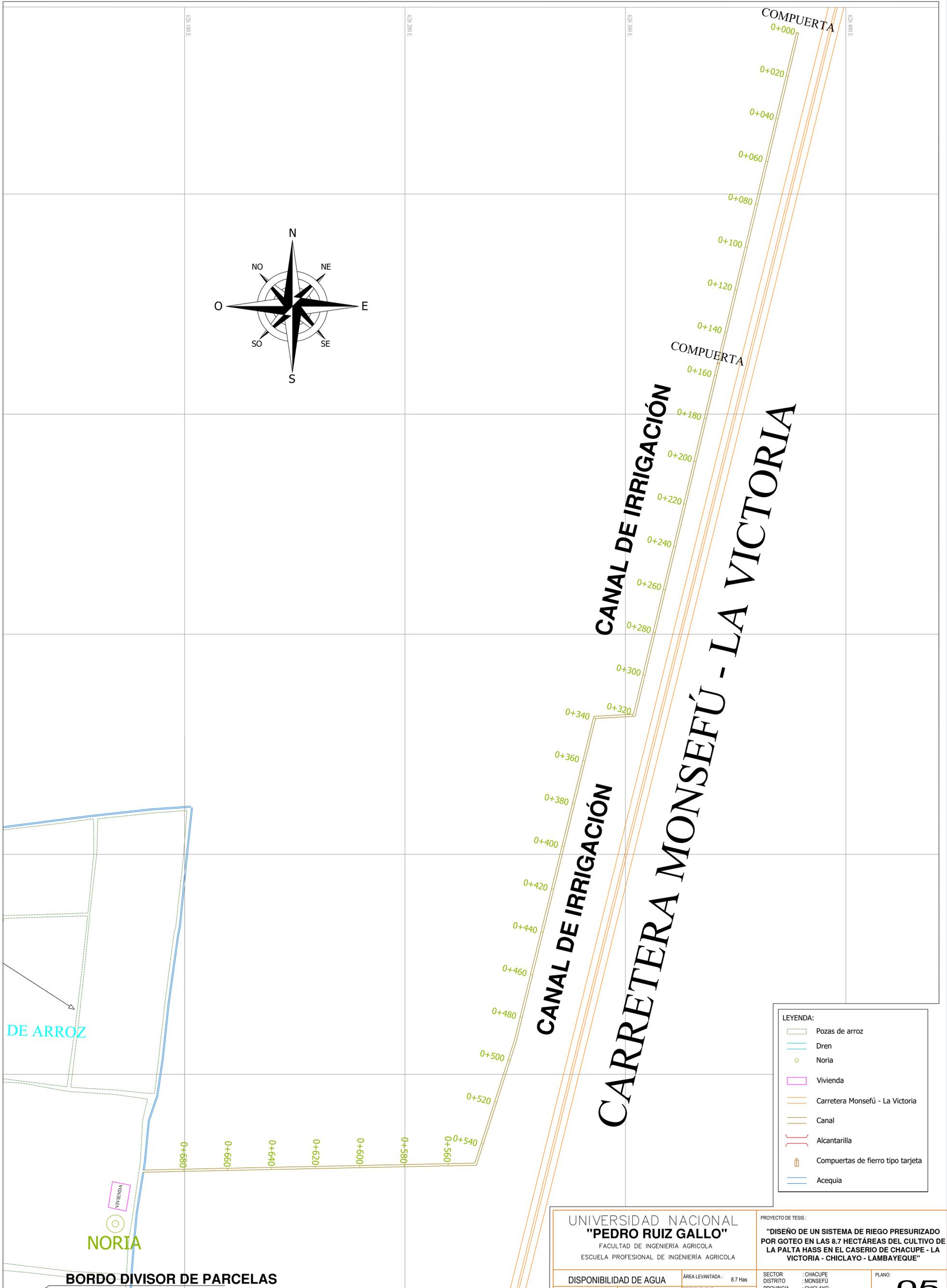
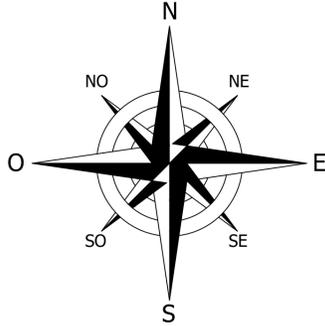


**LEYENDA:**

- Pozas de arroz
- Dren
- Noria
- Vivienda
- Carretera Monsefú - La Victoria
- Canal
- Alcantarilla
- Compuertas de hierro tipo tarjeta
- Acequia

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		PROYECTO DE TESIS: <b>"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"</b>	
<b>ANÁLISIS TEXTURAL DEL SUELO</b>		AREA LEVANTADA : 8.7 Has	SECTOR : CHACUPE DISTRITO : MONSEFÚ PROVINCIA : CHICLAYO DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
FECHA: FEBRERO - 2023	ESCALA: TO FIT	RESPONSABLE: Dick Alex Effio Ayasta	<b>04</b>

# DISPONIBILIDAD DE AGUA



DE ARROZ

NORIA

BORDO DIVISOR DE PARCELAS

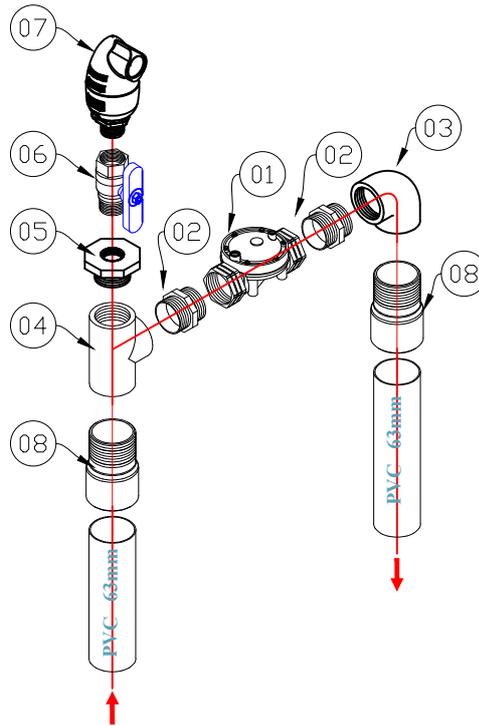
**LEYENDA:**

- Pozas de arroz
- Dren
- Noria
- Vivienda
- Carretera Monsefú - La Victoria
- Canal
- Alcantarilla
- Compuertas de hierro tipo tarjeta
- Acequia

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		PROYECTO DE TESIS: <b>"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEÓ EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"</b>	
<b>DISPONIBILIDAD DE AGUA</b>		AREA LEVANTADA : 8.7 Has	SECTOR : CHACUPE DISTRITO : MONSEFÚ PROVINCIA : CHICLAYO DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
FECHA: FEBRERO - 2023	ESCALA: TO FIT	RESPONSABLE: Dick Alex Effio Ayasta	PLANO: <b>05</b>



# DOROT S75 1.5" ARCO 1.5" + AIRE 1"



*DIBUJO NO A ESCALA  
EL PRODUCTO FINAL DEBE SER ALCANCE DEL PROVEEDOR,  
RESPECTANDO LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS INDICADAS*

**TOTAL : 03 ARMADO**

Item	Description	Quantity	Unit
1	S75PL 1.5 H BSP PRV PPG 3W S	1	3
2	PLASSON PLASTIC NIPPLE 1 1/2" * 1 1/2"	2	6
3	PLASSON PLASTIC ELBOW 1 1/2"	1	3
4	PLASSON PLASTIC TEE 1/2"	1	3
5	PLASSON PLASTIC BUSHING REDUC. 1/2" * 1"	1	3
6	NMV PV5 BALL VLV 1 UNION 1" FMT BSP	1	3
7	NAVC 10 1" COMBINATION AV PN10 BSP	1	3
8	PVC ADAPTER 63MM * 1 1/2" UPR	2	6

UNIVERSIDAD NACIONAL  
**"PEDRO RUIZ GALLO"**  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRICOLA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRICOLA

PROYECTO DE TESIS :

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO  
POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE  
LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA  
VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"**

ARCO DE RIEGO S75 1.5 + A 1"

ÁREA LEVANTADA : 8.7 Has

SECTOR : CHACUPE  
DISTRITO : MONSEFÚ  
PROVINCIA : CHICLAYO  
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE

PLANO:

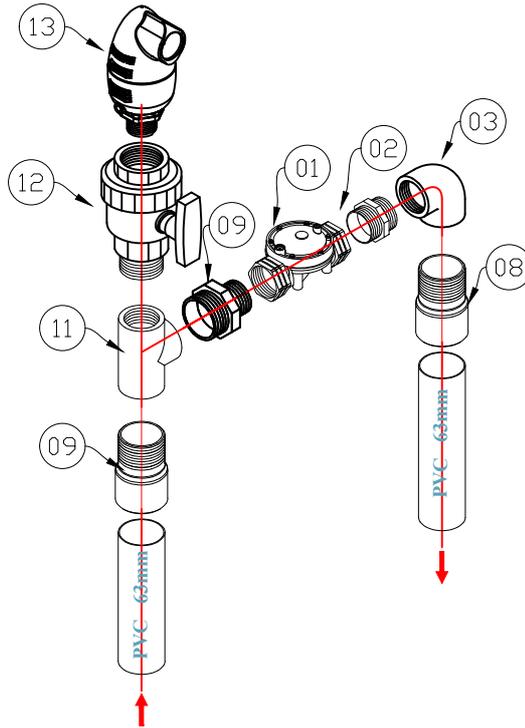
**07**

FECHA: FEBRERO - 2023

ESCALA: TO FIT

RESPONSABLE:  
Dick Alex Effio Ayasta

# DOROT S75 1.5" ARCO 1.5" + AIRE 2"



*DIBUJO NO A ESCALA*  
 EL PRODUCTO FINAL DEBE SER ALCANCE DEL PROVEEDOR,  
 RESPETANDO LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS INDICADAS

**TOTAL : 11 ARMADO**

1	S75PL 1.5 H BSP PRV PPG 3W 5	1	11
2	PLASSON PLASTIC NIPPLE 1 1/2" * 1 1/2"	1	11
3	PLASSON PLASTIC ELBOW 1 1/2"	1	11
8	PVC ADAPTER 63MM * 1 1/2" UPR	1	11
9	PVC ADAPTER 63MM * 2" UPR	1	11
10	PLASSON PLASTIC NIPPLE REDUC. 2" * 1 1/2"	1	11
11	PLASSON PLASTIC TEE 2"	1	11
12	NMV PVS BALL VLV 1 UNION 2" FMT BSP	1	11
13	NAVC 10 2" COMBINATION AV PN10 BSP	1	11

## UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

PROYECTO DE TESIS :

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO  
 POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE  
 LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA  
 VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"**

ARCO DE RIEGO S75 1.5 + A 2"

ÁREA LEVANTADA : 8.7 Has

SECTOR : CHACUPE  
 DISTRITO : MONSEFÚ  
 PROVINCIA : CHICLAYO  
 DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE

PLANO:

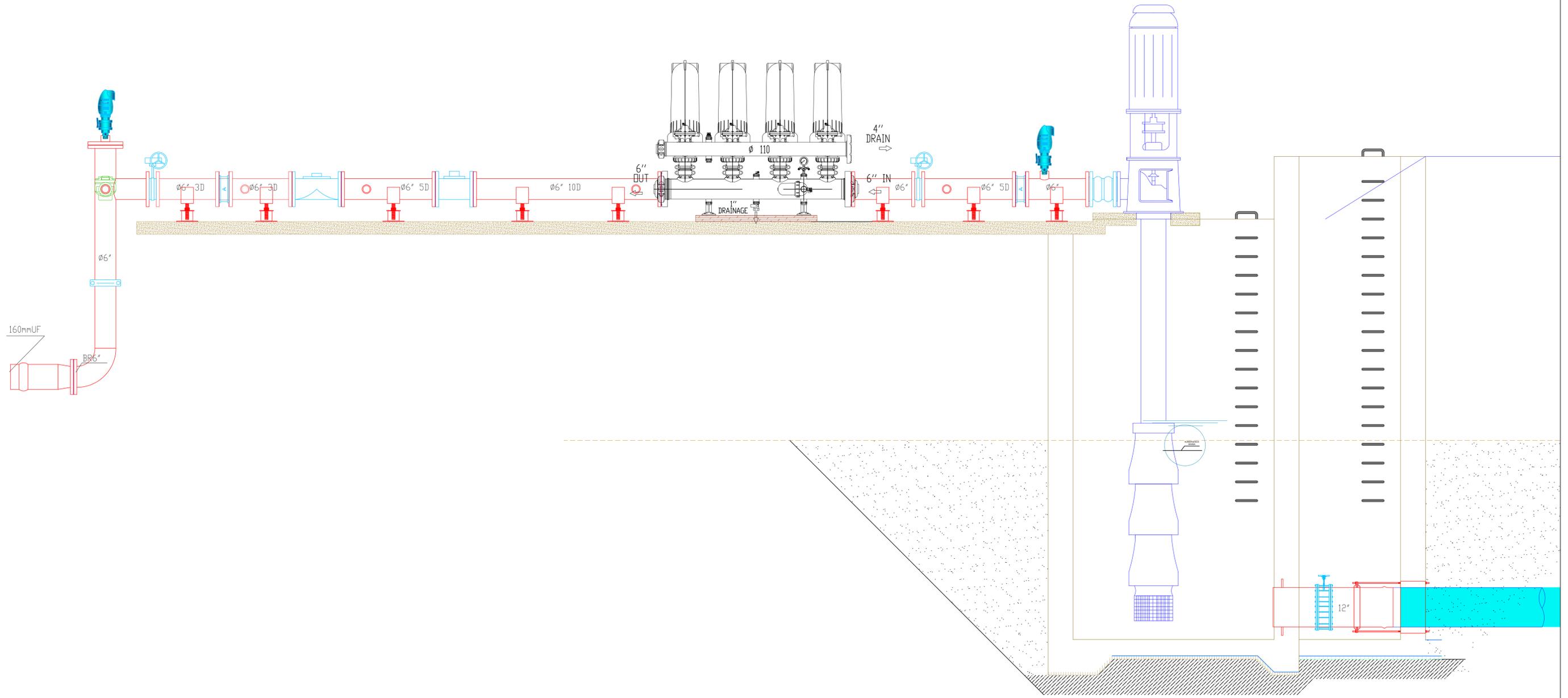
**08**

FECHA: FEBRERO - 2023

ESCALA: TO FIT

RESPONSABLE:  
 Dick Alex Effio Ayasta

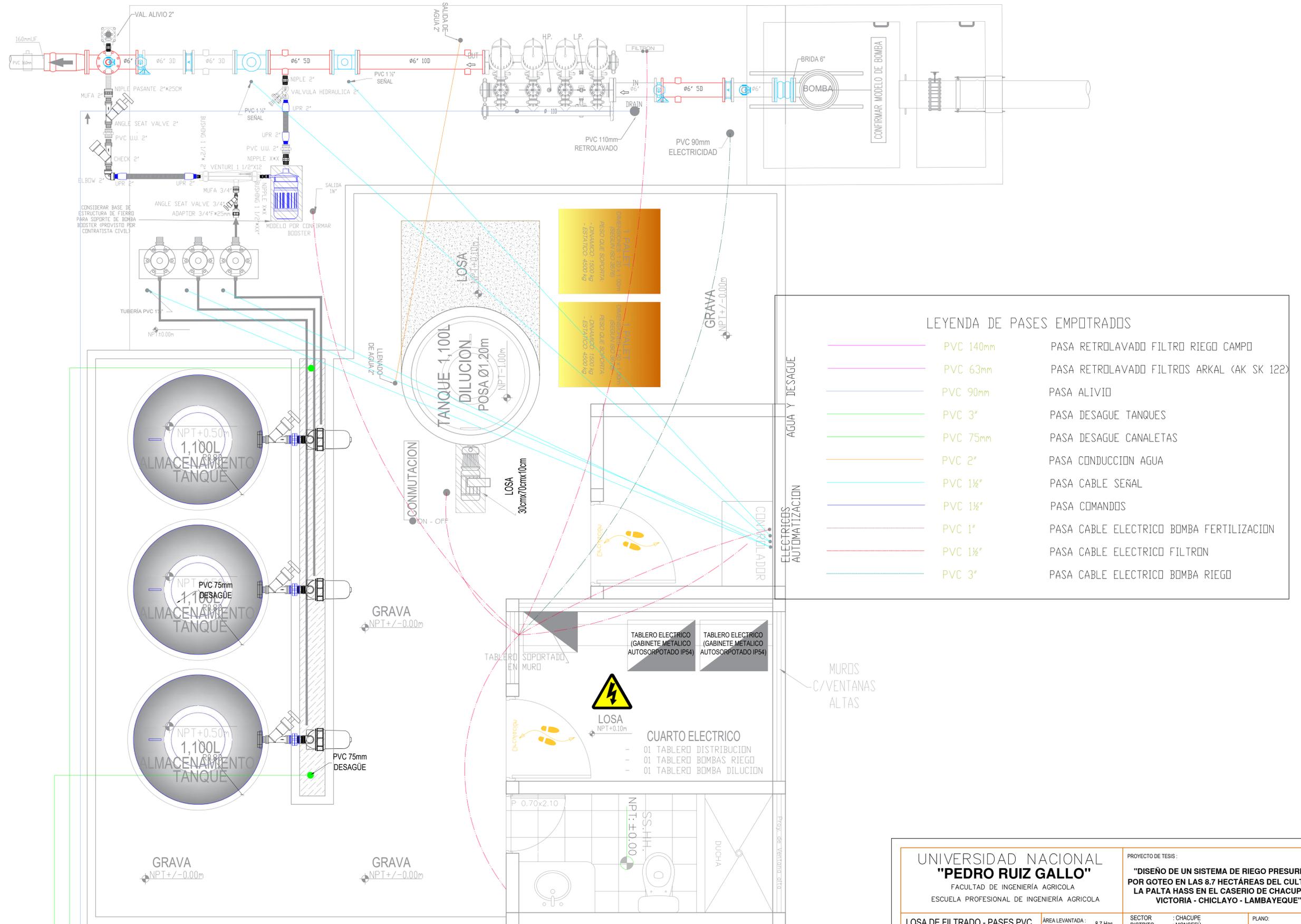
# LOSA DE FILTRADO - VISTA PERFIL



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		PROYECTO DE TESIS : <b>"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"</b>	
<b>LOSA DE FILTRADO - VISTA PERFIL</b>	ÁREA LEVANTADA : 8.7 Has	SECTOR : CHACUPE DISTRITO : MONSEFÚ PROVINCIA : CHICLAYO DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE	PLANO : <b>09</b>
FECHA : FEBRERO - 2023	ESCALA : TO FIT	RESPONSABLE : Dick Alex Effio Ayasta	



# LOSA DE FILTRADO - PASES PVC



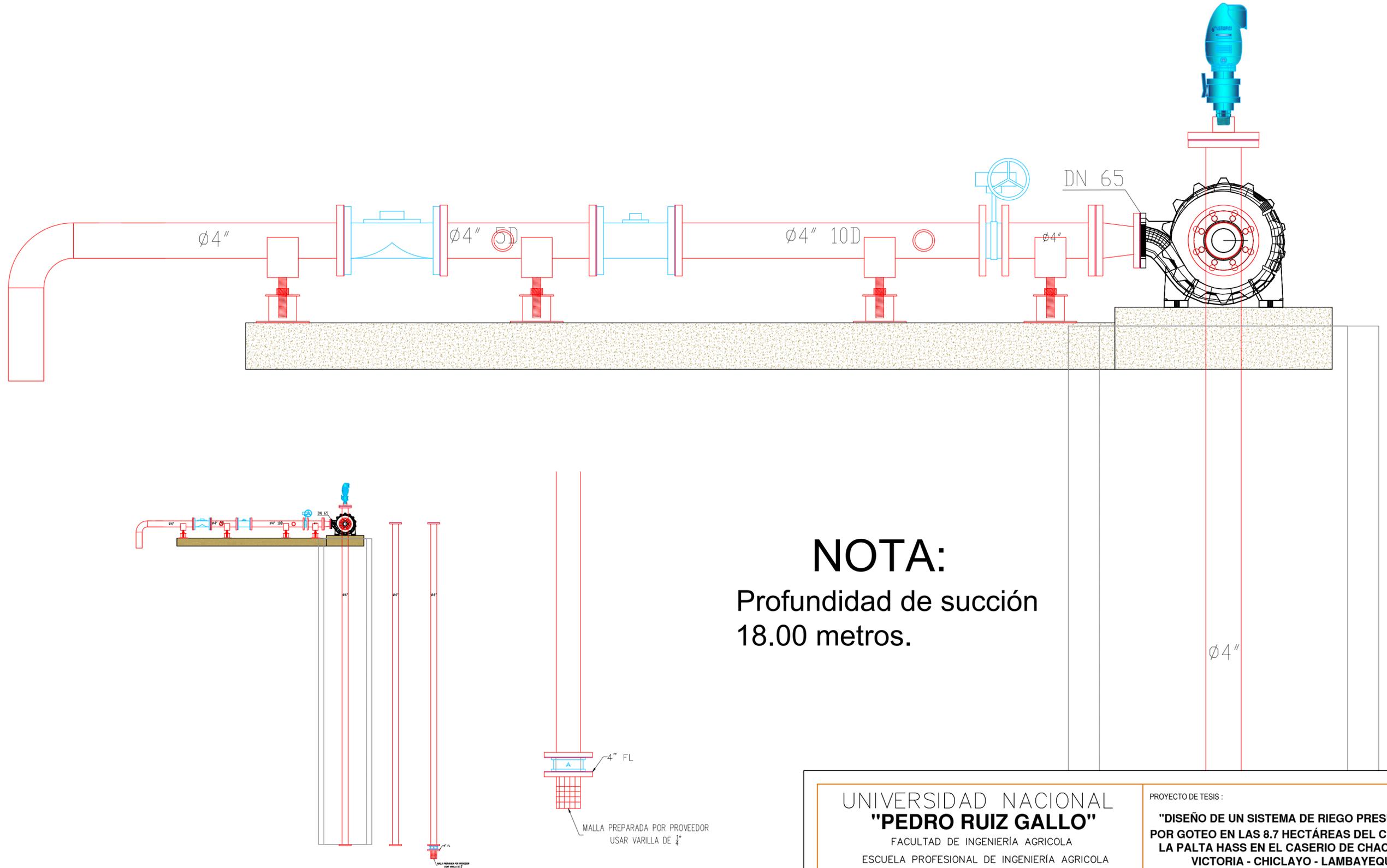
**LEYENDA DE PASES EMPOTRADOS**

	PVC 140mm	PASA RETROLAVADO FILTRO RIEGO CAMPO
	PVC 63mm	PASA RETROLAVADO FILTROS ARKAL (AK SK 122)
	PVC 90mm	PASA ALIVIO
	PVC 3"	PASA DESAGUE TANQUES
	PVC 75mm	PASA DESAGUE CANALETAS
	PVC 2"	PASA CONDUCCION AGUA
	PVC 1 1/2"	PASA CABLE SEÑAL
	PVC 1 1/2"	PASA COMANDOS
	PVC 1"	PASA CABLE ELECTRICO BOMBA FERTILIZACION
	PVC 1 1/2"	PASA CABLE ELECTRICO FILTRON
	PVC 3"	PASA CABLE ELECTRICO BOMBA RIEGO

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		PROYECTO DE TESIS: <b>"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"</b>	
LOSA DE FILTRADO - PASES PVC FECHA: FEBRERO - 2023	ESCALA: TO FIT	AREA LEVANTADA: 8.7 Has RESPONSABLE: Dick Alex Effio Ayasta	SECTOR: CHACUPE DISTRITO: MONSEFÚ PROVINCIA: CHICLAYO DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
			PLANO: <b>11</b>



# BOMBA POZO - VISTA PERFIL



UNIVERSIDAD NACIONAL  
**"PEDRO RUIZ GALLO"**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRICOLA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRICOLA

PROYECTO DE TESIS :

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO  
POR GOTEJO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE  
LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA  
VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"**

BOMBA NORIA - VISTA PERFIL

ÁREA LEVANTADA : 8.7 Has

SECTOR : CHACUPE  
DISTRITO : MONSEFÚ  
PROVINCIA : CHICLAYO  
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE

PLANO:

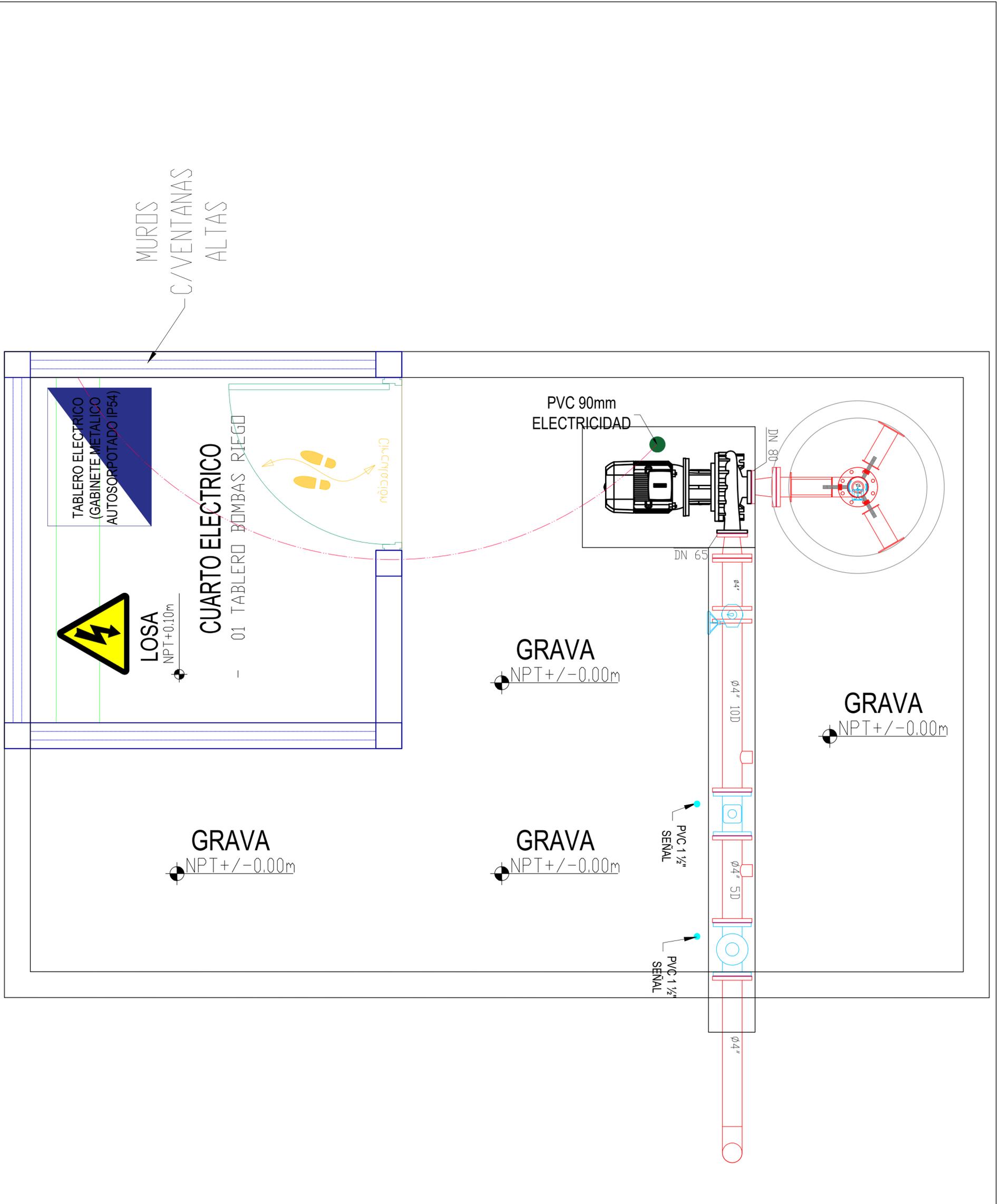
**13**

FECHA:  
FEBRERO - 2023

ESCALA:  
TO FIT

RESPONSABLE:  
Dick Alex Effio Ayasta

# BOMBA POZO - VISTA PLANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
**"PEDRO RUIZ GALLO"**

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

PROYECTO DE TESIS :

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"**

BOMBA NORIA - VISTA PLANTA

ÁREA LEVANTADA : 8.7 Has

FECHA:  
FEBRERO - 2023

ESCALA:  
TO FIT

RESPONSABLE:  
Dick Alex Effio Ayasta

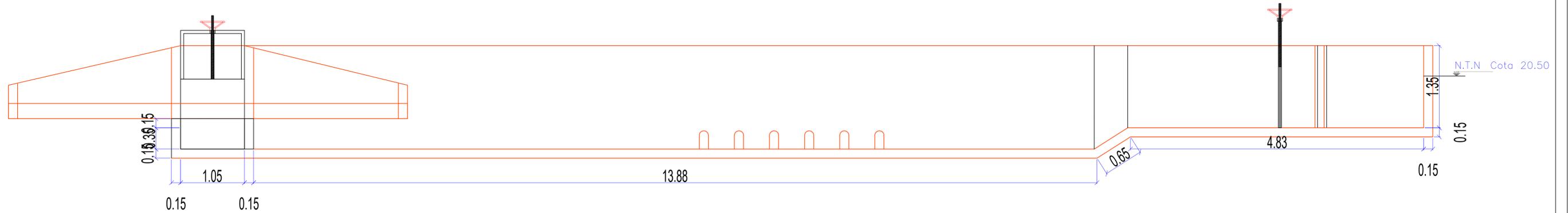
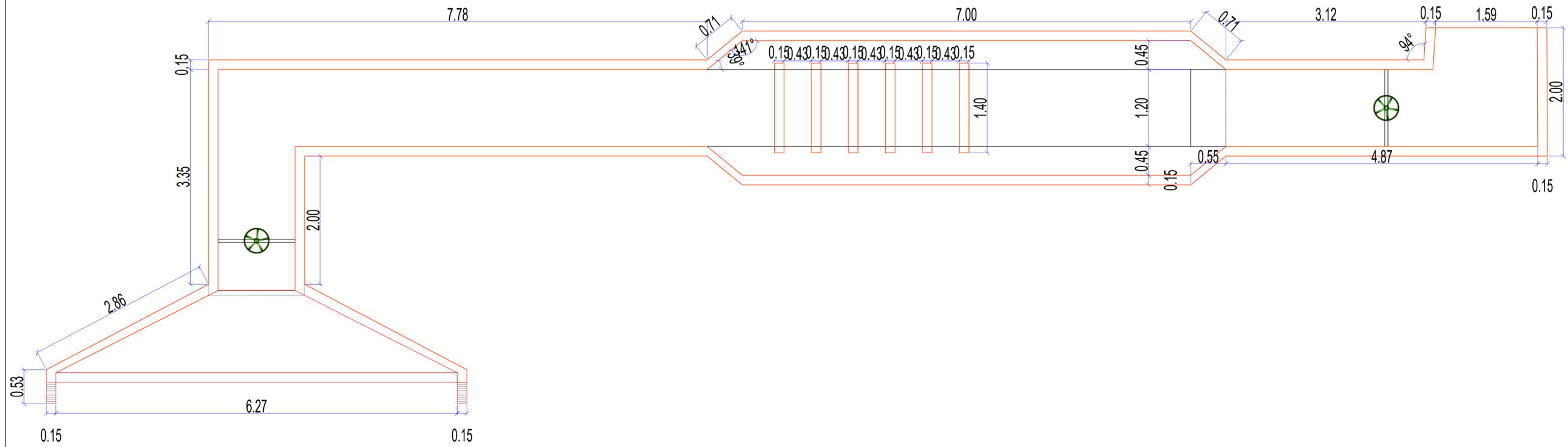
SECTOR : CHACUPE  
DISTRITO : MONSEFÚ  
PROVINCIA : CHICLAYO  
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE

PLANO:

**14**

# CANAL DE INGRESO CON DESARENADOR

## CANAL DE INGRESO CON DESARENADOR, VERTEDERO

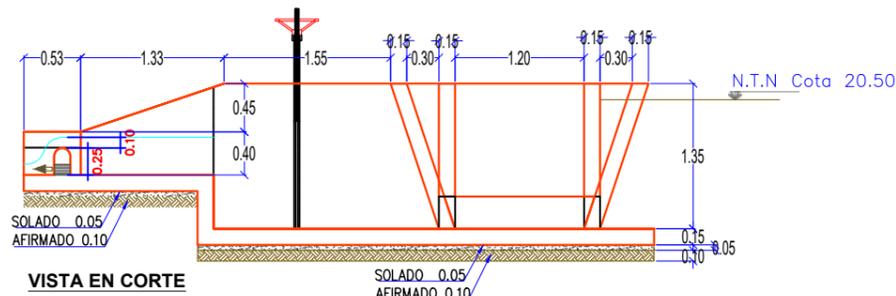
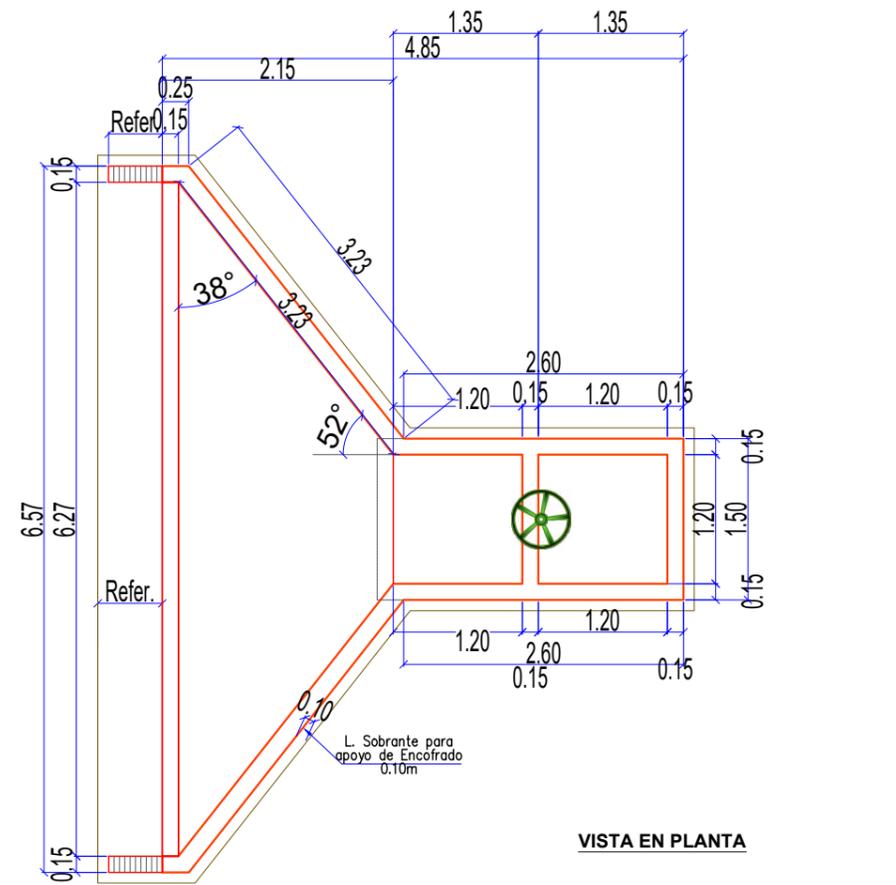
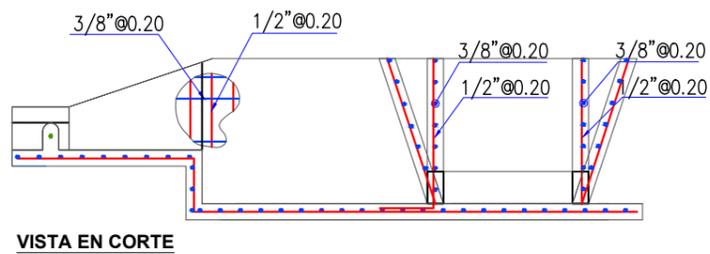
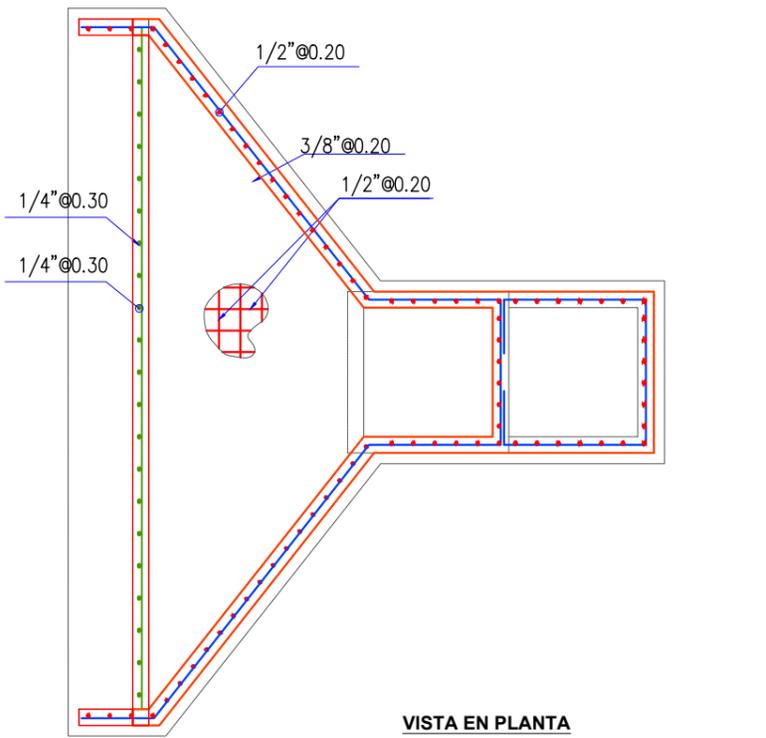


<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		PROYECTO DE TESIS: <b>"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"</b>	
CANAL DE INGRESO CON DESARENADOR	AREA LEVANTADA: 8.7 Has	SECTOR: CHACUPE DISTRITO: MONSEFÚ PROVINCIA: CHICLAYO DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PLANO: <b>15</b>
FECHA: FEBRERO - 2023	ESCALA: TO FIT	RESPONSABLE: Dick Alex Effo Ayasta	

**VERTEDERO DE SEDIMENTOS**

**VERTEDERO DE SEDIMENTADORES**

**DETALLE DE FIERRO**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
**"PEDRO RUIZ GALLO"**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

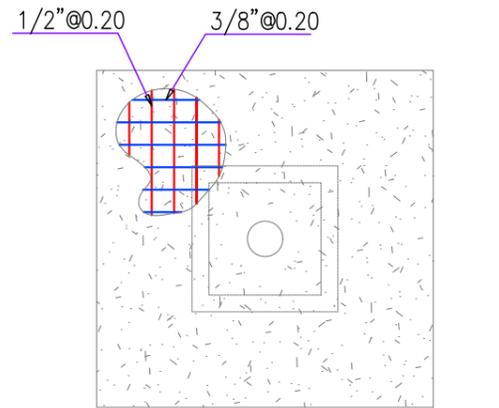
PROYECTO DE TESIS :  
**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEJO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HAS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"**

<b>VERTEDERO DE SEDIMENTOS</b>		ÁREA LEVANTADA : 8.7 Has	SECTOR : CHACUPE	PLANO: <b>16</b>
FECHA: FEBRERO - 2023	ESCALA: TO FIT	RESPONSABLE: Dick Alex Eflio Ayasta	DISTRITO : MONSEFÚ	
			PROVINCIA : CHICLAYO DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	

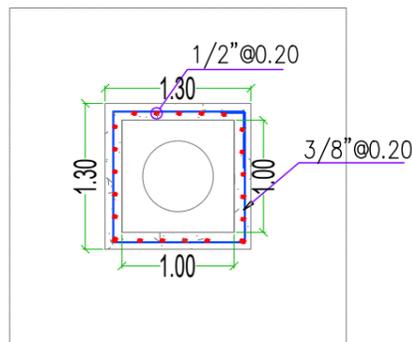
# TOMA FLOTANTE

## TOMA FLOTANTE

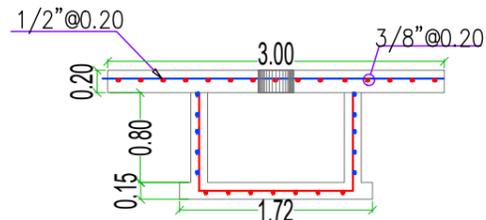
### DETALLE DE FIERRO



LOSA EN PLANTA



CAJA EN PLANTA

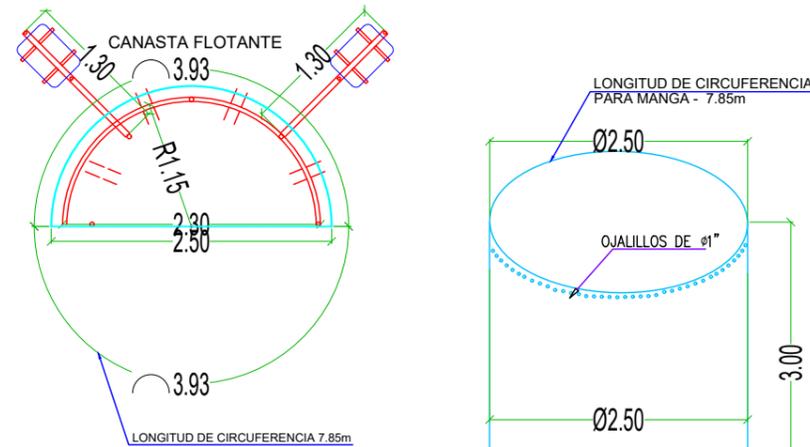


CAJA EN CORTE

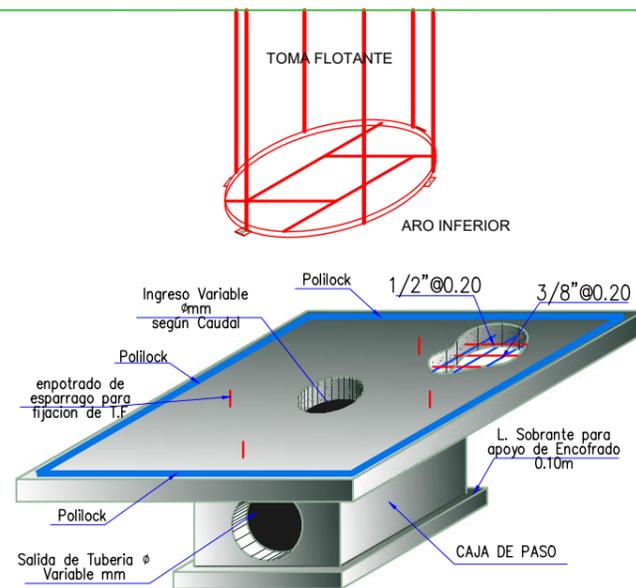
#### ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CONCRETO:
- CONCRETO ESTRUCTURAL  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
  - CONCRETO PORTLAND TIPO 1
- ACERO DE REFUERZO:
- ACERO CORRUGADO  $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
  - EL ESPACIAMIENTO MINIMO ENTRE REFUERZOS DE ACERO SERA 25mm.
  - una malla  $\phi 0.15\text{cm}$  de  $3/8"$  y  $1/2"$
  - Traslape de 0.50 cm

### MANGA 7.85m x 3.00m

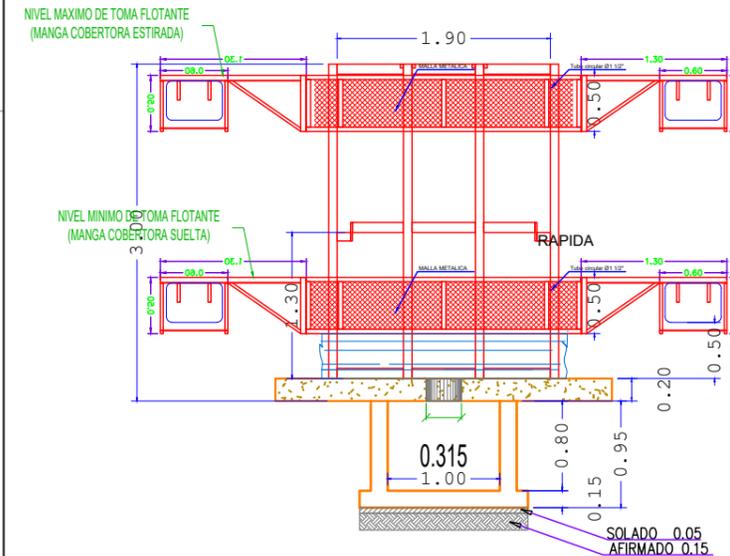
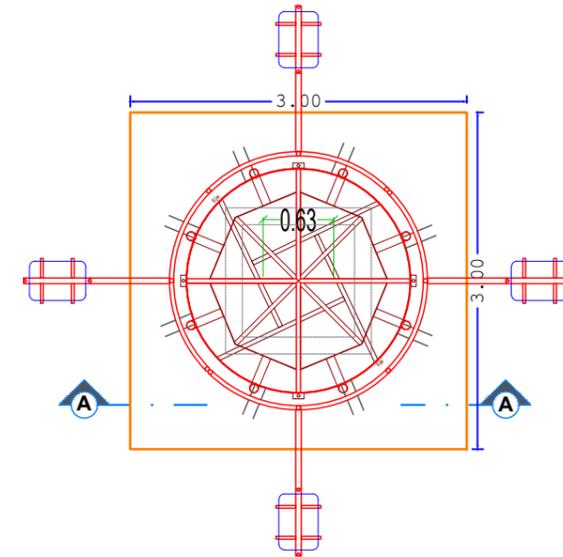


### TOMA FLOTANTE



#### VISTA ISOMETRICA - 3D

ESCALA GRAFICA



### UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

#### TOMA FLOTANTE

FECHA: FEBRERO - 2023  
ESCALA: TO FIT  
RESPONSABLE: Dick Alex Effio Ayasta

PROYECTO DE TESIS :

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

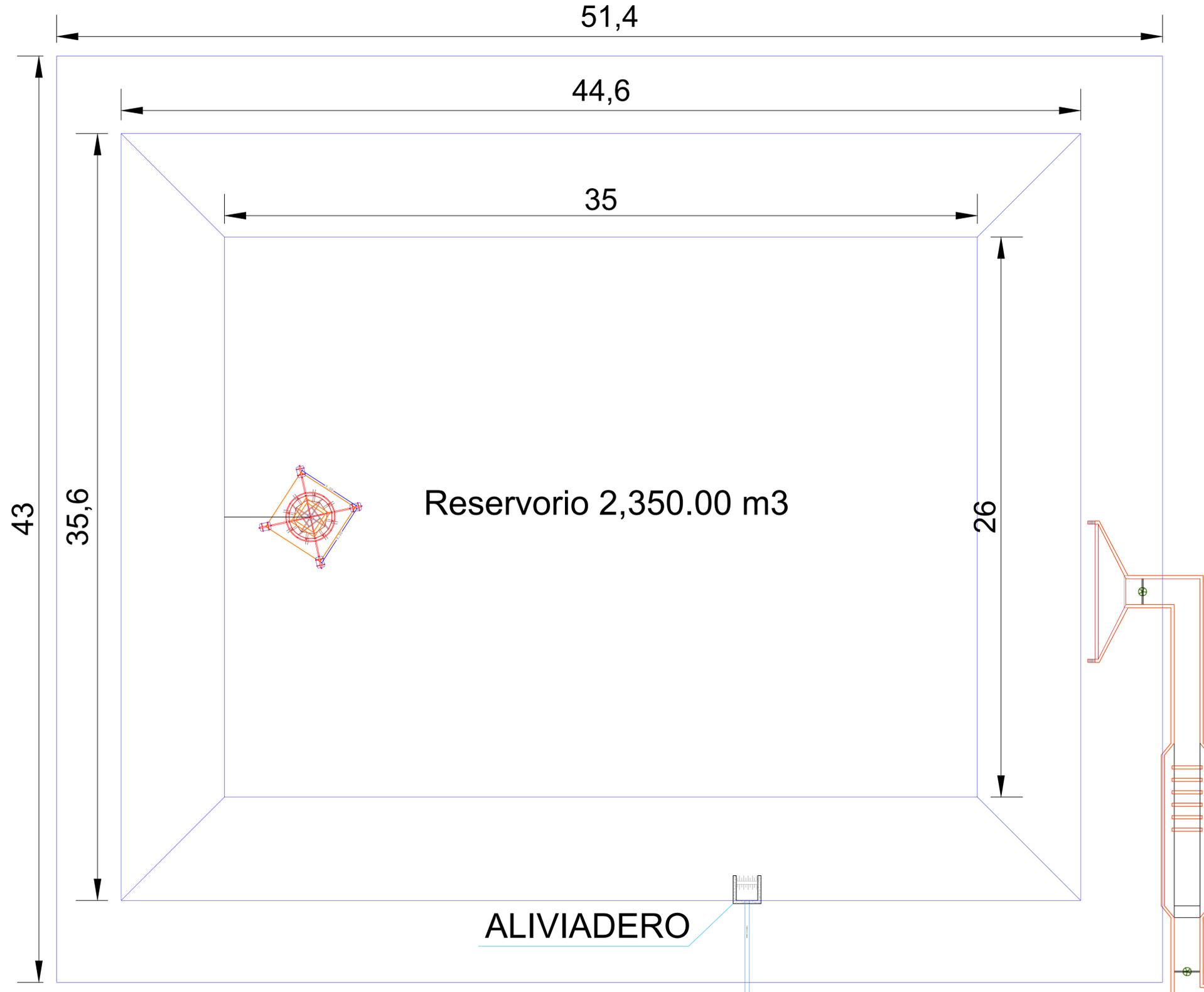
SECTOR : CHACUPE  
DISTRITO : MONSEFÚ  
PROVINCIA : CHICLAYO  
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE

PLANO:

17



# RESERVORIO - VISTA PLANTA



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRICOLA		PROYECTO DE TESIS : <b>"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE - LA VICTORIA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"</b>	
<b>RESERVORIO - VISTA PLANTA</b>	AREA LEVANTADA : 8.7 Has	SECTOR : CHACUPE DISTRITO : MONSEFÚ PROVINCIA : CHICLAYO DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PLANO: <b>19</b>
FECHA: FEBRERO - 2023	ESCALA: TO FIT	RESPONSABLE: Dick Alex Eflo Ayasta	

# **ANEXO N°15:**

**EJEMPLO DE ANÁLISIS DE COEFICIENTE Y UNIFORMIDAD DE GOTERO  
NETAFIM DRIPNET.**

## INFORME COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD – ENSAYO ORO AZUL - 2022

**Para:** Aldo Vega – CAMPOSOL

**De:** Yaan Ramos – NETAFIM PERU

**Asunto:** *Coefficiente de Uniformidad Ensayo Parcela 121 Camposol – Oro Azul*

**Fecha:** 28/03/2022

---

### 1. Antecedentes

El coeficiente de uniformidad es un criterio utilizado para la evaluación y monitoreo de los sistemas de riego.

Para el presente informe, se desarrollará una evaluación en un sistema de riego por goteo para un área sembrada en suelo y otra área sembrada en macetas, con el objetivo de determinar si los caudales en una parcela son uniformes (no tienen variación).

La importancia de esta evaluación se centra en relación que tiene la uniformidad de riego con la uniformidad que presentan las plantas; donde a mayor uniformidad entre los goteros, mayor sería la uniformidad en las plantas, siempre y cuando otros factores no sean limitantes. En este informe se presenta la evaluación de coeficiente de uniformidad realizada en el ensayo de la parcela 121 con la finalidad de diagnosticar la operación del sistema de riego.

### 2. Metodología

La determinación del coeficiente de uniformidad de operación en campo comprendió:

#### 2.1. Actividades Previas

- Revisión de presiones y caudal en losa
- Regulación de presiones en campo
- Selección de subunidad de riego a evaluar (criterio: 1 válvula(área)/turno)

#### 2.2. Recolección de datos

- Aforo de emisores de riego:  
En cada área, la evaluación se llevó a cabo con 11 personas; a cada uno se les asignó un lateral (excluyendo los laterales del borde del área), del cual recolectaron 3 muestras de agua (al inicio, centro y final). La muestra se recolectó en un recipiente por 3 minutos en riego a suelo y 1 minuto en el área establecida en macetas, fue medida en una probeta graduada y calibrada.

### 2.3. Procesamiento de datos

- Determinación de coeficiente de uniformidad:

$$CU_{OPERACIÓN} = \frac{Q25\%}{\mu}$$

Donde

Q25%= Promedio de datos pertenecientes al primer cuartil

$\mu$  = es el promedio de todos los datos.

Los valores referenciales para la clasificación de CU, en manguera nueva, se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Valores referenciales CU

Coefficiente de Uniformidad (CU)	Interpretación
$\geq 95 \%$	Alto
$90\% \leq CU < 95$	Margen adecuado
$CU < 90\%$	Bajo

-Determinación de variables estadísticas: desviación estándar, coeficiente de variabilidad,  $\Delta Q$  nominal vs. operación (%).

-Presentación de resultados

### 3. Resultados

Para realizar la recolección de datos se tomó un lote por turno de la parcela 121.

El gotero instalado en área de macetas fue **PCJ HCNL 4.0L/H1.06GPH NIP**, según el plano. El encargado de parcela refirió que esta manguera fue instalada aproximadamente en enero 2022.

En la Tabla 2, se presentan los resultados del procesamiento de datos.

Tabla 2. Valores referenciales CU

PROYECTO	VALVULA	Caudal de operación promedio (L/h)	Desviación estándar ( $\sigma$ )	Coefficiente de Variabilidad (CV%)	CU operación (%)	Clasificación de CU operación
Oro Azul	3	3.85	0.15	4%	95%	Alto
<b>Promedio</b>		<b>3.85</b>	<b>0.15</b>	<b>4%</b>	<b>95%</b>	<b>Alto</b>

El gotero instalado en área sembrada directo al suelo fue **DRIPNET PC 16250 1.6 l/hr @0.3M**, según el plano. El encargado de parcela refirió que esta manguera fue instalada aproximadamente en enero 2022.

En la Tabla 3, se presentan los resultados del procesamiento de datos.

Tabla 3. Valores referenciales CU

PROYECTO	VALVULA	Caudal de operación promedio (L/h)	Desviación estándar ( $\sigma$ )	Coefficiente de Variabilidad (CV%)	CU <sub>operación</sub> (%)	Clasificación de CU <sub>operación</sub>
Oro Azul	1	1.44	0.10	7%	93%	Margen adecuado
	2	1.46	0.08	6%	95%	Alto
<b>Promedio</b>		<b>1.45</b>	<b>0.09</b>	<b>6%</b>	<b>94%</b>	<b>Margen adecuado</b>

#### 4. Conclusiones

De la evaluación realizada en el ensayo de la parcela 121 perteneciente al fundo Oro azul – Camposol, para el área sembrada en macetas con un emisor PCJ HCNL 4.0 L/hr., se obtuvo coeficiente de uniformidad de 95% (rango Alto), con un caudal promedio de 3.85 L/hr.

Para el área sembrada directamente en suelo con un emisor DRIPNET PC 1.6 L/hr. Se obtuvo un coeficiente de uniformidad promedio de 93% (Margen adecuado), con un caudal promedio de 1.45 L/hr.

#### 5. Recomendaciones

- Realizar un seguimiento al estado del campo, para reducir los problemas de cortes en las mangueras por labores, crecimiento de maleza y algas; a su vez, verificar siempre la calidad de agua de riego, para evitar problemas de taponamiento y desfases de caudal.



**ACTA DE SUSTENTACION PRESENCIAL N°013-2023-UINV-FIA**

Siendo las Once y treinta horas del día miércoles 19 del mes de Julio del 2023, en el auditorio de la facultad de ingeniería agrícola, se reunieron los Miembros del Jurado designado mediante Resolución N°263-2019-FIA-VIRTUAL, conformado por:

<b>M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES</b>	<b>Presidente</b>
<b>ING. JOSE ARTURO SOLORZANO GONZALES</b>	<b>Secretario</b>
<b>ING. JOLVER ALBERTO BARRANTES BURGA</b>	<b>Vocal</b>




Para llevar a cabo la sustentación presencial de tesis citados mediante Resolución N°171-2023-FIA-VIRTUAL; denominado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTÁREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERIO DE CHACUPE – LAVICTORIA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE”** presentado por el bachiller **DICK ALEX EFFIO AYASTA**; y patrocinado por **M.SC. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola.


Luego de culminada la sustentación, el Jurado procedió a realizar las preguntas al sustentante y con las observaciones, se sugirió anotándolas para su corrección respectiva, el jurado luego de evaluar las rubricas decidió **APROBAR** la tesis con el calificativo de **DIECIOCHO (18)**, correspondiente a **MUY BUENO**.

En consecuencia, el referido Bachiller queda apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, de acuerdo a la Ley universitaria 30220, el Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 13:30 horas del mismo día, se dio por finalizado el acto de sustentación y se procedió a firmar la presente acta los que en ella han intervenido.

  
-----  
**M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES**  
Presidente de Jurado


  
-----  
**ING. JOSE ARTURO SOLORZANO GONZALES**  
Secretario de Jurado

  
-----  
**ING. JOLVER ALBERTO BARRANTES BURGA**  
Vocal del jurado

  
-----  
**M.SC. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA**  
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

  
-----  
**Dr. Walter Antonio Campos Ugaz**  
Director UINV - FIA

**ANEXO 01**


**CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Yo, Juan V. Hernández Alcántara, Asesor de tesis, del estudiante, **Bachiller DICK ALEX EFFIO AYASTA**,

Titulada: “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTAREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERÍO DE CHACUPE – LA VICTORIA – CHICLAYO – LMBAYEQUE**”; luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un **índice de similitud de 13 %** verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 04 de abril de 2023



.....  
**Ing. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA**  
**DNI: 16460970**  
**ASESOR**

Se adjunta:  
Resumen del Reporte (Con porcentaje y parámetros de configuración)  
Recibo digital



# “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO EN LAS 8.7 HECTAREAS DEL CULTIVO DE LA PALTA HASS EN EL CASERÍO DE CHACUPE – LA VICTORIA – CHICLAYO – LMBAYEQUE”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://amiad.com">amiad.com</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://zagan.unizar.es">zagan.unizar.es</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://repositorio.espam.edu.ec">repositorio.espam.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

9	<a href="https://tesis.unap.edu.pe">tesis.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="https://documents.mx">documents.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.intagri.com">www.intagri.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="https://docplayer.net">docplayer.net</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="https://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
16	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1 %
17	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
18	Melgarejo Canseco Edwin Lolo. "Diseno y construccion de un sistema de control de riego por goteo en invernaderos", TESIUNAM, 1996 Publicación	<1 %

[www.pro-desarrollo.com](http://www.pro-desarrollo.com)

19	Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://www.dspace.unitru.edu.pe">www.dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://www.ptolomeo.unam.mx:8080">www.ptolomeo.unam.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://www.dorot.com">www.dorot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://aguaparaagricultura.blogspot.com">aguaparaagricultura.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://doczz.net">doczz.net</a> Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
26	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://kupdf.net">kupdf.net</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://www.el-peru.net">www.el-peru.net</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://ofi2.mef.gob.pe">ofi2.mef.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %