

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA



**“PLANEAMIENTO, DISEÑO Y EVALUACION TECNICO
ECONOMICO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL PROGRAMA DE
FRUTALES-FUNDO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA”**

Presentado por:

KAREM BELEN MEZA CAPCHA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRICOLA**

Lima - Perú

2014

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en realizar el planeamiento, diseño del sistema de riego por goteo y evaluación económica en el Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y el Programa el Fundo, en lo cual se seleccionó cultivos rentables como palto, maíz, frejol castilla y algodón.

El proyecto en estudio se encuentra ubicado en la provincia de Lima, distrito de La Molina, latitud Sur de 12° 04' 48.81'' a 12° 05' 15.84'' y longitud Oeste de 76° 56' 13.90'' a 76° 56' 39.90'' sobre el Meridiano de Greenwich, con la altitud que varía de 245 msnm.

La extensión del terreno en estudio fue de 26.44 has, donde 16.78 has corresponden al el Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y 9.66 has al Programa el Fundo.

El planeamiento y diseño del sistema de riego por goteo comprendió:

- El planeamiento consistió en recabar información básica, realizar el balance hídrico, el diseño agronómico, la zonificación de turnos de riego y el trazado de la red matriz de riego.
- El diseño agronómico, consistió en determinar las características del agua y el suelo, de tal manera de determinar las necesidades de agua del cultivo y la programación del riego del mismo.

El diseño hidráulico comprendió:

- La red matriz, fue diseñada y simulada con el software GESTAR – PREMIUN 2014, como resultado se obtuvo el dimensionamiento óptimo de la red de tuberías, manteniendo una tolerancia de presiones en la subunidad y además se calculó el requerimiento total de presión.
- La estación de bombeo se diseñó, para satisfacer los requerimientos de 47.5 metros de presión, caudal máximo 29.11 l/s y potencia de 19.23Kw, para ello se seleccionó 2 bombas turbina de eje vertical ubicadas en paralelo.

- El sistema de filtrado diseñado comprendió seis filtros de grava con una capacidad de diseño de 25 m³/h y cuatro filtros de anillas con una capacidad de 30 m³/h cada uno.

La evaluación económica comprendió la determinación de la inversión total realizada, los costos de operación y mantenimiento, costos de producción, así como los ingresos generados considerando los precios del mercado de la zona, los cuales se consideraron al medir en términos económicos la rentabilidad del proyecto. Se calculó los indicadores de rentabilidad como es el VAN y TIR.

INDICE

INDICE.....	7
I. INTRODUCCION.....	14
1.1. Justificación.....	16
1.2. Alcances y Limitaciones.....	16
II. OBJETIVO.....	17
2.1. Objetivo General.....	17
2.2. Objetivo Especificos.....	17
III. REVISION DE LITERATURA.....	18
3.1. Riego por goteo.....	18
3.1.1. Definicion de riego por goteo.....	18
3.1.2. Componentes de una instalación de riego presurizado.....	19
3.2. Necesidades de riego de los cultivos.....	23
3.2.1. Evaporación real y potencial.....	24
3.2.2. Factores que afectan la evapotranspiración.....	24
3.2.3. Coeficiente del cultivo - kc.....	25
3.2.4. Método FAO Penman-Monteith.....	27
3.3. Diseño hidráulico en riego por goteo.....	28
3.3.1. Tolerancia de caudales.....	28
3.3.2. Perdida de carga permisible en la subunidad de riego.....	29
3.3.3. Factor de Christiansen.....	30
3.3.4. Factor de corrección por conexión de emisor.....	30
3.4. Software Gestar Premium 2014.....	31
3.4.1. Dimensionado de redes colectivas ramificadas.....	31
3.5. El palto.....	35
3.5.1. Aspectos generales.....	35
3.5.2. Manejo agronómico.....	35
3.5.3. Riego.....	36
3.5.4. Producción, rendimiento y precio en chacra nacional de Palto en el Perú.....	37
3.6. Maiz.....	38
3.6.1. Aspectos generales.....	38
3.6.2. Manejo agronómico.....	39

3.6.3.	Producción, rendimiento y precio en chacra nacional de maíz amarillo duro en el Perú	40
3.7.	Frejol castilla	43
3.7.1.	Aspectos generales	43
3.7.2.	Manejo agronómico	44
3.8.	Algodón	45
3.8.1.	Aspectos generales	45
3.8.2.	Manejo agronómico	45
3.8.3.	Producción, rendimiento y precio en chacra nacional del algodón en el Perú 46	
3.9.	Flujo caja incremental	48
3.10.	Análisis de rentabilidad	49
IV.	MATERIALES Y METODOLOGIA	51
4.1.	Descripción del área de estudio	51
4.1.1.	Ubicación y extensión	51
4.2.	Materiales	54
4.3.	Metodología de estudio	54
4.3.1.	Planificación del sistema de riego tecnificado por goteo en los campos de investigación Frutales Fundo	54
A.	Datos básicos	55
B.	Diseño Agronómico	59
4.3.2.	Diseño hidráulico	63
A.	Diseño hidráulico de la subunidad	65
B.	Diseño del cabezal de riego	77
C.	Requerimiento de potencia del sistema	77
4.3.3.	Medrados, Costos unitarios y Presupuesto del Sistema de Riego	78
4.3.4.	Operación y mantenimiento del Sistema de Riego	78
4.3.5.	Evaluación económica, determinación de VAN y TIR	79
4.3.6.	Evaluación de impacto ambiental	80
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	81
5.1.	Análisis de datos básicos	81
5.2.	Balance hídrico proyectado	84
5.3.	Diseño de reservorio	89
5.4.	Diseño del Sistema de Riego	92

5.4.1.	Diseño Agronómico.....	92
5.4.2.	Diseño hidráulico del sistema.....	99
5.4.3.	Diseño del cabezal de riego.....	111
5.4.4.	Requerimiento de potencia del sistema y selección de bomba.....	112
5.5.	Costos unitarios, metrados y presupuesto de instalación del sistema de riego por goteo.....	115
5.6.	Operación y mantenimiento del Sistema de Riego.....	117
5.7.	Evaluación Económica.....	137
5.7.1.	Inversión.....	137
5.7.2.	Presupuesto de ingresos y egresos.....	138
5.7.3.	Flujo caja económico.....	149
5.7.4.	Indicadores de rentabilidad.....	152
5.7.5.	Análisis de sensibilidad.....	153
5.8.	Evaluación de impacto ambiental.....	156
5.8.1.	Identificación de impactos positivos.....	156
5.8.2.	Identificación de impactos negativos.....	156
VI.	CONCLUSIONES.....	159
VII.	RECOMENDACIONES.....	162
VIII.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	163
IX.	ANEXOS.....	168
9.1.	Datos básicos:.....	169
A.	Variables climáticas.....	169
B.	Análisis de agua.....	176
9.2.	Balance hídrico.....	178
A.	Demanda de agua.....	178
9.3.	Diseño agronómico.....	182
A.	Parámetros de diseño agronómico.....	182
9.4.	Diseño hidráulico.....	185
A.	Diseño de lateral y portalateral.....	185
9.5.	Diseño de cabezal de riego.....	192
9.6.	Planos.....	194
A.	Plano del sistema de riego por goteo.....	194

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. VALORES DE M PARA DISEÑO	29
CUADRO 2: PRODUCCIÓN, RENDIMIENTO Y PRECIO EN CHACRA NACIONAL DE PALTO 1994 - 2012	38
CUADRO 3: PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE COSECHADA NACIONAL DEL PERIODO 2011 HASTA EL 2012	41
CUADRO 4: RENDIMIENTO PROMEDIO (TN/HA) DESDE EL PERIODO 2010 HASTA EL 2011 POR REGIONES EN EL PERÚ	42
CUADRO 5: PRECIO EN CHACRA (S/. X KG) POR REGIONES, CAMPAÑA 2010 Y 2011, EN EL PERÚ	43
CUADRO 6: RENDIMIENTO PROMEDIO (TN/HA), POR REGIONES DESDE EL 2007 HASTA EL 2011, EN EL PERÚ	47
CUADRO 7: PRECIO EN CHACRA (S/. X KG), DESDE EL 2007 HASTA EL 2012, POR REGIONES EN EL PERÚ	48
CUADRO 8: ÁREAS A TECNIFICAR SEGÚN USUARIOS DE LA UNALM	53
CUADRO 9: OFERTA DE AGUA SEMANAL	56
CUADRO 10: CULTIVOS PROPUESTOS A LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNALM	58
CUADRO 11: RESERVORIOS PROYECTADOS PARA EL CAMPUS DE LA UNALM EN EL PROYECTO DE RIEGO TECNIFICADO 2014-2015	81
CUADRO 12: ANALISIS MICROBIOLÓGICO -2013 EN LOS LABORATORIOS SGS	82
CUADRO 13: CULTIVOS PROPUESTOS POR PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN EN LA UNALM	83
CUADRO 14: BALANCE HÍDRICO GLOBAL PROMEDIO DEL 2008 - 2013	84
CUADRO 15: OFERTA DE AGUA SEMANAL	86
CUADRO 16: DEMANDA DE AGUA SEMANAL	86
CUADRO 17: BALANCE HIDRICO PROMEDIO DEL 2008 - 2013	87
CUADRO 18: CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL EN FRUTALES	90
CUADRO 19: EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO PROMEDIO (1994 - 2010)	93
CUADRO 20: LAMINA DE RIEGO A REPONER PARA LOS CULTIVOS PROPUESTOS	94
CUADRO 21: NÚMERO DE EMISORES (GOTEROS) POR PLANTA	96
CUADRO 22: PRECIPITACIÓN HORARIA EN MM/HR	96
CUADRO 23: PARÁMETROS DE OPERACIÓN SEGÚN EL TURNO DE RIEGO Y TIPO DE EMISOR	98
CUADRO 24: TOLERANCIA DE CAUDALES	100
CUADRO 25: PÉRDIDA DE CARGA PERMISIBLE EN LA SUBUNIDAD MÁS CRITICA DE CADA SECTOR DE CULTIVO PROPUESTO	100
CUADRO 26: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA MATRIZ OBTENIDAS CON LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA EN EL SOFTWARE GESTAR	102
CUADRO 27: CALCULO DE CARGA DINÁMICA TOTAL	109
CUADRO 28: REQUERIMIENTO DE POTENCIA DE LA UNIDAD DE BOMBEO POR TURNO DE RIEGO	113
CUADRO 29: PRESUPUESTO DE SISTEMA DE RIEGO, DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL Y COSTO POR HA	116
CUADRO 30: CUADRO DE OPERACIÓN PARA EL LLENADO DE RESERVORIOS PROYECTADOS DE LA UNALM	119
CUADRO 31: APLICACIÓN DE ÁCIDOS	134
CUADRO 32: INVERSIÓN TANGIBLE	137
CUADRO 33: INVERSIÓN INTANGIBLE	138
CUADRO 34: INVERSIÓN TOTAL	138

CUADRO 35: RENDIMIENTO PROMEDIO DE PALTO	139
CUADRO 36: RENDIMIENTO PROMEDIO DE MAÍZ AMARILLO DURO Y PAPA	139
CUADRO 37: RENDIMIENTO PROMEDIO DEL FREJOL CASTILLA Y PALLAR	140
CUADRO 38: RENDIMIENTO PROMEDIO DE ALGODÓN	140
CUADRO 39: INGRESOS PROYECTADOS PARA EL PERIODO DE 10 AÑOS	142
CUADRO 40: PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	143
CUADRO 41: REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS	144
CUADRO 42: PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA	144
CUADRO 43: PRESUPUESTO DE INSUMOS POR HECTÁREA PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS	145
CUADRO 44: PRESUPUESTO DE INSUMOS PARA LAS 26.44 HECTÁREAS PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS	145
CUADRO 45: REQUERIMIENTO DE HORAS MAQUINA POR HECTÁREA PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS	146
CUADRO 46: PRESUPUESTO DE MAQUINARIA POR HECTÁREA PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS	146
CUADRO 47: PRESUPUESTO DE MAQUINARIA PARA LAS 26.44 HECTÁREAS PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS	147
CUADRO 48: PRESUPUESTO ANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO	147
CUADRO 49: PRESUPUESTO ANUAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS	148
CUADRO 50: DEPRECIACIÓN ANUAL	148
CUADRO 51: FLUJO CAJA ECONÓMICO CON PROYECTO PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS	149
CUADRO 52: FLUJO CAJA ECONÓMICO SIN PROYECTO PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS	150
CUADRO 53: FLUJO CAJA INCREMENTAL PARA EL PERIODO DE 10 AÑOS	151
CUADRO 54: PERIODO DE RECUPERACIÓN PARA EL PERIODO DE 10 AÑOS	153
CUADRO 55: VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS	154
CUADRO 56: VARIACIÓN DEL PRECIO DEL PRODUCTO	155

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: COMPONENTES DEL CABEZAL DE RIEGO.....	21
FIGURA 2: ESQUEMA DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO.....	22
FIGURA 3: CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	24
FIGURA 4: COEFICIENTE DE CULTIVO.....	26
FIGURA 5: CURVA DEL COSTE ANUAL TOTAL EN FUNCIÓN DE LA ALTURA PIEZOMÉTRICA DISPONIBLE EN CABECERA (HD).....	32
FIGURA 6: ESQUEMA DE DIMENSIONADO ÓPTIMO.....	34
FIGURA 7: CULTIVO DE PALTO CON TRES LÍNEAS DE GOTEROS.....	37
FIGURA 8: COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE COSECHADA, DEL PERIODO 2002 HASTA EL 2011.....	47
FIGURA 9: UBICACIÓN DE LA UNALM.....	52
FIGURA 10: UBICACIÓN DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL EN FRUTALES Y EL FUNDO.....	52
FIGURA 11: PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	55
FIGURA 12: SECUENCIA DEL DISEÑO Y SIMULACIÓN HIDRÁULICA EN GESTAR.....	66
FIGURA 13: CUADRO DE IMPORTACIÓN DE RED.....	67
FIGURA 15: CUADRO DE NODO DE DEMANDA CONOCIDO.....	67
FIGURA 16: CUADRO DE OPTIMIZACIÓN DE RED.....	68
FIGURA 17: SIMULACIÓN DE TURNOS.....	76
FIGURA 18: BALANCE HÍDRICO GLOBAL PROMEDIO DEL 2008 - 2013.....	85
FIGURA 19: BALANCE HÍDRICO FRUTALES.....	88
FIGURA 19: MEDIDAS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL RESERVORIO DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL EN FRUTALES.....	91
FIGURA 20: DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLOGÍA – MOLINA PROMEDIO (1994 - 2010),...	92
FIGURA 22: GOTERO AUTOCOMPENSADO UNIRAM CNL 17010.....	95
FIGURA 23: GOTERO STREAMLINE 16125.....	95
FIGURA 23: ESQUEMA HIDRÁULICO DEL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS EN LA RED MATRIZ.....	104
FIGURA 24: ARCO RIEGO PVC 90MM C/VÁLVULA HIDRÁULICA 3” TIPO I (VH3”-I).....	105
FIGURA 25: ARCO RIEGO PVC 90MM C/VÁLVULA HIDRÁULICA 3” TIPO II (VH3”-II).....	106
FIGURA 26: ARCO RIEGO PVC 90MM C/VÁLVULA HIDRÁULICA 3” TIPO III (VH3”-III).....	107
FIGURA 27: ARCO RIEGO PVC 90MM C/VÁLVULA HIDRÁULICA 3” TIPO IV (VH3”-IV).....	107
FIGURA 28: HIDRANTE DE RIEGO PVC 90MM C/VÁLVULA HIDRÁULICA 3” (H3”).....	108
FIGURA 29: ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE TURNOS DE RIEGO EN LOS CAMPOS DE FRUTALES Y FUNDO.....	110
FIGURA 30: TANQUE DE GRAVA DE LA MARCA AMIAD.....	111
FIGURA 31: (A) COMPONENTES DE LA BOMBA VERTICAL, (B) VISTA DE PERFIL.....	114
FIGURA 32: UBICACIÓN DE LOS CANALES DE ENTRADA AL RESERVORIO DE FRUTALES...	117
FIGURA 33: LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE CANAL Y COMPUERTA.....	118
FIGURA 34: ESQUEMA DEL PROCESO DE FILTRACIÓN Y CONTRALAVADO.....	123
FIGURA 35: ESQUEMA DE PROCESO DE FILTRACIÓN Y RETROLAVADO.....	125
FIGURA 36: PASOS PARA LA LIMPIEZA DE FILTROS DE ANILLAS.....	127
FIGURA 39: PURGA DE TUBERÍAS PORTALATERALES.....	130
FIGURA 38: GOTERO CON CRECIMIENTO DE ALGAS Y BACTERIAS.....	131
FIGURA 39: GOTERO CON DEPÓSITO DE CALCIO Y MAGNESIO.....	132
FIGURA 40: GOTEROS OBSTRUIDOS POR ARCILLA EN SUSPENSIÓN.....	135
FIGURA 41: LIMPIEZA DE LATERALES DE RIEGO.....	135
FIGURA 42: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD – PRODUCCIÓN DE CULTIVOS.....	154

I. INTRODUCCION

Los valles de la costa peruana se caracterizan por ser zonas áridas, con suelos con poca o nula materia orgánica constituidos generalmente por arena, presencia de fuertes vientos con clima árido y de baja precipitación, a todo esto se asocia la escasez del recurso hídrico, lo que hace el desarrollo de proyectos agrícolas en estas zonas con fuertes *inversiones económicas y tecnologías adecuadas para el riego (Camacuari y Flores 2010).*

Dentro de los diversos sistemas de riego que tratan de economizar el agua existe el denominado riego por goteo, el cual es un sistema capaz de implementarse hasta en terrenos no muy buenos y sin mucha exigencia de calidad y cantidad de agua, como es el caso de los valles de la costa peruana (Camacuari y Flores 2010).

El riego por goteo en el Perú se comenzó a instalar a nivel comercial al comienzo de la década de los ochenta. Actualmente, el gobierno está incentivando dicha tecnología, lo que ha permitido bajar los costos de inversión, por lo cual la demanda de instalación se ha incrementado (Reyes 2000)

Por otro lado la evolución creciente del mercado de Palto a nivel mundial, y las actuales negociaciones internacionales, está propiciando una excelente oportunidad para la producción y manejo de Palto.

El presente trabajo de investigación localizado en el Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y Programa el Fundo de la Universidad Nacional Agraria La Molina, tiene por finalidad la producción de 15.01 has de palto, 4.81 has de maíz, 1.89 has de leguminosa, 2.96 has de algodón y 1.77 has de diversos frutales, esta última forma parte de una área demostrativa para los alumnos de la Facultad de Agronomía. Se implementará

el sistema de riego por goteo, propiciando la rentabilidad a favor del Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y Fundo.

1.1. Justificación

El Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales de la Universidad Nacional Agraria la Molina, es un centro de investigación y producción el cual reúne a profesionales, técnicos y alumnos que frecuentemente están interactuando en ámbito frutícola; realizando investigaciones en diversas especies de frutales acorde a las necesidades del desarrollo del país, para lo cual es necesario garantizar de forma pertinente el uso eficiente del agua.

Sin embargo existen recursos hídricos que no están siendo aprovechados de manera eficiente, con el cambio de sistema de riego por goteo se pretende incrementar la eficiencia de uso de agua de riego, fertilizantes, mano de obra en el riego y disponer el agua en el momento pertinente.

El proyecto generara mayores ingresos al Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y Fundo planteando una cedula de cultivo adecuada, que permita el mantenimiento y operación del sistema de riego en forma sostenible.

1.2. Alcances y Limitaciones

Este proyecto está orientado a realizar la planificación, diseño y evaluación económica del sistema de riego por goteo en 15.04 has palto y 1.77 has de diversos frutales esta área designada como área experimental, 4.81 has de maíz, 1.89 has de frejol castilla y 2.96 has de algodón, en suelos franco arenoso aptos para los cultivos propuestos.

La disponibilidad de agua limita la instalación del sistema de riego tecnificado, por lo que se propone la construcción de un reservorio para almacenar el agua.

II. OBJETIVO

2.1. Objetivo General

- Realizar el planeamiento, diseño y la evaluación económica del sistema de riego por goteo para el cultivo de palto, diversos frutales, maíz amarillo duro, papa, frejol castilla, pallar y algodón.

2.2. Objetivo Específicos

- Elaborar la planificación del sistema de riego por goteo para el Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales Fundo, Leguminosa y Algodón en un área de 26.44 has.
- Realizar el diseño agronómico e hidráulica del sistema de riego por goteo.
- Elabórar el manual de operación y mantenimiento del sistema de riego por goteo
- Determinar la rentabilidad económica del proyecto.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Riego por goteo

3.1.1. Definición de riego por goteo

(Vermeiren y Jobling 1986), señalan el riego por goteo como un conjunto de métodos que humedecen una parte del suelo. Su principal característica es el aporte de pequeños caudales y pequeña dosis de agua y fertilizantes, muy localmente en las zonas de las raíces de los cultivos por medio de dispositivos de distribución tales como goteros, boquillas, tubos porosos, etc.

El riego por goteo es un sistema que mantiene el agua en la zona radicular en las condiciones de utilización más favorables a la planta, aplicando el agua gota a gota. El agua es conducida por medio de conductos cerrados desde el punto de toma hasta la misma planta, a la que se aplica por medio de dispositivos que se conocen como goteros o emisores (Medina 1997).

(Armoni 1992), señala que se puede definir el sistema de riego por goteo como un sistema de humedecimiento limitado del suelo, en el cual se aplica el agua únicamente a una parte del volumen del suelo ocupado por el cultivo. El volumen húmedo acomoda el sistema radicular de la planta, de modo que en diferentes descargas o variado la distancia entre goteros, la frecuencia de riego, etc, varía también la forma del sistema radicular.

3.1.2. Componentes de una instalación de riego presurizado

Una instalación de riego por goteo está constituida por las siguientes partes:

A. El Cabezal de Riego:

Conjunto de elementos que permiten el bombeo, el filtrado y el control de la presión del agua de riego. En algunos casos también permite la fertilización y la medición integral de los caudales que son enviados hacia el cultivo. (García et al. 2003) Ver Figura 1.

a) Sistema de Bombeo:

Compuesta de bombas y tuberías de succión e impulsión. Permite el abastecimiento del caudal y la presión necesaria al sistema.

- **Bomba turbina vertical:** Es una unidad de bombeo diseñada para operar en pozos profundos, cisternas o cámaras de succión. La construcción vertical reduce el espacio requerido de instalación y permite el uso de una cimentación sencilla.

b) Sistema de Filtrado:

- **Filtros de Grava:** Se utilizan para remover la materia orgánica (hojas pequeñas, ramas, restos de cortezas, raíces, etc.). Los filtros también retienen pequeñas partículas minerales. En un cabezal de riego se deben colocar por lo menos dos filtros para que en el proceso de lavado de uno se utilice el agua filtrada por el otro.
- **Filtros de Anilla:** Su objetivo es retener las impurezas que puedan pasar el filtro de arena; las impurezas retenidas en los filtros de anilla son de origen mineral.

c) Equipo de Fertirrigación:

Ubicados aguas abajo de los filtros para evitar el desarrollo de las algas, a la vez que se impide la absorción de fertilizantes por las arenas. Pueden ser tipo Venturi, bombas de inyección de accionamiento hidráulico, tanque fertilizador, etc.

d) Elementos de Seguridad y Control:

Son componentes que permiten un mejor manejo del sistema en la aplicación de agua a los cultivos.

- **Medidor Totalizador de Agua:** Se utiliza para indicar el caudal instantáneo y registrar el volumen acumulado de agua que se envía al campo.
- **Manómetros:** Permiten verificar las caídas de presión a la entrada y salida de los filtros tanto de arena como de anilla. Usualmente también existe un manómetro al inicio de la tubería primaria para verificar que la presión de entrega corresponda a la establecida en el diseño.
- **Válvulas de Seguridad:** Válvulas que actúan por un resorte interior. Su misión es dejar salir el agua de la instalación cuando la presión es excesiva.
- **Válvulas de Retención:** Tienen doble función: romper la columna de agua y reducir el golpe de ariete que se produce al abrir o cerrar una instalación. Se instalan intercaladas en la tubería o en el cabezal.
- **Purgadores y Ventosas:** Se sitúan en puntos de la instalación donde puede acumularse aire (codos, partes elevadas de tuberías, filtros, etc.), permitiendo su salida.

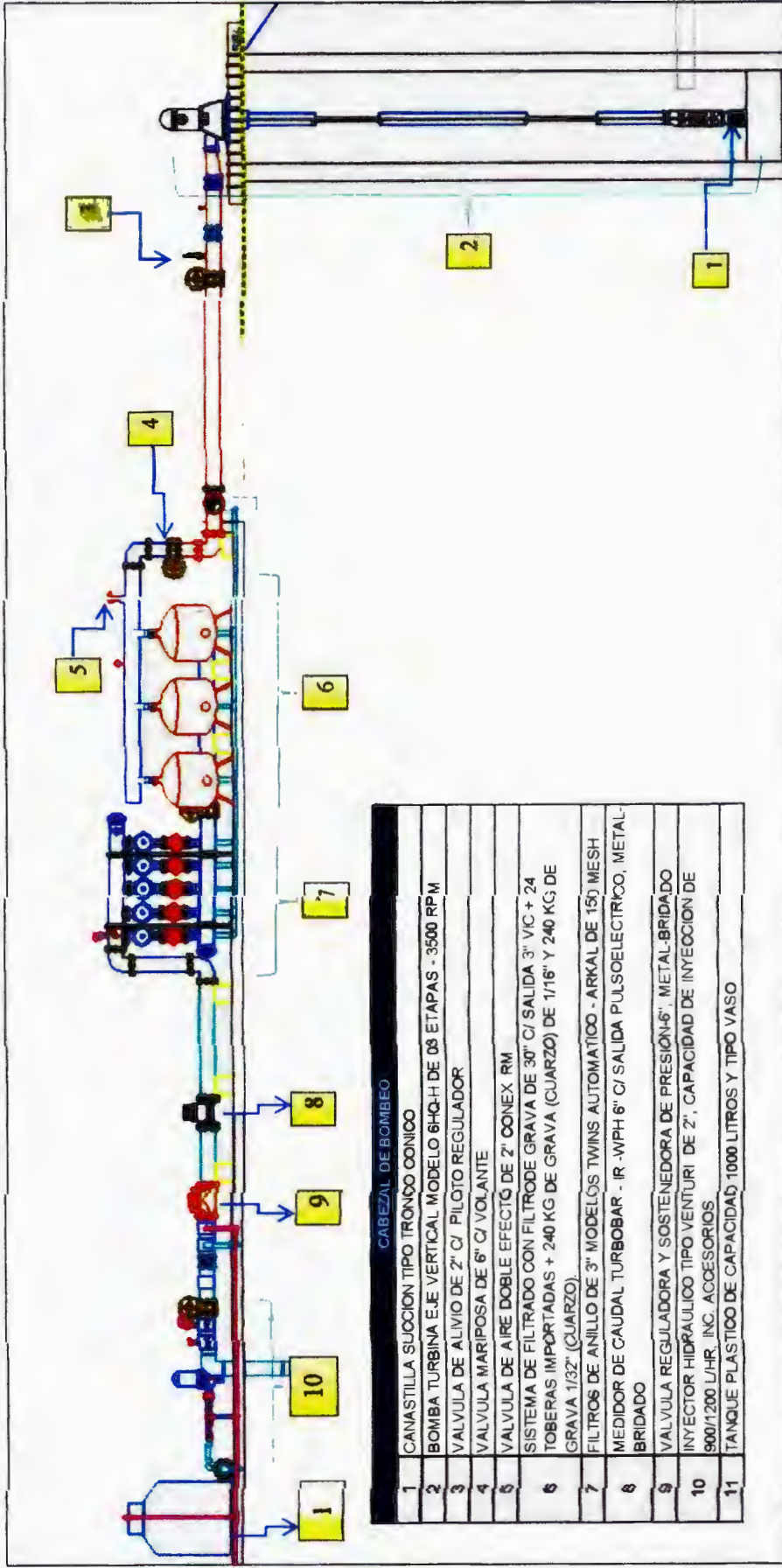


Figura 1: Componentes del cabezal de riego

Fuente: Elaboración propia (2014)

B. Red de Distribución

- a) **Tubería Primaria:** Es la tubería que parte del cabezal y llega a todas las unidades de riego del cultivo.
- b) **Tubería Secundaria:** Parte de la tubería principal y lleva el caudal a solo una de las subunidades de riego.
- c) **Tubería Terciaria:** Es la tubería que alimenta directamente los laterales de riego. También reciben el nombre de múltiples de riego.
- d) **Laterales de Riego:** Son las tuberías de último orden en las cuales se conectan los emisores finales de riego.

El esquema de un sistema de riego presurizado con su distribución de tuberías se observa en la Figura 2.

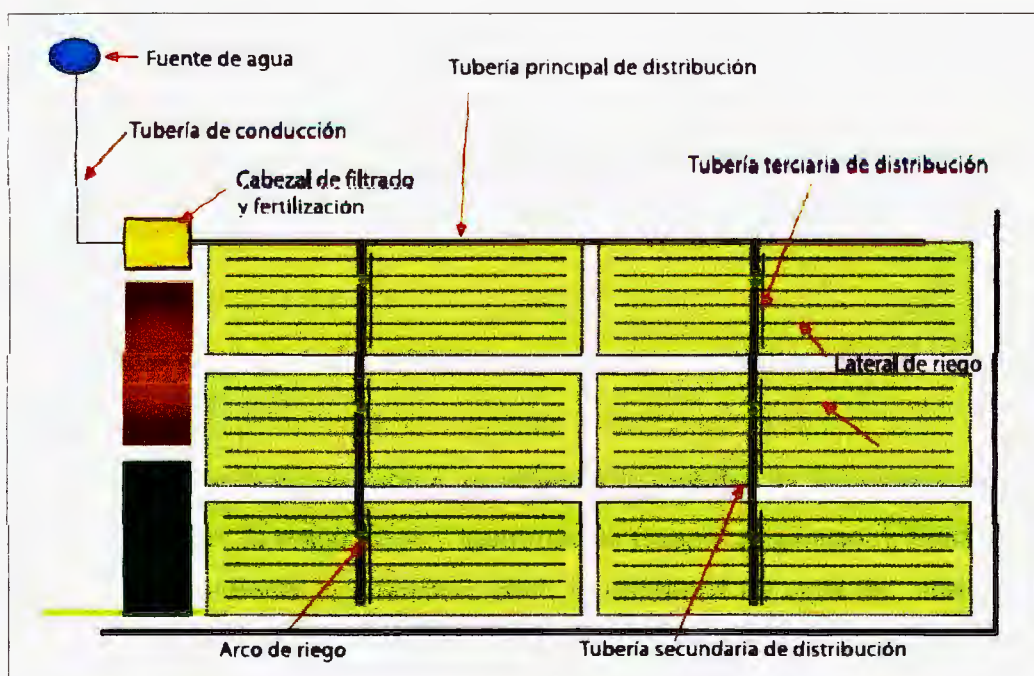


Figura 2: Esquema de un Sistema de Riego Presurizado

Fuente: Manual de O&M en sistemas de riego – AECID (2009)

C. Aparatos de Control

a) Regulador de Presión:

Tiene la función de mantener la presión aguas arriba y/o aguas abajo de la subunidad de riego (AECID 2009).

D. Emisores Finales.

Son los elementos encargados de distribuir el agua al terreno gota a gota. Como los caudales que suministran son muy pequeños 2, 4 o 8 l/hr deben ser los más exactos posibles. Existen numerosos tipos que pueden agruparse en distintas categorías según el criterio que prima en su fabricación (AECID 2009).

- Goteros en línea o sobre línea
- *Goteros simples*
- Goteros de régimen laminar, parcialmente turbulento o completamente turbulento.
- Tuberías perforadas
- Goteros autocompensantes (el caudal no es afectado por la variación de presión).

3.2. Necesidades de riego de los cultivos

La necesidad de agua de un cultivo, se refiere a la cantidad de agua requerida para compensar la pérdida por la evaporación y transpiración (evapotranspiración). Entonces, la necesidad de riego representa la diferencia entre la necesidad de agua del cultivo y la precipitación efectiva. Adicionalmente el requerimiento de agua de riego debe incluir agua adicional para el lavado de sales, y para compensar la falta de uniformidad o eficiencia en la aplicación de agua. (FAO 2006)

La determinación de las necesidades de agua de los cultivos es el paso previo para establecer los volúmenes de agua que será necesario aportar con el riego. Se considera a estas como la suma de la evaporación directa desde el suelo más la transpiración de las plantas que comúnmente se conoce como evapotranspiración (ET). La cual suele

expresarse en mm de altura de agua evapotranspirada en cada día (mm/día), que variará según el clima y el cultivo. (FAO 2006)

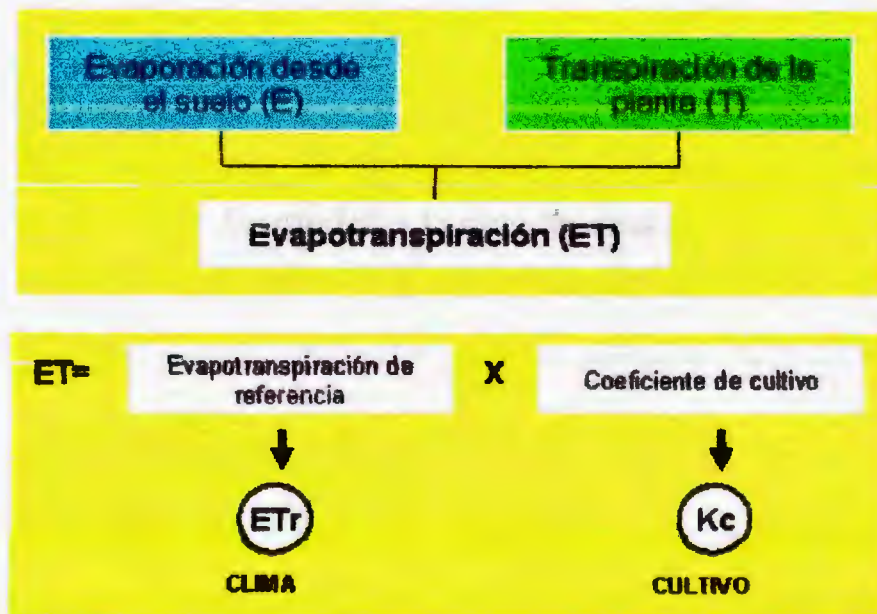


Figura 3: Cálculo de la evapotranspiración

Fuente: Elaboración propia (2014)

3.2.1. Evaporación real y potencial

Thornthwaite (1948) denominó Evapotranspiración Potencial (ETp) a la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones de laboratorio.

Por el contrario, la Evapotranspiración real (ETr) es la que se produce realmente en las condiciones existentes en cada caso.

3.2.2. Factores que afectan la evapotranspiración

El clima, las características del cultivo, el manejo y el medio de desarrollo son factores que afectan la evaporación y la transpiración

a. Variables climáticas

Los principales parámetros climáticos que afectan la evapotranspiración son la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento. (FAO 2006)

b. Factores de cultivo

El tipo de cultivo, la variedad y la etapa de desarrollo deben ser considerados cuando se evalúa la evapotranspiración de cultivos que se desarrollan en áreas grandes y bien manejadas. (FAO 2006)

c. Manejo y condiciones ambientales

Los factores tales como salinidad o baja fertilidad del suelo, uso limitado de fertilizantes, presencia de horizontes duros o impenetrables en el suelo, ausencia de control de enfermedades o parásitos y el mal manejo del suelo pueden limitar el desarrollo del cultivo y reducir la evapotranspiración. Otros factores que se deben considerar al evaluar la ET son la cubierta del suelo, la densidad del cultivo y el contenido de agua del suelo. (FAO 2006)

3.2.3. Coeficiente del cultivo – k_c

El coeficiente de cultivo (K_c) describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la recolección (Ojeda et al 2006).

En los cultivos anuales normalmente se diferencian 4 etapas o fases de cultivo:

CURVAS REAL Y TEÓRICA DEL COEFICIENTE DE CULTIVO

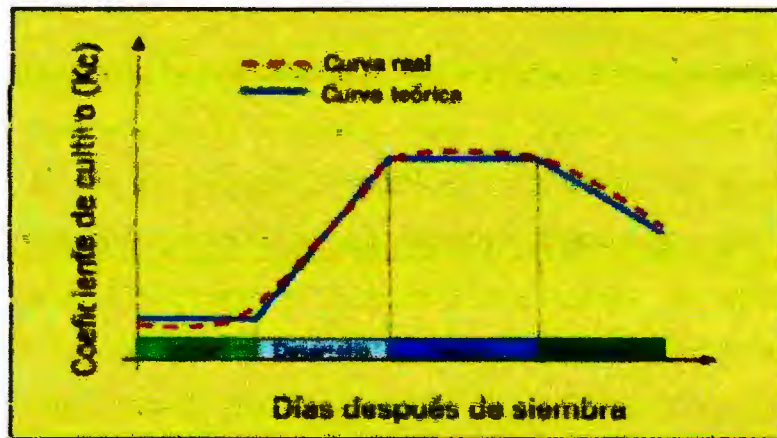


Figura 4: Coeficiente de Cultivo

Fuente: Gardizabal (2003)

- **INICIAL:** Desde la siembra hasta un 10% de la cobertura del suelo aproximadamente.
- **DESARROLLO:** Desde el 10% de cobertura y durante el crecimiento activo de la planta.
- **MEDIA:** Entre floración y fructificación, correspondiente en la mayoría de los casos al 70-80% de cobertura máxima de cada cultivo.
- **MADURACIÓN:** Desde madurez hasta recolección.

El coeficiente K_c incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo, constituyendo una excelente herramienta para la planificación del riego y la programación de calendarios básicos de riego en periodos mayores a un día (Ojeda et al 2006).

El procedimiento de cálculo de la evapotranspiración del cultivo, entonces sería el siguiente:

1. Identificar las etapas de desarrollo del cultivo, determinando la duración de cada etapa y seleccionando los valores correspondientes de K_c .
2. Ajustar los valores de K_c seleccionados según la frecuencia de riego o las condiciones climáticas durante cada etapa.
3. Construir la curva del coeficiente del cultivo (permite la determinación de K_c para cualquier etapa durante su periodo de desarrollo).
4. Calcular ET_c como el producto de ET_p y K_c .

3.2.4. Método FAO Penman-Monteith

Método para estimar la evapotranspiración potencial. Fue desarrollado haciendo uso de la definición del cultivo de referencia como un cultivo hipotético con una altura asumida de 0,12 m, con una resistencia superficial de 70 s m⁻¹ y un albedo de 0,23 y que representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y adecuadamente regado. El método reduce las imprecisiones del método anterior de FAO Penman y produce globalmente valores más consistentes con datos reales de uso de agua de diversos cultivos. (FAO 2006)

El método de FAO Penman-Monteith para estimar ETo, puede ser derivado de la ecuación original de Penman-Monteith y las ecuaciones de la resistencia aerodinámica y superficial.

La ecuación FAO Penman-Monteith es la siguiente:

$$E_{to} = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Donde:

E_{to}=Evapotranspiración de referencia, en mm/día

R_n=Radiación neta en la superficie del cultivo, en MJ/m²-día

G=Flujo del calor del suelo, en MJ/m²-día

T=Temperatura media del aire a 2 metros de altura, en ° C

u₂=Velocidad del viento a 2 metros de altura, en m/s

e_s=Presión de vapor de saturación, en KPa

e_a=Presión real de vapor, en KPa

e_s - e_a=Deficit de presión de vapor, en KPa

Δ=Pendiente de la curva de presión de vapor, en kPa/° C

γ= Constante psicrométrica, en kPa/° C

La ecuación utiliza datos climáticos de radiación solar, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento. Para asegurar la precisión del cálculo, los datos climáticos deben ser medidos o ser convertidos a 2 m de altura, sobre una superficie extensa de pasto verde, cubriendo completamente el suelo y sin limitaciones de agua.

3.3. Diseño hidráulico en riego por goteo

El diseño hidráulico en riego localizado se realiza después del diseño agronómico.

Inicialmente se calcula la tolerancia de caudales para conseguir una uniformidad de riego, luego con la ecuación del gotero se calcula la tolerancia de presiones.

Los cálculos hidráulicos consisten en primer lugar en determinar los caudales en laterales, terciarias y teniendo en cuenta la tolerancia de presiones, calcular para las mismas tuberías los diámetros y el régimen de presiones, el resto del diseño (secundarias, primarias y cabezal) es más parecido al de cualquier red tradicional de riego por tuberías, con algunas peculiaridades en el caso de cabezal de riego (Open Course Ware 2014).

3.3.1. Tolerancia de caudales

La tolerancia de caudales se determina mediante la ecuación del Coeficiente de Uniformidad (CU) recomendado por (Pizarro 1990).

$$CU = \left(1 - \frac{1.27CV}{e}\right) \times \frac{qns}{qu}$$

Donde:

CU=Coeficiente de uniformidad, adimensional

CV=Coeficiente de variación de fabricación del emisor, adimensional

e=Numero de emisores que suministran agua a una sola planta

qns=Caudal mínimo del emisor de la subunidad, en litros/hora

qa=Caudal medio del emisor, en litros/hora

3.3.2. Pérdida de carga permisible en la subunidad de riego

La pérdida de carga permisible se calcula con la siguiente formula:

$$\Delta H = M \times (ha - hns)$$

ha=Presión media del emisor, en metros

hns=Presión mínima del emisor, en metros

El valor de M depende del número de diámetros considerados en la terciaria, Kéller recomienda los siguientes valores de M.

Cuadro 1. Valores de M para diseño

Numero de diámetros	M
Diámetros constante	4.3
2 diámetros	2.7
3 diámetros	2.0

Fuente: Riego Localizado de Alta Frecuencia, Fernando Pizarro (1990)

Frecuentemente se instalan terciarias con dos o tres diámetros, para lo cual un valor de $M = 2.5$ es un valor recomendado y da resultados satisfactorios. Pizarro Cabello et al, (1996)

$$\Delta H = 2.5 \times (ha - hns)$$

3.3.3. Factor de Christiansen

Para fines de diseño de las tuberías que conforman las líneas laterales y terciarias, se hace introducir el factor, F_c , de ajuste para compensar la disminución de la pérdida de carga unitaria a lo largo de la tubería por la reducción del gasto en los tramos sucesivos a causa de las salidas múltiples. El valor de F_c viene dado por la fórmula de Christiansen desarrollado en 1942.

$$F_c = \frac{1}{(m + 1)} + \frac{1}{2 \times N} + \frac{\sqrt{m - 1}}{6N^2}$$

Donde:

N =Número de salidas equidistantes en toda la longitud del lateral

m =Exponente de la velocidad en la fórmula de la pérdida de carga utilizado.

3.3.4. Factor de corrección por conexión de emisor

La conexión de un emisor a la tubería lateral ocasiona una pérdida de carga cuyo valor depende de la característica de la conexión y del lateral. A efecto de cálculo, la conexión se puede sustituir por una longitud equivalente de tubería, a la que se le representa por (l_e). Para calcular esta longitud equivalente Pizarro recomienda las siguientes formulas deducidas por Montalvo (1983).

Tipo de conexión:

Grande $l_e = 23.04 \times d_i^{1.57}$

Estándar $l_e = 18.91 \times d_i^{-1.74}$

Pequeña $l_e = 14.83 \times d_i^{-1.89}$

Donde:

d_i =Diámetro interno del lateral, en mm

(pizarro)

El factor de corrección se calcula con la siguiente formula:

$$F(n) = \frac{Se + le}{Se}$$

Donde:

Se=Separación entre emisores, en m

le=Longitud equivalente de la conexión, en m

3.4. Software Gestar Premium 2014

GESTAR es un paquete informático de referencia para la ingeniería de sistemas de riego a presión (redes de distribución colectivas y sistemas de aplicación del riego en parcela), desarrollado en Escuela Politécnica Superior de Huesca - Universidad de Zaragoza. Sus herramientas y módulos, están específicamente concebidos para el contexto de los riegos a presión, faculta para su mejor diseño, ejecución y gestión con una amplia integración de recursos. (Manual de usuario - GESTAR 2014)

3.4.1. Dimensionado de redes colectivas ramificadas

A. Dimensionado óptimo de tuberías a turnos

El dimensionado óptimo, realiza la optimización económica de redes ramificadas con trazado dado, encontrando la combinación de *diámetros, material y clase* que satisface, con el mínimo costo, los suministros de caudales y presión mínimas impuestas en hidrantes. La optimización admite alimentación tanto por gravedad, con altura piezométrica impuesta, como mediante estaciones de bombeo directo, en cuyo caso emerge del proceso de optimización, no sólo la altura de impulsión que minimiza los costes totales anuales (*método abreviado con cálculo simplificado de los costes energéticos*), sino también, la composición y regulación más favorable de la estación de bombeo, utilizando para ello procedimientos iterativos y un cálculo detallado de los consumos energéticos, que

Figura 5. Curva del coste anual total del sistema en función de la altura piezométrica disponible en cabecera, H_d , suma de los costes de amortización anual de las tuberías instaladas (CAT) y el coste de la energía (CE) necesaria al año.

Coste total sistema anual: $C_T \text{ sistema} = C \text{ amortización tuberías} + C \text{ energético}$

Coste energético anual: $C \text{ energía} = \text{Coste energía} + \text{Coste potencia contratada}$

Como sugiere la Figura 5, para una misma curva de coste de amortización de las tuberías (CAT) en función de la altura nominal de disponible en cabecera (H_d), las distintas evaluaciones que se puedan realizar de los costes energéticos anuales (CE_1 , CE_2) en función de diferentes metodologías o tarifas aplicadas, conducen a distintos “diseños óptimos” (H_{d1} , H_{d2}). Por tanto la cuantificación realista de los costes energéticos es de interés desde las primeras etapas del proyecto. (Manual de usuario - GESTAR 2014)

C. Descripción del algoritmo implementado para el dimensionado de redes con funcionamiento a turnos.

Para el dimensionado de tuberías de distribución a turnos, GESTAR ha dispuesto de herramientas de definición de turnos, en las que se puede especificar el número de turno, la duración, la planificación, y la simulación de los mismos.

El proceso comienza dimensionando cada uno de los turnos, como redes de riego independientes, con un caudal de diseño igual a las dotaciones instalada aguas abajo, utilizando para ello el *Método de Dimensionado de la Serie Económica Mejorada* (Gonzales y Aliod 2006). A continuación se selecciona el turno crítico, definido como el turno cuya senda crítica sea la de menor pendiente. La senda crítica de menor pendiente de todos los turnos, pasa a considerarse la senda prioritaria. Para esta senda prioritaria, se toma como primera solución los resultados del dimensionado del turno crítico. En el resto de conducciones, quedan sin asignar los diámetros, entrando como incógnitas en las siguientes optimizaciones turno a turno. (Manual de usuario - GESTAR 2014)

Sucesivamente, se dimensionan de nuevo todos los turnos, forzando los diámetros de los tramos en común con el trayecto de la senda prioritaria anterior, permitiendo así ajustar los diámetros, dado que los trayectos en común tendrán diámetros mayores que los necesarios para alcanzar la presión requerida en los trayectos críticos de segundo orden. El proceso se repite hasta que todas las conducciones han sido fijadas. (Manual de usuario- GESTAR 2014)

En el siguiente esquema se ejemplifica de manera muy sencilla el algoritmo que utiliza el dimensionado de redes independientes por turnos (Figura 6)

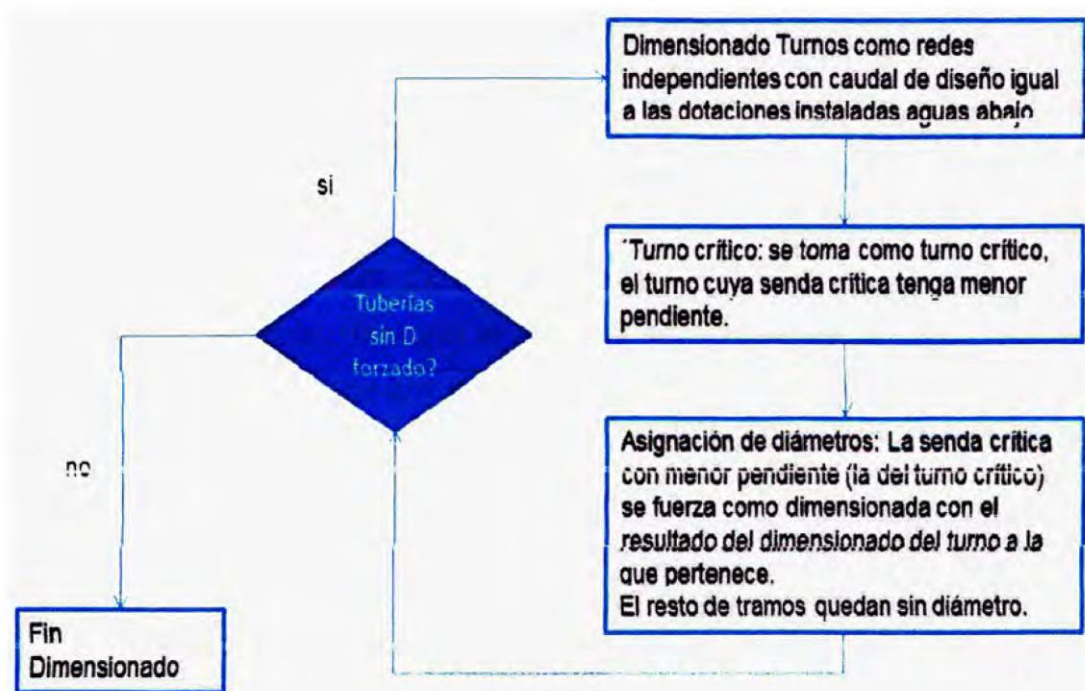


Figura 6: Esquema de Dimensionado óptimo

Fuente: Manual de usuario GESTAR 2014

De esta manera se obtiene un dimensionado que garantiza el buen funcionamiento de los sectores de riego dentro de una parcela, o de los hidrantes en una red a turnos, alcanzando como mínimo, la presión requerida en el trayecto más crítico y reduciendo, en la medida de posible el resto de diámetros, para ajustar la presión en los turnos o sectores no prioritarios, aprovechando los "excesos de diámetro" instalados aguas arriba de un tramo necesarios para alimentar otros turnos, economizando la instalación. (Manual de usuario- GESTAR 2014)

3.4.2. Simulación hidráulica

La simulación hidráulica que realiza dentro de sus funciones el programa GESTAR, se basa en un método desarrollado por Aliod et Estrada (2011) que se denomina Método de Análisis Nodal y que ha sido perfeccionado posteriormente por Gonzales Cebollada (2014). El núcleo que utiliza GESTAR para las simulaciones casi estacionarias en las redes de riego a presión está codificado en Fortran 95. (Manual de usuario - GESTAR 2014)

3.5. El palto

3.5.1. Aspectos generales

Perteneciente al género *Persea*, familia de las Lauraceas, Suborden Magnoliales, Orden Ranales. Su centro de origen es América Central y zonas adyacentes del norte y sur de América. Los cultivos que hoy se conocen no descendieron de una especie original, sino a través de una serie de hibridaciones, con diferentes materiales introducidos desde otros lugares, distantes al punto de origen. Existen tres razas o variedades botánicas: Mexicana, Guatemalteca, y Antillana. La última se adapta a lugares donde no hay temperaturas frías (Whiley et al., 2007). En Perú las principales variedades comerciales, que se conocen pertenecen a la raza Mexicana y Guatemalteca.

3.5.2. Manejo agronómico

a) Suelo

El palto es sensible a la salinidad y al exceso de humedad, es recomendable suelos profundos (70-80cm) de textura media o franca, bien drenados y con buena aireación. El palto prefiere los suelos ácidos a neutros (rango adecuado de Ph entre (5.5 y 7.5); con una conductividad eléctrica no superior a los 3 Ds/m, materia orgánica ideal mayor a 2% (Franciosi 2003).

b) Clima

La temperatura, que tiene una notable influencia en la forma de los frutos, especialmente en cultivos como 'Pinkerton' y 'Fuerte', también condiciona el tamaño de la palta 'Hass' siendo este menor en localidades cálidas que en frías, registrándose hasta 30% de diferencia en calibre. Posiblemente esté involucrado en este comportamiento, un déficit de asimilados para el fruto por el incremento de la respiración de los mismos, además que las temperaturas superiores a 25 °C probablemente pueden disminuir la producción de materia seca y rendimiento debido a la reducción de la fotosíntesis o el aumento de la fotorrespiración. (Whiley y Schaffer, 1994; Wolstenholme y Whiley, 1995)

Por otro lado, existen referencias de que condiciones de clima templado y seco, pueden provocar el aumento de fruta pequeña en árboles estresados y viejos del cultivar Hass hasta en un 40%. (Bower, 1978; Wolstenholme y Whiley, 1995; Gil, 1999)

3.5.3. Riego

El Riego por goteo es muy utilizado en la implantación y durante el primer año de vida de esta especie, tiene una serie de ventajas durante este primer año, como: bajo gasto de agua, menor gasto de energía eléctrica, fácil control de malezas, mayor eficiencia en la fertilización, etc. por lo general se obtienen tan buenos resultados durante este primer año que la pregunta es porque no seguir con este sistema en el transcurso de la vida de los paltos.

Se puede seguir utilizando este sistema siempre y cuando se cuente con los siguientes antecedentes: Suelo de muy buena calidad (lo más cercano a un suelo franco) y de gran profundidad (a lo menos 1,2 a 1,5 m de suelo libre de cualquier impedimento), la superficie mojada debe ser en lo posible de un 70% o más, que significa poner tres líneas de goteros, si se habla de una plantación de 6 m de distancia entre las plantas. Como una forma de tener toda la superficie de riego uniformemente mojada la idea es poner tres goteros de bajo caudal por cada 1 m de línea, que significa tener 54 goteros por planta cuando los árboles están a una distancia de 6 x 6 m. (Gardiazabal 2003)

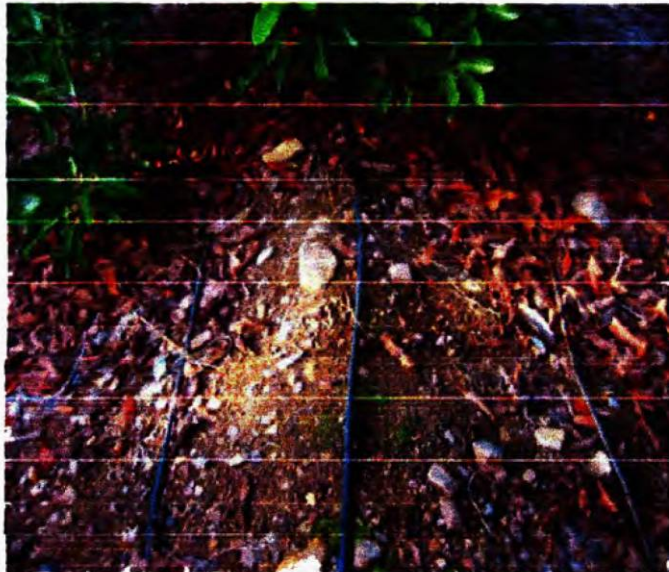


Figura 7: Cultivo de Palto con tres líneas de goteros.

Fuente: Francisco Gardiazabal, 2003

Según (Alfaro 2013), en el Valle de Ica, el volumen de agua que recibe la planta en producción de 5 años bajo el sistema de riego por goteo es de 14 047m³/ha/campaña. El régimen de riego aplicado en el fundo utiliza los valores de kc (0.8-1.4) dependiendo de la etapa fenológica, los valores de kc se basan en la experiencia práctica y no está documentada.

3.5.4. Producción, rendimiento y precio en chacra nacional de Palto en el Perú

La superficie cosechada de palta en el Perú entre los años 1994-2007 experimentó un gran crecimiento, llegando a duplicarse la cantidad de hectáreas cultivadas de este producto, pasando de 6,368has en 1994, a 13,603has en 2007; mientras que en el 2010 se registró una superficie cosechada de paltas a nivel nacional de 17,750has, lo que representó un incremento de 76.64% respecto al 2007. En el cuadro 2 se muestra la superficie cosechada, crecimiento de la producción, rendimiento y precio en chacra de palta a nivel nacional. (MINAG 2008)

Cuadro 2: Producción, rendimiento y precio en chacra Nacional de Palto 1994 - 2012

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA (Has)	PRODUCCIÓN (TN)	RENDIMIENTO (Kg. Ha)	PRECIO EN CHACRA (S./Kg.)
1994	6,368.00	53,112.00	8.340	0.69
1995	6,115.00	53,145.00	8.691	0.80
1996	7,168.00	64,408.00	8.985	1.02
1997	7,624.00	72,093.00	9.456	1.01
1998	7,802.00	67,222.00	8.616	1.10
1999	8,274.00	78,037.00	9.432	1.07
2000	8,680.00	83,671.00	9.640	0.99
2001	10,266.00	93,459.00	9.104	0.96
2002	10,322.00	94,236.00	9.130	0.83
2003	11,163.00	99,975.00	8.956	0.77
2004	11,699.00	108,460.00	9.271	0.86
2005	11,762.00	103,417.00	8.792	0.93
2006	12,528.00	113,259.00	9.040	1.09
2007	13,603.00	121,720.00	8.948	1.17
2008	14,146.91	145,069.00	10.254	1.80
2009	14,856.51	150,936.39	10.160	1.98
2010	17,750.00	184,369.60	10.387	1.70
2011	18,231.89	200,564.46	11.001	1.85
2012*	19,753.47	227,681.34	11.526	2.01

Fuente: MINAG-OEEE (2008)

Se observa que en los últimos 18 años se ha registrado un crecimiento constante en la cantidad de hectáreas destinadas a la palta a nivel nacional, por otro lado, la producción nacional, el rendimiento por hectárea y el precio en chacra ha experimentado un comportamiento inestable.

Según el Ing. Diego Toledo.G propietario del Fundo de Paltos – Hass “Cerro Alto – Cañete” de 20has, maneja un rendimiento de 18tn/ha con un sistema de riego tecnificado por microaspersión desde el año 0, la edad de los paltos es de 5 años.

3.6. Maíz

3.6.1. Aspectos generales

A escala mundial, el maíz es uno de los tres cereales más importantes y antiguos que se conoce. En producción, en el año 2010 ocupó el primer lugar a nivel mundial, segundo del

arroz cascara y trigo, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2012). Su adaptabilidad es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Habiéndose organizado en la zona tropical americana, en la actualidad es posible cultivarlo en casi todas las latitudes y altitudes del mundo desde el nivel del mar hasta los 3800 m.s.n.m.

El maíz amarillo duro producido en el Perú posee un alto valor proteico y buena concentración de caroteno a diferencia del maíz amarillo duro importado, por lo que es apreciado por las principales empresas dedicadas a la industria avícola, que minimizan el uso de harina de marigold en la alimentación de sus aves para la producción de carne y huevos. (MINAG 2012)

El maíz amarillo duro es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y tiene una relevancia fundamental debido a que forma parte de la cadena de maíz amarillo duro, avicultura, porcicultura, la cual es la más importante en términos de la actividad económica y social para el país.(MINAG 2012)

3.6.2. Manejo agronómico

a) Suelo

El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo, siendo los mejores los suelos con pH entre 6 a 7. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. (MINAG 2012)

b) Clima

El maíz requiere de temperaturas de 25 a 30 °C. Necesita bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación de la semilla, la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C, por otro lado a partir de los 30°C pueden

aparecer problemas serios debido a la mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requiere temperaturas de 20 a 32 °C. (MINAG 2012)

c) Período vegetativo: 140-150 días

d) Época de siembra

Todo el año, sin embargo, en las zonas productoras de la costa norte se tiende a sembrar las mayores áreas entre Febrero- Mayo (después de asegurar la disponibilidad hídrica). En la región Lima, la siembra se realiza durante los doce meses del año. (MINAG 2012)

e) Cantidad de semilla: 25-30 Kg/ ha

f) Niveles de fertilización: Nitrógeno: 180-190 Kg/ ha

Fósforo: 60-80 Kg/ ha

Potasio: 40-60 Kg/ ha

g) Módulo de riego: 3,000 – 4,500 m³/ha (riego por goteo)

7,000 m³/ha (Gravedad)

3.6.3. Producción, rendimiento y precio en chacra nacional de maíz amarillo duro en el Perú

La producción de maíz amarillo ha venido creciendo a una tasa promedio de 1.8% en los últimos nueve años, el mismo que viene sustentando por una mayor área cosechada en el 2012 de 221.72 miles de hectáreas. (MINAG 2012), Ver Cuadro 3

Cuadro 3: Producción y superficie cosechada nacional del periodo 2011 hasta el 2012

Regiones	Superficie Cosechada (ha)			Producción (t)			
	2011	2012	Var %	2011	2012	Var %	Part %
San Martín	44.568	49.805	11.0%	90.225	102.043	13.1%	10.2%
Loreto	14.312	7.998	-44.1%	34.172	19.436	-43.1%	1.9%
Lima	24.200	24.231	0.1%	218.466	225.311	3.1%	22.6%
Huánuco	9.859	9.773	-0.9%	30.304	31.429	3.7%	3.2%
Piura	12.968	12.605	-2.8%	55.488	45.279	-18.4%	4.5%
Cajamarca	19.243	18.930	-1.6%	56.873	58.169	2.3%	5.6%
Ucayali	4.874	9.042	85.5%	11.216	19.970	78.1%	2.0%
La Libertad	14.706	20.976	42.6%	122.198	181.282	48.4%	18.2%
M. de Dios	3.996	4.533	13.4%	8.692	9.976	14.8%	1.0%
Junín	4.643	4.572	-1.5%	12.821	12.930	0.9%	1.3%
Amazonas	9.927	9.904	-0.2%	22.501	23.054	2.5%	2.3%
Ancash	9.233	10.854	17.6%	47.123	55.774	18.4%	5.6%
Ica	8.266	8.842	7.0%	72.990	80.083	9.7%	8.0%
Lambayeque	10.190	16.247	59.4%	67.527	97.301	44.1%	9.8%
Puno	2.308	2.390	3.6%	3.917	4.138	5.6%	0.4%
Pasco	3.504	3.005	-14.2%	5.430	4.545	-16.3%	0.5%
Cusco	2.780	1.705	-38.7%	4.888	2.956	-39.5%	0.3%
Resto del País	4.471	6.309	41.1%	13.398	23.127	72.6%	2.3%
Total	204,047	221,720	8.7%	878,229	996,803	13.5%	100%

Fuente: MINAG-OEEE (2012)

El rendimiento promedio nacional de maíz amarillo duro en el año 2011 fue 4515.0 kg/ha, siendo un 3.7% superior que el rendimiento promedio del año 2010. Son tres las regiones con mayor rendimiento promedio en el año 2011, Lima (8979 kg/ha), La Libertad (8897 kg/ha), Ica (8816 kg/ha); otras dos regiones mantienen rendimientos superiores al promedio nacional, como son Lambayeque (6662 kg/ha) y Ancash (5103 kg/ha). (MINAG 2012), Ver cuadro 4

Cuadro 4: Rendimiento promedio (tn/ha) desde el periodo 2010 hasta el 2011 por regiones en el Perú

Regiones	2010	2011	Var %
San Martín	1.86	2.04	9.7%
Loreto	2.06	2.20	6.7%
Lima	8.71	8.98	3.0%
Huánuco	3.24	3.10	-4.1%
Piura	3.85	4.35	13.1%
Cajamarca	4.28	3.04	-28.8%
Ucayali	2.45	2.35	-4.0%
La Libertad	8.36	8.90	6.5%
M. de Dios	2.17	2.17	0.2%
Junín	2.71	2.76	1.8%
Amazonas	2.31	2.26	-2.0%
Ancash	5.05	5.10	1.1%
Ica	8.47	8.82	4.1%
Lambayeque	6.12	6.66	8.9%
Puno	1.70	1.70	0.1%
Pasco	1.52	1.55	2.4%
Cusco	1.74	1.75	0.4%
Rendimiento Promedio	4.35	4.52	3.7%

Fuente:MINAG-OEEE (2012)

Según el Dr. Raul Blas.S, Jefe del Fondo de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el rendimiento para el cultivo de maíz amarillo duro es de 10tn/ha con un sistema de riego por gravedad.

Según el Programa de Riego Tecnificado del Ministerio de Agricultura, el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro es de 12tn/ha.

Los precios pagados al productor han tenido un crecimiento de 22.00% en el año 2011, con respecto al año 2010, el precio pagado de S/. 0.75 por kilo, para terminar cotizandose a un precio de S/.0.92 por kilo. En el año 2011, el mayor precio pagado al productor se dio en el departamento de Puno a S/. 1.84 por kilo, seguido de Cusco con S/.1.48 por kilo y Arequipa con S/.1.12 por kilo. (MINAG 2012), Ver cuadro 4

Cuadro 5: Precio en chacra (S/. x Kg) por regiones, campaña 2010 y 2011, en el Perú

Region	2010	2011	Var%
San Martín	0.96	0.65	-32.2%
Piura	1.04	0.88	-15.3%
La Libertad	1.06	0.89	-15.4%
Lambayeque	0.74	0.86	15.1%
Amazonas	0.99	1.07	8.1%
Arequipa	1.17	1.00	-14.4%
Cajamarca	0.91	0.88	-3.6%
Tumbes	0.74	0.75	1.5%
Loreto	0.69	0.75	8.5%
Tacna	1.20	1.00	-16.7%
Moquegua	0.73	1.20	64.4%
Huancavelica	1.41	2.60	84.7%
M. de Dios	0.80	1.02	27.3%
Huánuco	1.06	1.00	-5.7%
Precio Promedio	0.94	0.87	-7.2%

Fuente: MINAG-OEEE (2012)

3.7. Frejol castilla

3.7.1. Aspectos generales

En el Perú se le cultiva desde Lima a Tumbes, siendo Lambayeque y Piura, los departamentos que cuentan con las mayores áreas sembradas. También se cultiva en la región de la selva. La costa ofrece las condiciones agroclimáticas necesarias para el desarrollo de este cultivo y la amplia adaptabilidad de algunas variedades facilita la producción durante todo el año. (ASPROMOR 2012)

3.7.2. Manejo agronómico

a) Suelo

El frijol caupi, se desarrolla mejor en suelos de textura franca (arcilloso, arenoso y limoso). En suelos arcillosos tienden a la compactación y genera problemas de drenaje. Los suelos arenosos son muy pobres en nutrientes, los fertilizantes se pierden fácilmente y requieren de mayor cantidad de agua. Los suelos deben tener baja salinidad (menor de 1.5 mmhos./cm.) y un pH entre 6.0 a 7.5. (ASPROMOR 2012)

b) Clima

El frijol caupi puede prosperar entre los 18 °C y 40 °C, con un rango óptimo entre 20 °C y 35 °C. No tolera las heladas y las temperaturas mayores a 40 °C afectan el cuajado de las flores y el desarrollo de las vainas. Temperaturas menores de 18 °C afectan el crecimiento de la planta. La temperatura óptima del suelo para una adecuada germinación es de 21 °C.

Es resistente a la sequía y una excesiva humedad ambiental favorece la proliferación de enfermedades. Asimismo puede ocasionar el manchado de los granos cuando las cosechas coinciden con las épocas de alta humedad. La humedad del suelo es un factor importante en las primeras etapas de desarrollo de las plantas y su falta o exceso en la floración ocasiona caída de flores, reduciendo la producción significativamente. (ASPROMOR 2012)

c) Período vegetativo: 65 – 70 días

d) Módulo de riego

(Mamani 2000), el requerimiento de agua para el cultivo de Frijol bajo riego localizado de alta frecuencia Goteo en condiciones de La Molina es de 2240.00m³/ha.

(Falcon 2001), el requerimiento de agua para el cultivo de Frijol canario molinero bajo un sistema de riego por goteo, llevado a cabo en la Unidad de Investigación de Riego de La UNALM, es de 2128.2 m³/ha

3.8. Algodón

3.8.1. Aspectos generales

El algodón peruano es considerado uno de los mejores materiales en la industria textil del mundo. Su fina calidad y especial textura ha producido que sea una de las materias primas más exportadas del Perú y que cuente con altos niveles de ingresos de divisas. El algodón es una planta que requiere un especial cuidado para que pueda nacer; requiere de un terreno adecuado para evitar que se formen capas de tierra o costras que dificulten su desarrollo (MINAG 2008).

3.8.2. Manejo agronómico

a) Suelo

Los suelos deben ser fértiles, de textura franco-arenosa a franco-arcillosa, con una profundidad aproximada de 1,2 m y con drenaje moderado a bueno, con buena retención de humedad.

El pH del suelo debería estar entre 5.5 y 8.0. Para poder formar su raíz pivotante (resistencia a la sequedad), el algodón necesita un suelo aireado y suficientemente drenado. (MINAG 2008)

b) Clima

El algodón requiere un clima árido y cálido (sub tropical seco), las regiones más adecuadas están localizadas entre los 0 a 500 metros sobre el nivel del mar y, al cultivarse

más allá de los 1,000 metros, los rendimientos y la calidad del producto resultan deteriorados. (MINAG, 2008)

Como quiera que el algodón sea una planta que requiere calor y que al mismo tiempo es muy sensible a la helada, la temperatura óptima para su desarrollo está entre los 26 y 28°C.

c) **Período vegetativo:** 180 y 220 días

d) **Módulo de riego:** 6,000 – 7,000 m³/ha (riego por goteo)

10,000 – 12,000 m³/ha (Gravedad)

(Madrid 1986) realizó la evaluación de riego por: aspersión, goteo y gravedad, con tres regímenes de riego en Algodón Tanguis, el cual obtuvo que con un sistema de riego por goteo el cultivo consume 4844.693 m³/ha y con un sistema de riego por gravedad consume 24277.27 m³/ha.

3.8.3. Producción, rendimiento y precio en chacra nacional del algodón en el Perú

La producción de algodón ha venido decreciendo a una tasa promedio de 1.5% similar situación con la superficie cosechada que viene disminuyendo a una tasa promedio de 5.3% en los últimos 10 años. Ver Figura 8.



Figura 8: Comportamiento de la producción y superficie cosechada, del periodo 2002 hasta el 2011

Fuente: MINAG-OEEE (2008)

Los rendimientos promedio han tenido comportamientos distintos en los últimos años, para el año o 2011 los rendimientos aumentaron a 2664kg/ha, un incremento del 16.8% con respecto al año anterior, este es el mejor rendimiento en este periodo de análisis. Ver Cuadro 6.

Cuadro 6: Rendimiento promedio (tn/ha), por regiones desde el 2007 hasta el 2011, en el Perú

Años	2007	2008	2009	2010	2011
Ancash	3,069	3,068	3,761	3,556	2,967
Arequipa	2,846	2,728	2,842	2,999	3,517
Ica	2,489	2,554	2,403	2,200	2,752
La Libertad	4,969	3,485	1,534	4,041	5,895
Lambayeque	2,825	1,952	2,498	3,337	3,092
Lima	2,949	2,867	2,963	2,970	2,815
Piura	2,481	2,406	2,668	2,100	2,005
San Martín	1,236	1,215	944	1,161	1,131
Ucayali	805	912	947	907	864
Promedio Nacional	2,409	2,374	2,361	2,380	2,664
Var%		-1.5%	-0.5%	-3.4%	16.8%

Fuente: MINAG-OEEE (2008)

(Madrid 1986), la producción de algodón con un sistema de riego por goteo para las condiciones del valle de Chincha es de 89.6 qq/ha y con un sistema de riego por gravedad es de 73.86qq/ha.

Según el Ing. Teodorico Veramendi, Jefe del Programa de Algodón de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el rendimiento para el cultivo de algodón es de 65 qqr/ha con un sistema de riego por gravedad y 90 qqr/ha con un sistema de riego tecnificado.

El precio promedio en chacra a julio del año 2012 es de S/.2.60 por kilo, el mismo que ha tenido una reducción de 40.4%. El precio en chacra del algodón rama en el año 2011 fue de S./4.37 por kilo, el mejor precio registrado en los últimos cinco años. Ver Cuadro 7.

Cuadro 7: Precio en chacra (S/. x Kg), desde el 2007 hasta el 2012, por regiones en el Perú

Años	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ancash	2.68	2.77	2.02	2.90	5.47	2.75
Arequipa	2.76	2.50	2.07	2.82	3.94	2.34
Ica	2.79	2.79	1.92	3.07	4.39	2.60
La Libertad	2.78	2.75	1.94	2.84	4.98	2.71
Lambayeque	2.55	2.61	2.22	2.98	4.82	2.65
Lima	2.71	2.66	1.85	2.97	3.71	2.61
Piura	2.33	2.64	2.32	2.78	4.23	2.32
San Martín	1.22	1.51	1.33	1.51	1.84	1.08
Ucayali	1.11	0.90	1.11	1.41	1.33	
Promedio Nacional	2.55	2.67	1.97	2.96	4.37	2.60
Var%		4.7%	-26.2%	50.3%	47.6%	-40.4%

Fuente: MINAG-OEEE (2008)

3.9. Flujo caja incremental

Flujo caja incremental o también llamado flujo de fondos Con o Sin Proyecto (CP o SP), es aquella diferencia entre llevar o no la ejecución del proyecto o negocio, considerando los flujos de dinero. Se hace una diferencia entre los dos, suponiendo que el beneficio " con" es mayor al "sin" proyecto entonces el $FC=CP - SP$ (Apaza 2012)

El flujo caja incremental mide la rentabilidad considerando la diferencia entre un flujo de caja de la empresa con proyecto (inversión) y en la situación que no se realizara el proyecto. Se emplea para proyectos en empresas en marcha. (Martínez 2008)

Los proyectos más comunes en empresas en marcha se refieren a los de reemplazo, ampliación, externalización e internalización de procesos o servicios y los de abandono. Los de reemplazo se originan por una capacidad insuficiente de los equipos existentes, un aumento en los costos de operación y mantenimiento por antigüedad del equipo, y por una productividad decreciente por el aumento en las horas de detención por reparaciones o mejoras o una obsolescencia comparativa derivada de cambios tecnológicos. (Martínez 2008)

Muchos elementos del flujo de ingresos y egresos serán comunes para la situación actual sin proyecto y la situación que motiva el estudio de la nueva alternativa. Estos costos e ingresos comunes no influirán en la decisión. (Martínez 2008)

Todos estos proyectos pueden ser evaluados por dos procedimientos alternativos. El primero consiste en proyectar por separado los flujos de ingresos y egresos relevantes de la situación actual y los de la situación nueva. El otro, busca proyectar el flujo incremental entre ambas situaciones. (Martínez 2008)

$$\text{Flujo de caja incremental} = \text{Flujo de caja con el proyecto} - \text{Flujo de caja sin el proyecto}$$

3.10. Análisis de rentabilidad

La evaluación desarrollada consiste en el análisis hipotético de las ventajas y desventajas de llevar a cabo el proyecto, comparando el costo de oportunidad del capital dispuesto. Se ha considerado conveniente en esta evaluación utilizar la metodología del **COSTO – BENEFICIO**, en la que el flujo de caja del proyecto estará en función a los costos del proyecto y los ingresos que potencialmente pueden captarse. (Peña 2010)

METODOLOGÍA: COSTO – BENEFICIO

Se utiliza para comparar los beneficios versus los costos por poner en marcha el proyecto. Sólo es posible utilizarla cuando los beneficios se pueden expresar en términos monetarios. Esta metodología trabaja a través de la construcción de un FLUJO DE CAJA. (Peña 2010)

Los indicadores de rentabilidad son:

1. El valor actual neto (VAN)

Es el valor presente de los beneficios netos que genera un proyecto a lo largo de su vida útil, descontados a una tasa de interés (costo de oportunidad del capital). El VAN mide, en moneda de hoy, cuánto más ricos serán los inversionistas si realiza el proyecto en vez de colocar su dinero en actividades que le brinden como rentabilidad la tasa de descuento. La regla de decisión es que es rentable un proyecto si su VAN es mayor a cero. (Peña 2010)

$$VAN = \sum_{t=0}^N \frac{Flujo_t}{(1 + TPD)^t} > 0$$

2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR de un proyecto mide la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en él. La regla de decisión es que es rentable un proyecto si su TIR es mayor al costo de oportunidad del capital. La TIR es la tasa de descuento que hace cero el VAN. (Peña 2010)

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Flujo_t}{(1 + \rho)^t} = 0$$

IV. MATERIALES Y METODOLOGIA

4.1. Descripción del área de estudio

4.1.1. Ubicación y extensión

A. Ubicación política

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : *La Molina*

Fundo : Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y
Fundo – Universidad Nacional Agraria La Molina

B. Ubicación geográfica

El proyecto estudiado se ubicó en la provincia de Lima, Distrito de La Molina, Latitud Sur de 12° 04' 48.81'' a 12° 05' 15.84'' y Longitud Oeste de 76° 56' 13.90'' a 76° 56' 39.90'' sobre el Meridiano de Greenwich, con la altitud que varía de 245 msnm. Ver Figura 9 y 10.

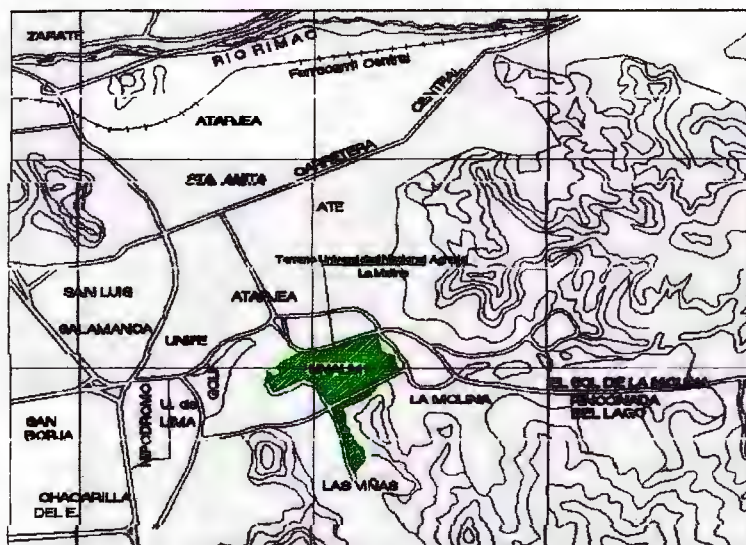


Figura 9: Ubicación de La UNALM

Fuente: Perfil técnico del proyecto de riego tecnificado con fines académicos en el campus de La UNALM (2008)

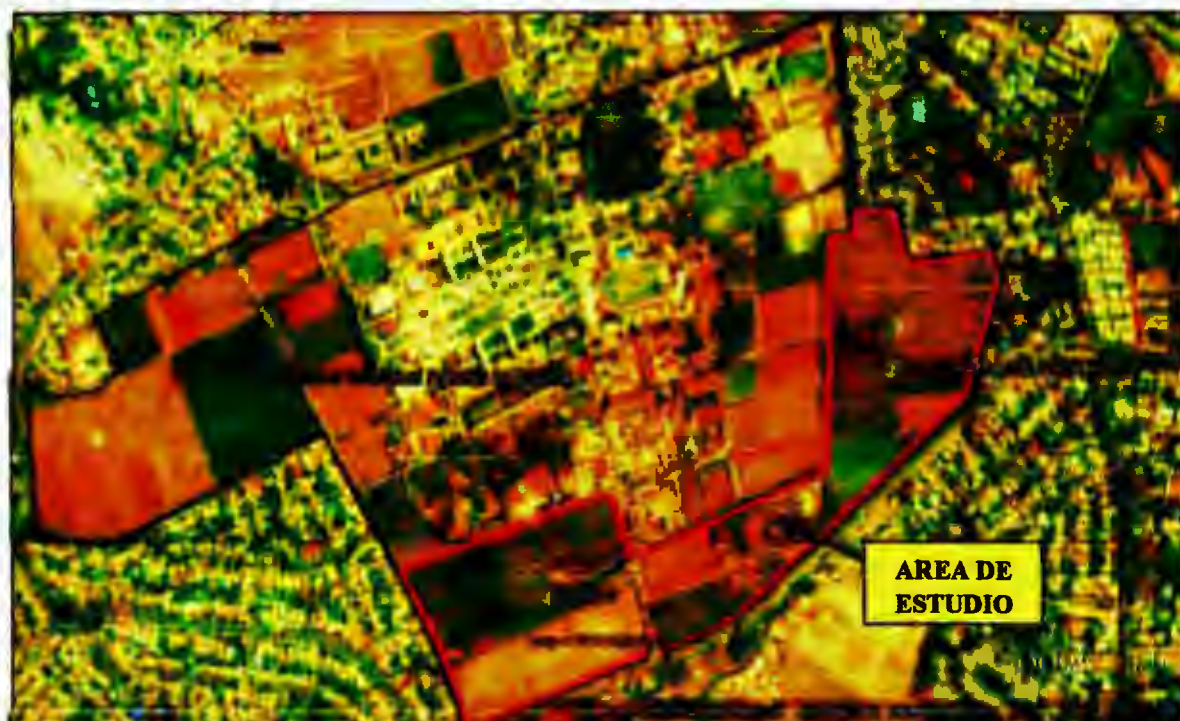


Figura 10: Ubicación del Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y el Fundo

Fuente: Software Google Earth (2014)

C. Vías de acceso

Las principales vías de acceso fueron dos:

- Av. La Molina por la puerta principal de La UNALM.
- Av. Raúl Ferreros por la puerta N° 5 de La UNALM.

D. Extensión

La extensión del terreno fue de 26.44 has, los usuarios involucrados fueron: Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales, Programa el Fundo, Programa de Leguminosas y Programa de algodón, las áreas a tecnificar se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8: Áreas a tecnificar según usuarios de La UNALM

ÁREAS A TECNIFICAR			
Usuario principal	Usuarios	Área (Has)	Cultivos
Frutales- Fundo	Programa de I y P.S Frutales	16.78	palto y diversos frutales
	Programa el Fundo	4.81	maíz amarillo duro y papa
	Programa de leguminosas	1.89	frejol castilla, pallar
	Programa Algodón	2.96	algodón
TOTAL		26.44	

Fuente: Elaboración propia (2014)

4.2. Materiales

Entre los principales materiales considerados para el desarrollo del estudio fueron:

- **Plano topográfico**
- **Datos climatológicos, suelo, agua y cultivos**
- **Tarifario de energía eléctrica y agua**
- **Encuesta aplicada a los usuarios de los Programas de investigación de La UNALM**
- **Libros y manuales**
- **Software GESTAR PREMIUN 2014**
- **Software GOOGLE EARTH 2014**
- **Software S10**
- **Software Autocad 2013**

4.3. Metodología de estudio

Con la finalidad de alcanzar el objetivo propuesto, se realizó la siguiente metodología.

4.3.1. Planificación del sistema de riego tecnificado por goteo en los campos de investigación Frutales - Fundo.

El planeamiento del sistema de riego consistió en recabar información básica, realizar el balance hídrico, el diseño agronómico y la zonificación de turnos y trazo de tuberías.

En la Figura 11, se visualiza la secuencia que se siguió para el planeamiento del sistema de riego.



Figura 11: Planeamiento del sistema de riego.

Fuente: Elaboración propia (2014)

A continuación se explicara a detalle cada uno de los pasos que se muestra en la Figura 11

A. Datos básicos

a) Topografía

El levantamiento topografía se realizó con ayuda de una estación total que es de mayor precisión y eficiencia. La elaboración del plano topográfico se realizó mediante el procesamiento computarizado de datos a través del *software* AutoCAD 2013.

b) Fuente de agua

La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) pertenece a la comisión de regantes del Canal Ate, que es la organización que agrupa a todos los usuarios del Canal Ate, ante esta es representada por el Presidente de la Comisión de Riego de la UNALM. a su vez la UNALM cuenta con diversos usuarios de riego, estos usuarios son los distintos programas de investigación y oficinas que hacen uso del agua de riego y que pagan una tarifa por dicho servicio.

Se recabó información de la oficina de Servicios Generales, en la cual indicaron que el volumen promedio ofertado semanalmente por el Canal Bajo y Canal Alto es 20422.80 m³ y 7912.80m³ respectivamente. Asimismo la dotación de agua para el canal Bajo son los días martes, jueves y sábado; y para el canal Alto los días miércoles, jueves y sábado.

En el siguiente Cuadro 9, presenta la oferta de agua semanal.

Cuadro 9: Oferta de agua semanal

Oferta Canal Bajo					
Día	Frecuencia de Riego	Duración de turno de riego(hr)	caudal promedio(l/s)	Volumen Promedio(m ³)	
Martes	8:00AM-5:00PM	9,00	342,00	11080,80	
Jueves	8:00AM-5:00PM	9,00	199,00	6447,60	
Sábado	8:00AM-12:00PM	4,00	201,00	2804,40	
			Total	20422,80	
Oferta Canal Alto					
Día	Frecuencia de Riego	Duración de turno de riego(hr)	caudal promedio(l/s)	Volumen Promedio(m ³)	
Miércoles	1:00PM-5:00PM	4,00	280,00	4032,00	
Jueves	8:00AM-5:00PM	9,00	82,00	2656,80	
Sábado	8:00AM-12:00PM	4,00	85,00	1224,00	
			Total	7912,80	

Fuente: Información de La Oficina de Servicios Generales (2014)

c) Muestreo y análisis de agua

Se sacó muestras de agua, en la entrada del canal Bajo. Las muestras se enviaron al Laboratorio de Análisis de Agua y Suelos del Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola para su respectivo análisis.

d) Suelo

Los suelos de La Molina, son de origen aluvial y están ubicados fisiográficamente en la terraza media del valle (ONER, 1987). Presentan permeabilidad moderada, textura media a ligeramente gruesa, estructura granular media y moderada, y consistencia en húmedo de friable a muy friable. La clasificación taxonómica según Soil Taxonomy es la de un Typic Ustifluvent (Key to Soil Taxonomy 2006).

Se realizaron calicatas y analizó la muestra de suelo en el Laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, como resultado se obtuvo que la textura del suelo de los campos agrícolas en la UNALM son franco arenoso (moderadamente gruesa); el suelo contiene mucha arena pero suficiente limo y arcilla para conferirle cohesión.

e) Datos climáticos

Según los datos meteorológicos del Observatorio "Alexander Von Humboldt", ubicada dentro de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en la zona del proyecto se presentan temperaturas media mensuales que van desde 16.55 °C (Agosto) hasta 24.62 °C (Febrero), con valores máximos que ascienden hasta 28.94 °C (febrero) y valores mínimos que descienden hasta 13.87 °C (Agosto) a lo largo del año.

En el Anexo (9.1-A) se observa los parámetros climáticos para un periodo de 15 años.

f) Cultivos

Los cultivos propuestos como: palto, maíz amarillo duro, papa, frejol castilla, pallar y algodón los cuales fueron coordinados con los Jefes de cada Programa de investigación.

Las características del suelo y clima de la costa peruana ofrecen excelentes condiciones para la producción de los cultivos propuestos. Modernas técnicas de agricultura, así como irrigación utilizando sistemas de riego por goteo, permite la optimización de recursos hídricos y fertilizantes.

Cuadro 10: Cultivos propuestos a los Programas de investigación de La UNALM

CULTIVOS PROPUESTOS	
Usuario principal	Cultivos
Frutales- Fundo	palto y diversos frutales
	maíz amarillo duro, Papa
	frejol castilla, pallar
	algodón

Fuente: Elaboración propia (2014)

g) Fuente de energía

Para suministrar energía eléctrica a la estación de bombeo, se proyecta desde las redes existentes de Luz del Sur, que pasa por la Avenida Ferreyros, con una derivación en media tensión (10000V) y una subestación aérea biposte.

B. Diseño Agronómico

a) Cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ETc)

Se calculó para el mes de máxima demanda, determinada a partir de la siguiente relación (FAO Manual 56, 2006)

$$ETc = ETp \times Kc$$

Donde:

ETc=Evapotranspiración del cultivo para el periodo de máxima demanda, en mm/día.

ETp=Evapotranspiración potencial del mes de máxima demanda, en mm/día.

Kc=Coefficiente de cultivo, adimensional.

b) Necesidades totales (Nt)

Teniendo en cuenta el valor del parámetro calculado anteriormente del ETc, se halló Nt:

$$Nt = \frac{Nn}{Ef}$$

Donde:

Nt=Necesidades totales, en mm/día.

Nn=Necesidades netas, en mm/día.

Ef=Eficiencia de aplicación de riego, adimensional.

c) Capacidad de retención del suelo (Ln)

Para lograr calcular este valor es necesario conocer los parámetros, tales como: humedad, capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y densidad aparente del suelo (Da); también fue necesario establecer un criterio de riego (porcentaje o fracción de agotamiento), que fue considerado 60%; se recomienda que este porcentaje sea mayor al 50%, ya que la salinidad potencial, la cual hace relación a las últimas sales que quedan en solución como son los cloruros y los sulfatos, pueden llegar a niveles altos cuando la humedad del suelo está por debajo de este porcentaje, ya

que se incrementa de manera notable el potencial osmótico del suelo. Por último, establecer la profundidad efectiva de raíces, para esto se tomó en cuenta la etapa de crecimiento del cultivo.

$$Ln = \frac{(CC - PMP)}{100} \times D \times \text{Prof.} \times F_{\text{agot}}$$

Donde:

Ln=Lámina Neta, en cm

CC= Capacidad de Campo, en %

PMP= Punto de Marchitez Permanente, en %

D=Densidad aparente, en g/cm³

Prof.=Profundidad de la capa enraizada de suelo, en cm

F_{agot} = Fracción de agotamiento permisible, adimensional

d) Porcentaje de área mojada

El porcentaje de área mojada se calculó mediante la relación de la superficie mojada por planta y la superficie ocupada por planta.

$$\%AM = \frac{SM}{S} \times 100 \%$$

Donde:

%AM=Porcentaje de área mojada, en %

SM=Superficie mojada por planta, en %

S=Superficie ocupada por planta, en %

e) Eficiencia de riego

La eficiencia de riego se calculó a partir del producto del coeficiente de uniformidad y el porcentaje de percolación profunda.

$$Ef = Cu \times \%Pp$$

Donde:

Ef=Eficiencia de riego, en %

Cu=Coeficiente de uniformidad, en %

%Pp=Porcentaje de percolación profunda, en %

f) Selección del gotero

Se calculó en función del caudal y textura del suelo.

- **Espaciamiento de los goteros:**



$$Esp. Goteros = \phi \times 0.8$$

ϕ (diámetro del bulbo de humedecimiento)

El valor de 0.8 se refiere al 40% de traslape entre los diámetros del bulbo de humedecimiento.

g) Número de emisores

- **Cálculo de cantidad de emisores por planta:** Se obtuvo de la multiplicación de separación entre plantas y el espaciamiento entre goteros.

h) Precipitación horaria

Se calculó a partir de la siguiente expresión:

$$Ph = \frac{Qp}{MP}$$

Donde:

Ph=Precipitación horaria, en mm/hora

Qp=Caudal por planta, en litros/hora

MP=Marco de plantación, m x m

i) Tiempo de riego

Se calculó a partir de la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{Nt}{Ph}$$

Donde:

Tr=Tiempo de riego, en hora

Nt=Necesidad bruta, en mm/día

Ph=Precipitación horaria, en mm/hora

4.3.2. Diseño hidráulico

A. Diseño hidráulico de la subunidad

Se determinó la dimensión y el diámetro de los laterales y las tuberías terciarias. Antes de realizar los diseños de los componentes de la subunidad, se calcularon las tolerancias de caudales y presiones.

i. Tolerancia de caudales en la subunidad de riego

La tolerancia de caudales se determinó mediante la ecuación:

$$CU = \left(1 - \frac{1.27CV}{e}\right) \times \frac{qns}{qa}$$

Donde:

CU=Coeficiente de uniformidad, adimensional

CV=Coeficiente de variación de fabricación del emisor

e=Numero de emisores que suministran agua a una sola planta

qns=Caudal mínimo del emisor de la subunidad

qa=Caudal medio del emisor

De la ecuación se determinó el caudal mínimo del emisor. Para ello se calcularon primeramente los demás parámetros que conforman la ecuación. El coeficiente de uniformidad se asumió de acuerdo a las recomendaciones de Pizarro (1990). Así mismo, el número de emisores, el caudal del emisor y el coeficiente de variación se obtuvieron de las especificaciones técnicas que proporciono el fabricante.

ii. Pérdida de carga permisible en la subunidad de riego

Una vez que se tiene la presión media del emisor (h_a) y la presión mínima del emisor (h_{ns}), calculada con la ecuación de gotero, se determinó la pérdida de carga permisible con la siguiente formula:

$$\Delta H = 2.5 \times (h_a - h_{ns})$$

iii. Diseño del lateral de riego

Caudal en el lateral (Ql)

Se calculo con la siguiente ecuación:

$$Ql = (L / s) \times q$$

Donde:

Ql=Caudal en el lateral, en l/h

s=Espaciamiento entre goteros, en m

L=Longitud del lateral, en m

q=Caudal del emisor, en l/hr

Perdida de carga total en el lateral (hf)

- Perdida de carga total en el lateral (hf)

Para el cálculo de la perdida de carga en el lateral se utilizó la ecuación Blasius, ya que esta es recomendable para diámetros menores a 125 mm:

$$hf = 9.59 \times 10^5 \times L \times Ql^{1.828} \times Di^{-4.75}$$

Donde:

Ql=Caudal en el lateral, en l/s

Di=Díametro interno de la tubería, en mm

L=Longitud del lateral, en m

Por lo tanto la pérdida de carga total fue el producto de la pérdida de carga en la lateral, factor de Christiansen (F_c) y el factor de corrección (F_n) por conexión del emisor.

$$HF = hf \times F_c \times F_n$$

iv. Diseño de la portallateral

Caudal de diseño del portallateral

El caudal de diseño se determinó como el producto del número de laterales por el caudal del lateral medio.

$$Q = N^{\circ} \text{laterales} \times q \text{ lateral}$$

Cálculo de la pérdida de carga total en el portallateral (hf)

Para el cálculo de la pérdida de carga en la portallateral se utilizó la ecuación Blasius mencionada anteriormente.

La pérdida total en la portallateral se calculó de la misma manera que el lateral.

a) Diseño de la matriz

La red matriz fue diseñada y simulada con el *software* GESTAR – PREMIUN 2014. La secuencia de diseño y simulación hidráulica en Gestar, se presenta a continuación en la Figura 12.




Figura 12: Secuencia del Diseño y Simulación Hidráulica en Gestar

Fuente: Elaboración propia (2014)

i. Dimensionado de redes colectivas

Para realizar el dimensionado de la tubería matriz se siguió los siguientes pasos:

- **Importación de la red al entorno GESTAR :**

Se dispuso la red completa con el levantamiento topográfico completo en el entorno Autocad, la cual necesito ser importado a la aplicación Gestar encargada del tratamiento de la información hidráulica. Así mediante el icono de la barra de herramientas , o bien haciendo clic el menú *Archivo/ Importar/Desde Autocad*, se accedió a la ventana de *conexión con AutoCad*, Figura 13

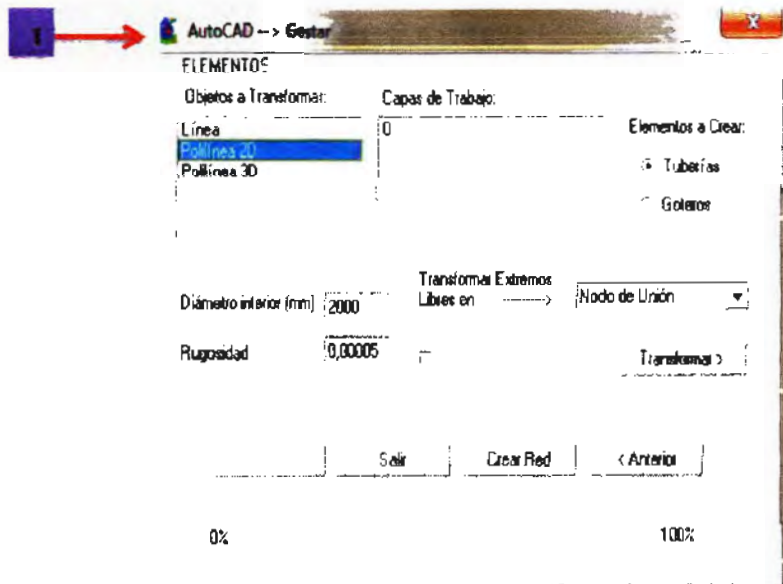


Figura 13: Cuadro de importación de red

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

- **Asignación de datos:**

En todos los nodos de demanda conocida se asignó datos como: dotación, el turno al cual pertenece, área, caudal ficticio y presión consigna.

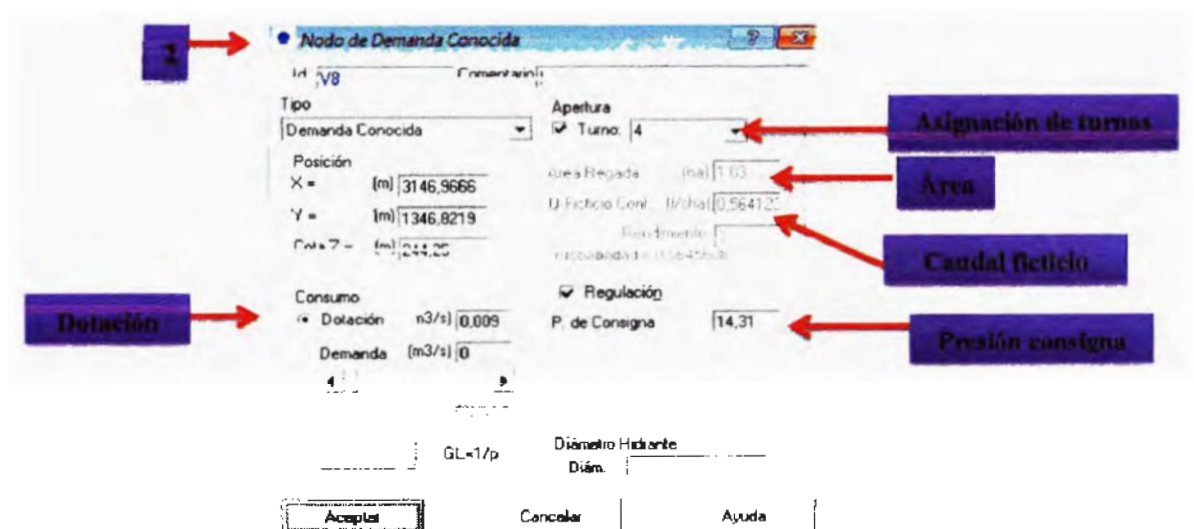


Figura 14: Cuadro de Nodo de demanda conocido

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

- **Optimización de la red a turnos**

Se accedió al proceso de optimización de la red a turnos mediante el comando *Optimización Red a Turnos* del menú *Dimensionar* de GESTAR. Fue necesaria la generación previa de la red estrictamente ramificada que se deseó dimensionar.

Del mismo modo, previo a la apertura del asistente de *Dimensionado a Turnos*, debió haberse asignado a cada uno de los *Hidrantes* un *Turno* de riego.

Asistente para el proceso de optimización de redes - Paso 2: Revisar Caudales

	Turno	Q	Sup	T max
Asignar caudales	1	0,029	5,240	2,437
Datos Cabecera	2	0,028	4,950	2,437
Presiones Requeridas	3	0,027	4,820	2,437
Restricciones	4	0,015	1,770	1,625
Estación Bombeo	5	0,027	4,810	2,711
Tarifas Eléctricas	6	0,026	1,890	1,084
Parámetros Desfavorables	7	0,027	2,960	1,626
Materiales				
Terminar				

Cancelar Siguiente >

Figura 15: Cuadro de Optimización de red

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

A continuación se explica los pasos que se siguió para el proceso de optimización de redes.

- **PASO 1: REVISAR CAUDALES.**

Asistente para el proceso de optimización de redes - Paso 2: Revisar Caudales

	Turno	Q	Sup	T max
Asignar caudales	1	0,029	5,240	2,437
Datos Cabecera	2	0,028	4,950	2,437
Presiones Requeridas	3	0,027	4,820	2,437
Restricciones	4	0,015	1,770	1,625
Estación Bombeo	5	0,027	4,810	2,711
Tarifas Eléctricas	6	0,026	1,890	1,084
Parámetros Desfavorables	7	0,027	2,960	1,626
Materiales				
Terminar				

Cancelar Siguiente >

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

- **Q**, fue el caudal que circulo por el Elemento Tubería de Cabecera para ese turno de riego. Es resultante de la acumulación de Demandas de caudal de las válvulas de cada turno.
- **Sup**, fue la sumatoria del Área Regada por los Hidrantes (ha) contenidos en el turno.
- **T max**, fue la duración de apertura del hidrante (en horas).

- PASO 2: DATOS DE CABECERA

Asistente para el proceso de optimización de redes - Paso 3: Datos Cabecera

Datos Cabecera:

ID Nodo:
Cota: m
 Presión Regulada: m

Presión Regulada
 Altura Piezométrica m

Pendientes:

Pendiente Nodo Crítico:

Pendient. Hid. Min (Bifurcaciones):

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

- **Presión Desconocida.** Para el cálculo de redes con Elemento Bomba en cabecera. Los valores de Presión Conocida y Altura Piezométrica aparecieron como incógnitas.

Pendientes.

- **Pendiente Nodo Crítico.** De uso exclusivo para el caso de redes con bombeo directo. Para la estimación de la altura de cabecera en primera aproximación, el proceso de optimización utiliza una pendiente hidráulica fija para todos los Nodos de la red, de manera que el Nodo crítico es el que mayor altura necesita en cabecera, con dicha pendiente supuesta.

- **Pendiente Bifurcaciones.** En los Nodos con bifurcaciones existe un requerimiento de presión mínima que corresponde a la mayor presión necesaria para llegar a todos los Nodos extremos que se alimentan desde la bifurcación con la altura piezométrica requerida, tomando una pendiente hidráulica mínima $0,0015 \text{ m/m}$.

PASO 3: PRESIONES MÍNIMAS

Asistente para el proceso de optimización de redes - Paso 4: Presiones Mínimas

Presiones Requeridas:

- P. Min común en todos los Filtrados
- P. Min común en todos los Nodos extremos
- P. Min común en todos los Nodos
- Presión de Consigna en los Hidrantes abiertos con Regulación activa
- P. Min en Nodos sin Consumo
- P. Min en Nodos concretos

Flujo: [] Presión: []

Cancelar < Anterior

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

- **Presión de Consigna en los Hidrantes.** En este caso fue necesario activar la casilla referente a regulación en los Nodos de Consumo Conocido o Hidrante Regulador, detallando la presión de consigna para cada uno de los Nodos que se aseo considerar en el proceso de optimización.

PASO 4: RESTRICCIONES

Asistente para el proceso de optimización de redes - Paso 5: Restricciones

Velocidad

Velocidad Min (m/s) | 0,5 Velocidad Max (m/s) | 2,5

Datos Amortización:

Años Amortización | 20 Interés Amort. % | 10

Cancelar < Anterior Siguiente >

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

Velocidad.

- **Velocidad Mínima.** En esta casilla se precisó la velocidad mínima admisible, en m/s, de manera que sirviera de alarma para indicar situaciones donde la pérdida de carga admisible (relacionada con la velocidad) es demasiado reducida.
- **Velocidad Máxima.** Se impuso la velocidad máxima permisible con el fin de que no existan problemas de erosión, cavitación y transitorios en las conducciones. Los costes globales de la red serán sensibles a este parámetro, reduciéndose conforme la velocidad máxima se incrementa.

Datos Amortización.

- **Años Amortización.** En esta casilla se formuló el plazo de amortización de la inversión para 20 años.
- **Interés Amortización.** Del mismo modo, se fijó el tipo de interés de amortización de 10%.

PASO 5: ESTACIÓN DE BOMBEO

Asistente para el proceso de optimización de redes - Paso 6: Estación Bombeo

Estación de Bombeo							
Asignar caudales	Rend. %		70	Co: (φ)		0.8997	
Datos Cabecera	Volumen (m ³)						
Presiones Requeridas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
Restricciones	299170,2						299170,2
Estación Bombeo	<input type="checkbox"/> Calcular Volumen:						
Tariffas Eléctricas	Área Total (ha)		26,440	<input type="button" value="Calcular"/>			
Parámetros Desfavorables	Caudal de Diseño (m ³ /s)						
Materiales	Dotación Anual Red m ³ /ha		9802,2				
Terminar							
<input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Anterior"/> <input type="button" value="Siguiente >"/>							

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

Estación de Bombeo

- **Rend. %.** Se fijó en esta casilla el rendimiento ponderado de la estación de bombeo en porcentaje. (Por defecto se aplica un valor del 70%).
- **Cos (φ).** Desde esta casilla se introdujo el valor del factor de potencia reactiva de la estación. El valor por defecto asignado desde el programa GESTAR fue de 0,8997, que no supone ni recargo ni descuento.
- **Volumen (m3).** Se especificó el volumen estimado que se bombea anualmente en cada periodo tarifario, V_i , de manera que si el volumen anual a bombear es V :

$$V = \sum_{i=1}^{NP} V_i$$

- **Calcular Volumen.** Si se desconoce el volumen bombeado anualmente, “ V ”, se permite que sea evaluado desde GESTAR, en función de la superficie total regada y a dotación anual en m3/ha. El volumen calculado se ubica en una franja arbitraria, por defecto P1.
- **PASO 6: TARIFAS ELÉCTRICAS**

La definición de esta ventana será necesaria únicamente en el dimensionado de redes con equipo de bombeo en cabecera.

Asistente para el proceso de optimización de redes - Paso 7: Tarifas Eléctricas

Tarifa eléctrica: Personalizada Tarifas Incremento Anual del Coste Energía % 0

Asignar caudales

Datos Cabecera Precio Base del kWh: € 0,1561 Tipo Discriminación Personalizada

Presiones Requeridas

Recargo precio Kw %	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	0	0	0	0	0	0

Restricciones

Estación Bombeo

Tarifas Eléctricas Precio Base Potencia Kw: 24,917 Tipo Discriminación Personalizada
(€/Kw mes y periodo)

Recargo precio Kw %	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	0	0	0	0	0	0

Parámetros Desfavorables

Reparto potencia %	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	100	100	100	100	100	100

Cancelar < Anterior Siguiente >

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

Precio Base del kWh y del kW en el periodo de referencia:

- **Precio Base del kwh(S./kwh):** Se especificó el valor del parámetro base P-kwh (precio del kwh en el periodo de referencia).
- **Precio Base de Potencia kW (S./kw mes):** Se especificó el precio base del Kw contratado en el periodo de referencia.

PASO 7: PARAMETROS DESFAVORABLES

Asistente para el proceso de optimización de redes - Paso 8: Previsiones Desfavorables

Asignar caudales
Datos Cabecera
Presiones Requeridas
Restricciones
Estación Bombeo
Tarifas Eléctricas
Parámetros Desfavorable
Materiales
Terminar

Pérdidas Singulares:
 Longitud Equivalente Añadida Global % 10
 Definir Longitud Equivalente por Tubería

Rugosidad Forzada:
 Rugosidad Forzada Global (mm) 0
 Definir Rugosidad por Tubería

Incremento Presión Estática para Timbraje
 Incremento Global (m) 10
 Definir Incremento por Tuberías

Definir

Cancelar < Anterior Siguiete >

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

Pérdidas singulares. Permite definir longitudes equivalentes para incorporar las pérdidas de carga singulares.

- **Longitud Equivalente Añadida Global,** o bien de manera global (como porcentaje a añadir a la longitud definida en cada tramo) una longitud equivalente, para incorporar la existencia de pérdidas singulares específicas.
- **Incremento de la Presión Estática para Timbraje.** El incremento de la presión estática para el Timbraje de las Tuberías se puede establecer de manera global y por tramos de Tubería, lo que permite refinar y reducir eventualmente el coste de la red.

PASO 8: MATERIAL

GESTAR utilizo como base de datos de Material que se encuentra asociada a la red.

Asistente para el proceso de optimización de redes _ Paso 9: Materiales

Materiales Disponibles:		Materiales a Utilizar:	
PVC_UF	>	PVC_UF	

Rango Diámetros Interiores(m)

Min	Max	
150,4	152	Aceptar

Rango Presiones de Trabajo:

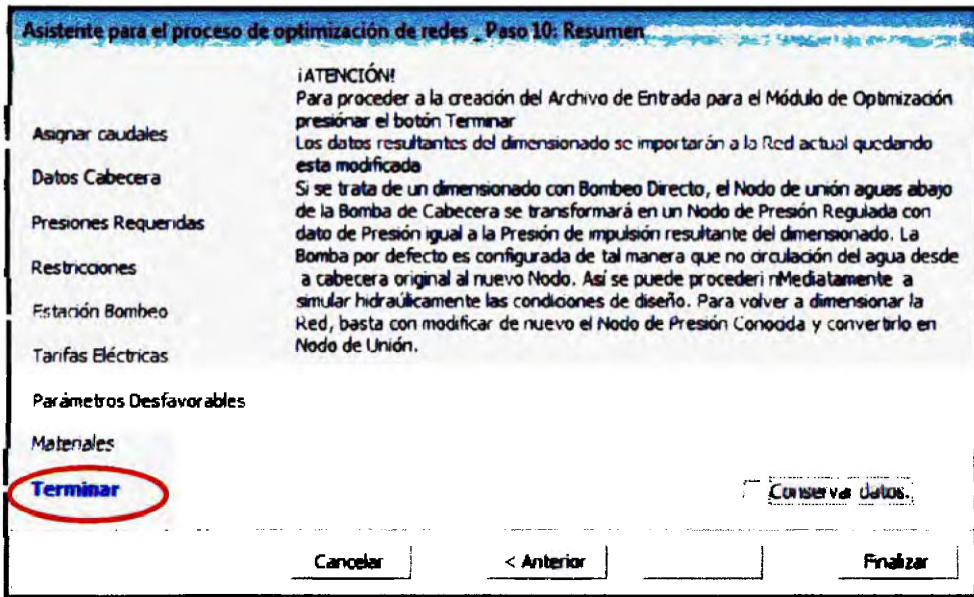
Min	Max	
75	75	Aceptar

Cancelar < Anterior Siguiente >

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)


- **Materiales Disponibles.** En la lista de selección aparecieron todos los Material definidos desde la base de datos asociada a la red.
- **Materiales a Utilizar.** Se incluyó en esta lista los Materiales la relación de materiales a usar.
- **Rango de Diámetros Interiores.** Esta opción permitió restringir el tamaño de las Tuberías que se tendrán en cuenta en la optimización para cada uno de los Material.
- **Rango de Presiones de Trabajo.** Permitted limitar la Base de Datos de Tubería que formarán parte de la optimización para el Material seleccionado desde el listado de Material a utilizar en función de la Presión de Trabajo que pueden soportar.

PASO 9: TERMINAR




Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

- **Conservar Datos.** Escogiendo esta alternativa, los datos definidos durante el proceso de dimensionamiento quedarán guardados y accesibles para los posteriores dimensionados que el usuario realice a través del asistente de OPTIMIZACIÓN.

El resultado final de la optimización, se accedió con el siguiente icono , la ventana nos mostró la relación de tuberías con sus respectivos diámetros, costos y longitudes.

ii. SIMULACION HIDRAULICA

Se simuló el comportamiento dinámico de la red bajo determinadas condiciones de operación, se accedió mediante el icono de la barra de herramientas .

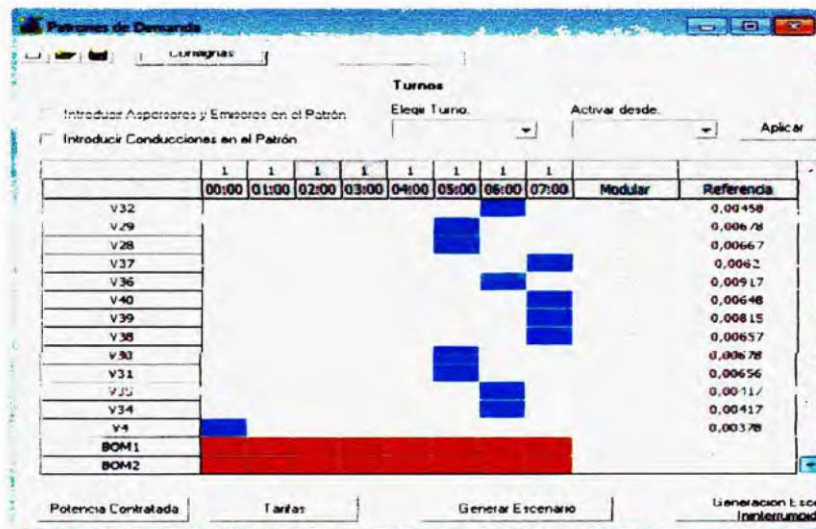


Figura 16: Simulación de turnos

Fuente: Software GESTAR PREMIUN (2014)

b) Cálculo de Presiones

i. Presión de ingreso del lateral y portallateral

La presión en el origen del lateral y/o portallateral se calculó de la siguiente manera:

$$P_o = P_m + \frac{3}{4} h_f + \frac{H_g}{2}$$

Donde:

P_o =Presión en el origen del lateral y/o portallateral, en m

P_m =Presión de trabajo del emisor y/o lateral, en m

h_f =Perdida de carga del lateral y/o portallateral, en m

H_g =Desnivel geométrico entre los extremos del lateral y portallateral. Si el lateral es ascendente (+), si es descendente(-), en m

ii. Presión de ingreso en la matriz

La presión de ingreso en la tubería matriz se calculó sumándole la pérdida de carga de los arcos de riego, accesorios, la presión en el origen de la portalateral; y el desnivel del terreno.

B. Diseño del cabezal de riego

Se diseñó el cabezal para las siguientes partes:

- Sistema de bombeo
- Sistema de filtrado
- Sistema de fertilización
- Sistema de control
- Sistema de automatización

C. Requerimiento de potencia del sistema

La potencia de la unidad bombeo y motor se calculó con la siguiente fórmula:

$$P_b = (Q \times H) / (270 \times e / 100)$$

$$P_m = P_b \times F_s$$

Donde:

P_b: potencia bomba (HP)

P_m: potencia motor (HP)

H: carga total (mca)

Q: caudal (m³/h)

e: eficiencia de bombeo (%)

F_s: factor de servicio

4.3.3. Metrados, Costos unitarios y Presupuesto del Sistema de Riego

Para realizar el metrado de los materiales, el sistema se dividió en 13 partes:

- Trazo y replanteo
- Tubería matriz
- Tubería portalateral
- Prueba hidráulica
- Purgas
- Válvula de aire
- Accesorios
- Arcos de riego
- Línea de goteo
- Sistema de filtrado automático
- Unidad de bombeo
- Fertilización
- *Dados de anclaje*
- Reservorio

Los costos unitarios y presupuesto se realizó con el *software* S10, el cual nos permitió obtener la lista de insumos: materiales, equipos y mano de obra.

4.3.4. Operación y mantenimiento del Sistema de Riego

La Operación y Mantenimiento de un sistema de riego por goteo requiere acciones o labores de manejo de cada uno de los componentes del sistema para garantizar un adecuado funcionamiento y asegurar el periodo de vida útil para el cual fue diseñado.

Las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego se detalló para los siguientes *componentes*:

- A. Canales de ingreso
- B. Reservorio
- C. Cabezal de riego

- Equipo del sistema de bombeo
 - Sistema de filtrado
 - Unidad de fertilización
 - Aparatos de control y medición
- D. Tuberías de conducción principales
- E. Cabezales de campo (arcos de riego)
- F. *Laterales de riego o emisores*

4.3.5. Evaluación económica, determinación de VAN y TIR

Para la evaluación económica del proyecto, se recolectó información de distintas fuentes literarias y entrevistas a Ingenieros de los diferentes programas involucrados en el proyecto, datos como rendimientos, precios en chacra y costos de producción.

La evaluación económica se realizó para la situación con proyecto y sin proyecto, como resultado se obtuvo el flujo de caja incremental.

En los resultados se presentara el análisis económico de la situación con proyecto y en los Anexos se adjuntara el desarrollo de la situación sin proyecto.

A. Aspectos económicos

La inversión del proyecto consistió en determinar los costos de instalación y equipamiento del sistema de riego, construcción del reservorio, caseta de bombeo, suministro de energía eléctrica a la estación de bombeo e instalación de plantones de palto.

Los ingresos se determinó, por la venta de productos de palto, maíz amarillo duro, papa, trejoi castilla y algodón; así como los egresos por costos de producción y mantenimiento del cultivo, costos de operación y mantenimiento del sistema de riego, gastos administrativos y finalmente se determinó el flujo caja.

B. Evaluación económica

Se tomó en cuenta realizando el flujo caja económico. Luego se determinó los indicadores económicos: Tasa interna de retorno (TIR), Valor actual neto (VAN) y Periodo de Recuperación del capital.

C. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se realizó variando la producción de cultivo, el precio de los productos, para comprobar hasta donde soporta el proyecto.

4.3.6. Evaluación de impacto ambiental

El proyecto de riego tecnificado contempla impactos ambientales leves.

Se realizó un diagnóstico de los medios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales, para identificar los posibles impactos ambientales producidos por la ejecución del proyecto.

Concluido el diagnostico se planteo el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, incluyendo las medidas de prevención, corrección, monitoreo y mitigación necesarias.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Análisis de datos básicos

A. Fuente de agua

Según recorridos de campo, se definió que la fuente de agua será abastecida por el Canal Bajo, el cual alimentara al reservorio que estratégicamente se ubicó en el Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales cercano a la fuente de agua.

Según la Oficina de Servicios Generales el Canal Bajo conduce un caudal promedio de 342l/s, ambos en épocas de avenida, pero con los aforos que se realizó en el canal esos valores varían , el caudal establecido solo se respeta al inicio luego va disminuyendo considerablemente.

Se determinó que el volumen total ofertado semanalmente será de 28335.60 m³, el cual tiene que ser distribuido a 4 reservorios proyectados y un reservorio existente como se observa en el Cuadro 11. Se calculó que la oferta de agua semanalmente para el reservorio proyectado de Frutales será de 8370.00m³. En el siguiente Cuadro 11, presenta los reservorios proyectados.

Cuadro 11: Reservorios proyectados para el campus de la UNALM en el Proyecto de riego tecnificado 2014-2015

Usuario	Tipo de Reservorio	Capacidad Nota	Volumen a llenar
		(m ³)	(m ³)
Jardines - Huerto	Reservorio I de Geomembrana HDP	9.372	9.372
Jardines - Huerto	Reservorio II de Geomembrana HDP	9.372	0
Frutales	Reservorio III de Geomembrana HDP	8.370	8.370
Ornamentales	Reservorio IV de Geomembrana HDP	5.000	1.400
Fundo	Reservorio VI de Geomembrana HDP	6.816	6.816
TOTAL		38.930,1	25.958,1

Fuente: Elaboración propia (2014), el reservorio de Ornamentales ya existe

B. Análisis de agua

Según los resultados obtenidos en el análisis de agua se concluyó lo siguiente:

B.1). Análisis químico

Muestra canal bajo (progresiva 0+003)

- El pH obtenido fue 7.18, por lo que se trató de un agua ligeramente neutra.
- La conductividad eléctrica presento un valor equivalente a $CE = 0.43$ dS/m, por lo que la muestra se clasifico como una C2, es decir, fue un agua con moderada salinidad.
- La relación de adsorción de Sodio (RAS) dio un resultado de 0.57 que corresponde a un valor bajo en sodio representándose como Si.
- El Índice de Saturación de Langelier da un resultado de -0.235, es decir la concentración de Carbonatos de Calcio se mantiene en la solución y no precipitan, por lo que no habría problemas de obstrucción en los sistemas de riego localizado.

En el Anexo (9.1, B), se muestra los resultados de laboratorio del análisis de agua.

B.2). Análisis microbiológico

Se realizó un análisis microbiológico para determinar los valores de coliformes totales y coliformes Fecales presentes en el agua del canal, del cual se obtuvo como resultado:

Cuadro 12: Análisis Microbiológico -2013 en los laboratorios SGS

ANALISIS MICROBIOLÓGICO		
Análisis Microbiológico	Muestra (mg/l)	Agua Tipo III(mg/l)
Coliformes Totales	87×10^3	50×10^2
Coliformes Fecales	35×10	10×10^2

Fuente: Perfil técnico del Proyecto de riego tecnificado con fines académicos en el campus de La UNALM (2008)

Haciendo una comparación entre los resultados obtenidos y los parámetros máximos para el Agua tipo III (Agua para Riego) se puede decir que no hay problema en la cantidad de coliformes fecales ya que se encuentra por debajo del permitido, pero con respecto a la cantidad de coliformes totales se observa que pasan los límites permisibles.

C. Cultivos

Los cultivos que se proponen en el estudio fueron: palto, maíz amarillo duro, papa, frejol castilla, pallar y algodón.

Cuadro 13: Cultivos propuestos por Programas de investigación en La UNALM

CULTIVOS PROPUESTOS	
Usuario principal	Cultivos
Programa de Frutales	palto y diversos frutales
Programa el Fundo	maíz, papa
Programa de Leguminosa	frejol castilla, pallar
Programa de Algodón	algodón

Fuente: Elaboración propia (2014)

D. Fuente de energía

La estación de bombeo se ubicó cerca de la Avenida Ferreyros. Con la finalidad de contar con un punto de energía cerca a la caseta de bombeo, se proyectó desde las redes existentes de Luz del Sur, con una derivación en media tensión y una subestación aérea biposte.

5.2. Balance hídrico proyectado

A. Balance hídrico global

La Universidad Nacional Agraria La Molina cuenta con 80.00has de áreas agrícolas y áreas verdes urbanas en conjunto (no se consideró áreas agrícolas de Tomatillo). Se realizó el balance hídrico Oferta – Demanda, para 60.37 has de áreas agrícolas y 19.66 has de áreas verdes urbanas

La oferta anual fue de 1 235 700.00m³ y la demanda de 871 325.6m³, se concluyó que desde el punto de vista hídrico, el sistema de riego por goteo fue técnicamente viable.

Los resultados se observan en el Cuadro 14:

Cuadro 14: Balance hídrico global promedio del 2008 - 2013

BALANCE HÍDRICO GLOBAL		CANTON VISTA CAJALILLO												
	OFERTA	DEMANDA	EXCESO	DEFICIT	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA
OFERTA	97.392,4	92.991,7	106.718,8	86.757,6	72.695,1	41.547,7	37.802,5	41.433,2	56.449,6	73.310,4	80.596,6	83.630,1	871.325,6	
DEMANDA	122.400,0	119.500,0	123.600,0	114.500,0	109.300,0	80.000,0	80.000,0	80.000,0	84.000,0	104.400,0	109.000,0	109.000,0	1.235.700,0	
EXCESO	25.007,6	26.508,3	16.881,2	27.742,4	36.604,9	38.452,3	42.197,5	38.566,8	27.550,4	31.089,6	28.403,4	25.369,9	364.374,4	
DEFICIT	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,9	2,1	1,9	1,5	1,4	1,4	1,3	1,4	

Fuente: Elaboración propia (2014)

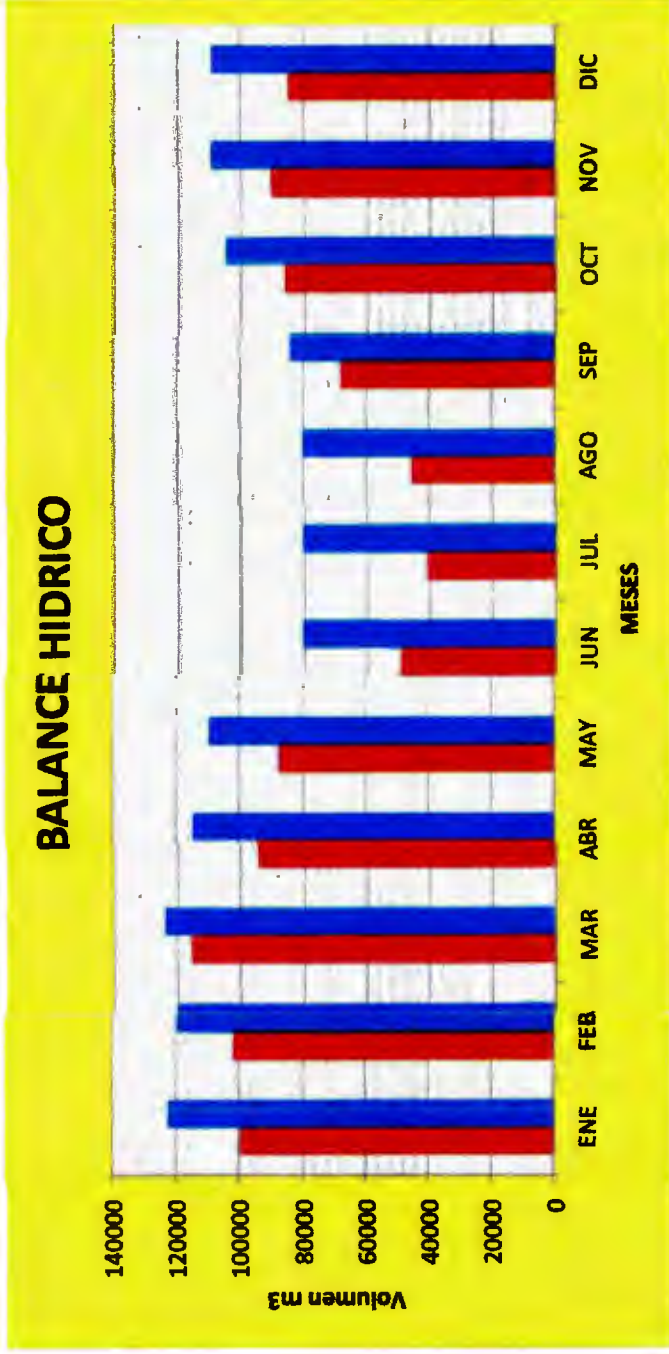


Figura 17: Balance hídrico global promedio del 2008 - 2013

Fuente: Elaboración propia (2014)

B. Balance hídrico semanal

El balance hídrico semanal nos determinó la capacidad del reservorio, la oferta semanal para las 80.00has fue de 28 335.6m³ y la demanda semanal 22 255.6m³, lo cual nos indicó que satisfacemos las necesidades hídricas. El volumen requerido semanal por el Programa de Frutales fue de 6 977.5 para una lámina bruta de 3.8mm/día. Para determinar la capacidad del reservorio se consideró un factor de seguridad de 1.2, tomando en cuenta el factor de seguridad la capacidad del reservorio fue de 8370.0m³

Cuadro 15: Oferta de agua semanal

OFERTA DE AGUA SEMANAL				
Día	Frecuencia de Riego	Duración de turno de riego(hr)	Caudal promedio(l/s)	Volumen Promedio(m ³)
Marques	8:00AM-5:00PM	9	342	11080,8
Jueves	8:00AM-5:00PM	9	199	6447,6
Sabado	8:00AM-12:00PM	4	201	2894,4
			Total	20422,8

OFERTA DE AGUA SEMANAL				
Día	Frecuencia de Riego	Duración de turno de riego(hr)	Caudal promedio(l/s)	Volumen Promedio(m ³)
Miercoles	1:00PM-5:00PM	4	280	4032
Jueves	8:00AM-5:00PM	9	82	2666,8
Sabado	8:00AM-12:00PM	4	85	1224
			Total	7912,8

Volumen semanal (m³)	28335,6
--	----------------

Cuadro 16: Demanda de agua semanal

DEMANDA DE AGUA SEMANAL			
Usos	Área (ha)	Caudal promedio (l/s)	Volumen requerido semanal (m ³)
Huerto	10,3	4,0	2856,2
Jardines	17,3	4,2	5049,9
Frutales	28,4	3,8	6977,5
Ornamentales	2,3	4,2	671,4
Fundo	22,7	4,2	6700,6
Total			22255,6

Fuente: Elaboración propia (2014)

C. Balance hídrico Frutales

El balance de agua proyectado de las 26.44 has del Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y Fundo, para los cultivos de palto, maíz amarillo duro, papa, frejol castilla, pallar y algodón, desde el punto de vista hídrico fue viable. La demanda anual fue 259 168.5 m³ y el mes de máxima demanda fue Enero.

La oferta anual fue 623 542.9 m³ y la sobreoferta fue 364 374.4 m³

Cuadro 17: Balance Hídrico promedio del 2008 - 2013

	BALANCE HÍDRICO FRUTALES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
DEMANDA (m ³)	30.919,8	25.762,5	30.808,9	23.200,8	19.131,0	11.900,8	11.338,4	11.838,1	15.917,0	22.249,2	26.370,9	29.731,0	259.168,5
OFERTA (m ³)	55.927,5	52.270,8	47.690,1	50.943,2	55.735,9	50.353,2	53.535,8	50.405,0	43.467,4	53.338,8	54.774,3	55.100,9	623.542,9
BALANCE (m ³)	25.007,6	26.508,3	16.881,2	27.742,4	36.604,9	38.452,3	42.197,5	38.566,8	27.550,4	31.089,6	28.403,4	25.369,9	364.374,4
% Sobreoferta	1,8	2,0	1,5	2,2	2,9	4,2	4,7	4,3	2,7	2,4	2,1	1,9	2,4

Fuente: Elaboración propia (2014)

En el Anexo 9.2, A, se observa la demanda de agua de los cultivos propuestos.

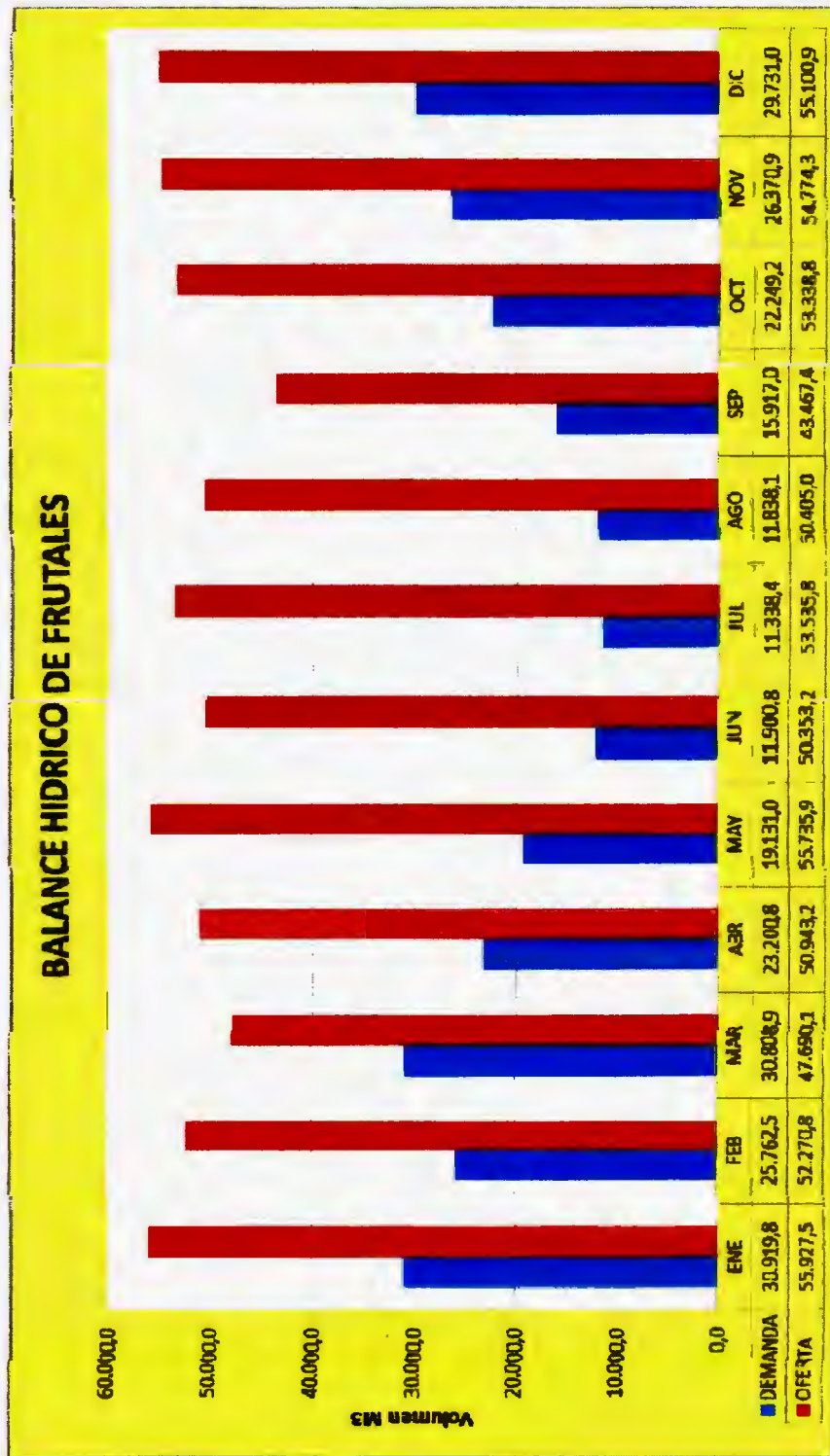


Figura 18: Balance hídrico Frutales

Fuente: Elaboración propia (2014)

5.3. Diseño de reservorio

En la Universidad Nacional Agraria La Molina se proyectó tener cuatro reservorios que servirán de almacenamiento del recurso hídrico para satisfacer los requerimientos de agua en el momento oportuno para las 80 has de áreas agrícolas y jardines. Uno de esos 4 reservorios fue el reservorio de "Frutales" ubicado en el Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y Fundo.

El reservorio de "Frutales" fue diseñado para 26.44 has, lo cual es el área total de los campos a tecnificar, se determinó el volumen en función a la necesidad hídrica total de las plantas y la frecuencia de abastecimiento de agua. Cabe indicar que este reservorio ya se encontró excavado.

El reservorio diseñado para un volumen neto de agua de 8370.0 m³ con una altura de agua de 4.60 m, borde libre 0.40 m y talud 1:1.5 para una mayor estabilidad. Su revestimiento se contempló con geomembrana HDPE reforzada de 1,00mm de espesor.

En el Cuadro 18 se presenta las características del reservorio.

Cuadro 18: Características del reservorio del Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales

CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS DEL RESERVORIO											
Altura (m)	Borde Libre (m)	Largo (m)		Ancho (m)		Talud	D. Incl. (m)	Volumen (m ³)	Área (m ²)	Anclaje (m)	Revestimiento (m ²)
		l	L	b	B						
Líquido	4,60	42,00	55,80	30,00	43,80	1,500	8,29	8.370	2.683,04		
Total	5,00	57,00		45,00			9,01	9.371	2.828,41	3,60	3.712,84

Fuente: Elaboración propia (2014)

Las medidas del reservorio se pueden apreciar en la Figura 19

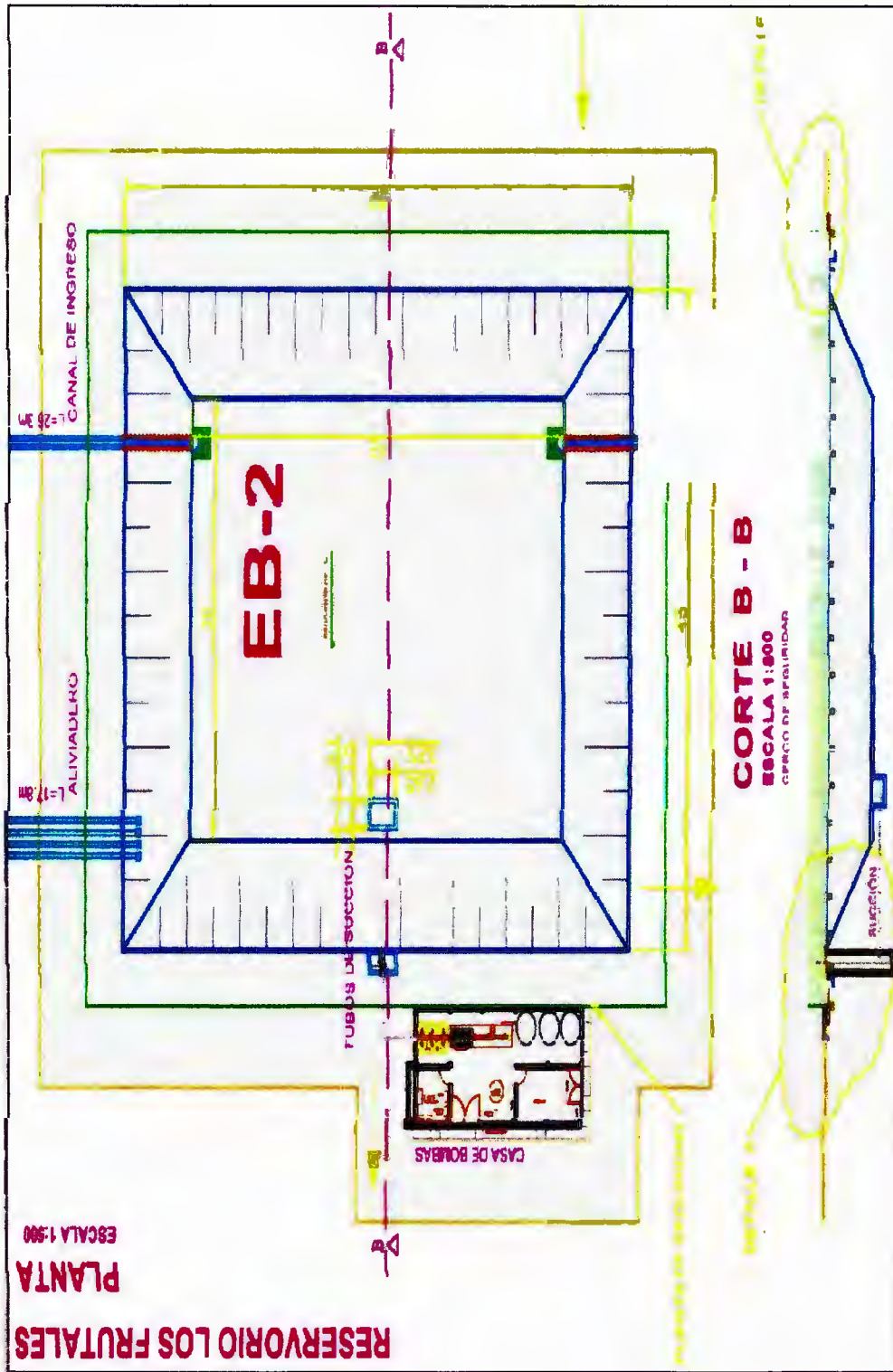


Figura 19: Medidas y detalles constructivos del reservorio del Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales
Fuente: Elaboración propia (2014)

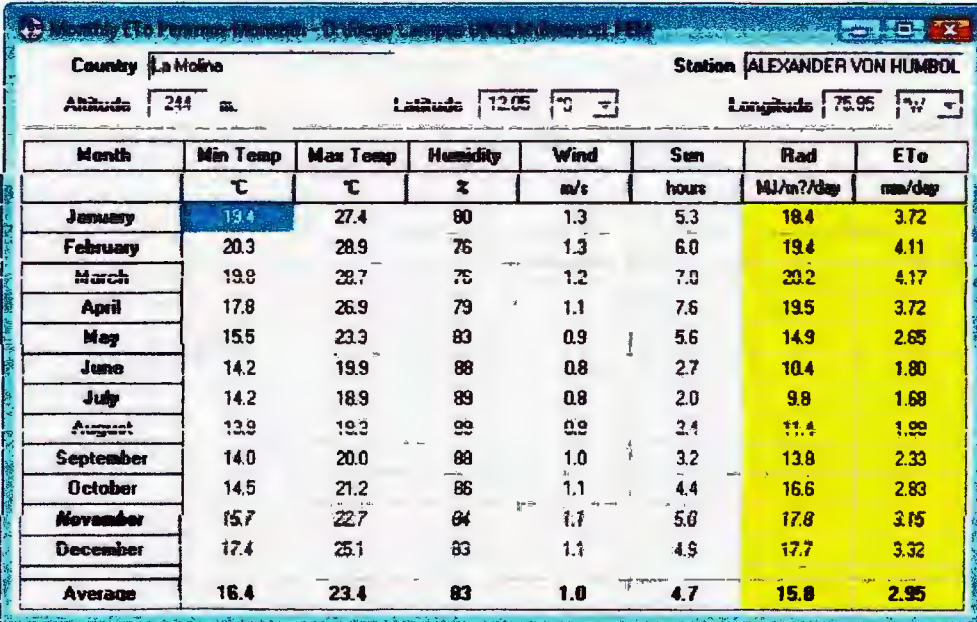
5.4. Diseño del Sistema de Riego

5.4.1. Diseño Agronómico

A. Necesidades de agua

a) Evapotranspiración de cultivo

La máxima evapotranspiración se calculó utilizando el programa *Cropwat* con los datos pertenecientes a la Estación Meteorológica Alexander Von Humbolt - UNALM, ver Figura 20.



Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	19.4	27.4	80	1.3	5.3	18.4	3.72
February	20.3	28.9	76	1.3	6.0	19.4	4.11
March	19.8	28.7	76	1.2	7.0	20.2	4.17
April	17.8	26.9	79	1.1	7.6	19.5	3.72
May	15.5	23.3	83	0.9	5.6	14.9	2.65
June	14.2	19.9	88	0.8	2.7	10.4	1.80
July	14.2	18.9	89	0.8	2.0	9.8	1.68
August	13.9	19.3	99	0.9	2.4	11.4	1.99
September	14.0	20.0	88	1.0	3.2	13.8	2.33
October	14.5	21.2	86	1.1	4.4	16.6	2.83
November	15.7	22.7	84	1.1	5.0	17.8	3.15
December	17.4	25.1	83	1.1	4.9	17.7	3.32
Average	16.4	23.4	83	1.0	4.7	15.8	2.95

Figura 20: Datos de la estación Meteorología – Molina promedio (1994 - 2010)

Fuente: Perfil del Proyecto de riego tecnificado con fines académicos en el campus de La UNALM

* Datos Procesados con el Programa *Cropwat*

Para el cálculo de la Evapotranspiración de cultivo (Etc) se consideró lo siguiente:

- **Palto:** La evapotranspiración potencial correspondiente al mes de Marzo de 4.17 mm/día y el coeficiente de cultivo 0.72.

- **Diversos frutales:** La evapotranspiración potencial correspondiente al mes de Marzo de 4.17 mm/día y el coeficiente de cultivo 0.90.
- **Maíz amarillo duro:** La evapotranspiración potencial correspondiente al mes de Diciembre de 3.32 mm/día y el coeficiente de cultivo 1.20.
- **Leguminosas:** La evapotranspiración potencial correspondiente al mes de Febrero de 4.11 mm/día y el coeficiente de cultivo 1.15.
- **Algodón:** La evapotranspiración potencial correspondiente al mes de Abril de 3.72 mm/día y el coeficiente de cultivo 1.15.

En el Cuadro 19 se presenta los valores de evapotranspiración de cultivo para los cultivos de palto, diversos frutales, maíz amarillo duro, leguminosa y algodón.

Cuadro 19: Evapotranspiración de cultivo promedio (1994 - 2010)

DESCRIPCION	UNIDADES	VALORES				
		Palto	Diversos Frutales	Maíz	Leguminosa	Algodón
Cultivos						
Evapotranspiración - Eto	mm/día	4.17	4.17	3.32	4.11	3.72
Coefficiente Cultivo - Kc		0.72	0.90	1.20	1.15	1.15
Evapotranspiración Cultivo - Etc	mm/día	3.00	3.75	3.98	4.73	4.28

Fuente: Elaboración propia (2014)

Al no haber precipitación efectiva ni aporte capilar entonces las necesidades netas fue igual a la evapotranspiración de cultivo.

La eficiencia de aplicación de riego fue igual al producto de 5% por pérdidas de percolación, 14% para el requerimiento de lavado de sales y 90% de coeficiente de uniformidad, como resultado obtenemos 77% de eficiencia de aplicación.

b) Lámina bruta

Áreas agrícolas del Programa de Frutales

- **Palto**, en un marco de plantación de 6.0mx4.0m y una lámina de riego en máxima demanda de 3.90mm/día o una dosis de riego de 93.58 l/planta/día.
- **Diversos frutales**, en un marco de plantación de 4.0mx4.0m y una lámina de riego en máxima demanda de 4.87mm/día o una dosis de riego de 77.92 l/planta/día.

Áreas agrícolas del Programa el Fundo. Algodón v Leguminosa

- **Maíz amarillo duro**, en un marco de plantación de 0.80mx0.4m, con una lámina de riego en máxima demanda de 5.17mm/día.
- **Frejol castilla**, en un marco de plantación de 0.80mx0.4m, con una lámina de riego en máxima demanda de 6.14mm/día.
- **El algodón**, en un marco de plantación de 1.6mx0.4m, con una lámina de riego máxima demanda de 5.56mm/día.

La lámina bruta a reponer se presenta en el siguiente Cuadro 20.

Cuadro 20: Lámina de riego a reponer para los cultivos propuestos

DESCRIPCION	UNIDADES	VALORES				
Cultivos		Palto	Diversos Frutales	Maíz	Leguminosa	Algodón
Lamina Bruta a Reponer	mm/día	3.90	4.87	5.17	6.14	5.56

Fuente: Elaboración propia (2014)

B. Selección del gotero

Áreas agrícolas del Programa de Frutales

Se escogió emisores autocompensados UNIRAM CNL 17010 de 1.6 l/s, porque nos permite tener laterales largos con diámetros de tuberías menores, dificulta la obturación por su proceso continuo de autolimpieza y autorregula el caudal en presiones muy bajas.

El desnivel del terreno vario a favor y en contra de la dirección de los laterales, con la elección de estos emisores obtendríamos uniformidad en el riego.

Uniram dripper

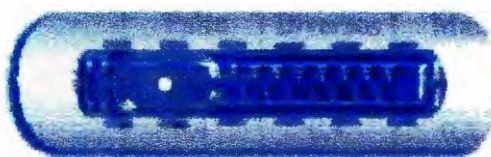


Figura 21: Gotero Autocompensado UNIRAM CNL 17010

Fuente: Catalogo de NETAFIN (2013)

Áreas agrícolas del Programa el Fundo (Programa Maíz, Algodón y Frejol castilla).

Se escogió emisores no autocompensantes STREAMLINE 16125 de 1.6 l/s, porque el terreno es relativamente plano.

Streamline 16125 dripper



Figura 22: Gotero STREAMLINE 16125

Fuente: Catalogo de NETAFIN (2013)

En el Anexo 9.3-B, se muestra los catálogos con las especificaciones técnicas del emisor.

C. Número de emisores

a) **Calculo de cantidad de emisores por planta:** Se obtuvo de la multiplicación de la separación entre plantas y el espaciamiento entre goteros, para el cultivo de palto y diversos frutales el número de goteros por planta fue de 30.0, cultivo de maíz, frejol castilla y algodón de 1.0. gotero por planta.

Cuadro 21: Número de emisores (goteros) por planta

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALORES				
Área de Proyecto	ha	15,01	1,77	4,81	1,89	2,96
Cultivos		Palto	Diversos Frutales	Maíz	Leguminosa	Algodón
Separación Plantas	m	4,00	4,00	0,40	0,40	0,40
Separación entre goteros	m	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3
Número de goteros	Unidades	30	30	1,0	1,0	1,0

Fuente: Elaboración propia (2014)

D. Precipitación horaria

En el Cuadro 22 se muestra los valores de precipitación horaria.

Cuadro 22: Precipitación horaria en mm/hr

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALORES				
Área de Proyecto	ha	15,01	1,77	4,81	1,89	2,96
Cultivos		Palto	Diversos Frutales	Maíz	Leguminosa	Algodón
Precipitación horaria	mm/h	2,00	3,00	2,00	5,00	3,33
	m3/h-ha	20,00	30,00	20,00	50,00	33,33

Fuente: Elaboración propia (2014)

En el Anexo 9.3-A, se muestra los parametros de diseño agronomico

E. Parámetros de operación

El sector de riego tiene un total 26.44 ha, el cual fue dividido en 7 turnos y en 40 unidades de control manejados a través de válvulas hidráulicas de 2" y 3".

La operación contempla el funcionamiento de 7 turnos de riego, cada uno de los cuales en máxima demanda con los siguientes tiempos de riego: 1.95 horas/turno para los **turnos I, II y III, para atender el cultivo de palto**; 1.62 horas/turno para el turno IV, para atender los diversos frutales; 2.59 horas/turno para los turnos V, para el cultivo de maíz; 1.23 horas/turno para el turno VI, para atender el cultivo de frejol castilla; 1.67 horas/turno para los turnos VII, para el cultivo de algodón, conjugándose finalmente en un tiempo **total** de 12.96 horas por día.

En el Anexo 9.6-A, se muestra el Plano del sistema de riego por goteo.

Cuadro 23: Parámetros de operación según el turno de riego y tipo de emisor

PARAMETROS DE OPERACIÓN - AREA AGRICOLA "FRUTALES-FUNDO" (A=26,44 ha)												
TURNOS	N° SECTORES	AREA		CAUDAL				CULTIVO	TIPO DE EMISOR DE RIEGO	DOSIS TOTAL DE RIEGO		TIEMPO RIEGO (hr)
		VALVULA	TURNO	VALVULA		TURNO				m ³ /ha/día	m ³ /ha	
				(Ha)	(Ha)	m ³ /hr	l/s					
I	1	0,670	5,24	13,40	3,72	104,80	29,11	Palo (4x6)	Manguera Compensada (q=1.6 l/h, @0.4 y 3 Lat/1 H cultivo) - UNIRAN 17010-CNL/NETAFN	38,99	204,32	1,95
	2	0,680		13,60	3,78							
	3	0,630		12,60	3,50							
	4	0,680		13,60	3,78							
	5	0,670		13,40	3,72							
	6	0,620		12,40	3,44							
	7	0,630		12,60	3,50							
	14	0,660		13,20	3,67							
II	10	1,110	4,95	22,20	6,17	99,00	27,50	Palo (4x6)	Manguera Compensada (q=1.6 l/h, @0.4 y 3 Lat/1 H cultivo) - UNIRAN 17010-CNL/NETAFN	38,99	193,01	1,95
	11	1,090		21,80	6,08							
	12	0,640		12,60	3,56							
	13	0,640		12,60	3,56							
	16	0,696		13,96	4,94							
	15	0,580		11,60	3,22							
III	17	0,730	4,82	14,60	4,06	96,40	26,78	Palo (4x6)	Manguera Compensada (q=1.6 l/h, @0.4 y 3 Lat/1 H cultivo) - UNIRAN 17010-CNL/NETAFN	38,99	187,94	1,95
	18	0,650		13,00	3,81							
	19	0,680		17,20	4,78							
	20	0,690		13,80	3,83							
	21	0,680		13,80	3,78							
	22	1,210		24,20	6,72							
IV	8	1,936	1,77	36,96	6,56	53,10	14,75	Diversos Frutales	Manguera Compensada (q=1.6 l/h, @0.4 y 3 Lat/1 H cultivo) - UNIRAN 17010-CNL/NETAFN	48,74	86,27	1,62
	9	0,740		22,20	6,17							
V	24	0,600	4,81	12,00	3,33	96,20	26,72	Maiz (0.8x0.4)	Manguera simple (q=1.0 l/h, @0.5m y 1 Lat/1 H cultivo)-STREAMLINE 16125-NETAFN	51,74	248,87	2,59
	25	0,580		11,60	3,22							
	26	0,590		11,80	3,26							
	27	0,630		12,60	3,50							
	28	0,600		12,00	3,33							
	29	0,610		12,20	3,39							
	30	0,610		12,20	3,39							
	31	0,590		11,80	3,26							
VI	32	0,330	1,89	16,50	4,58	94,50	26,25	Leguminosa (0.8x0.4)	Manguera simple (q=1.6 l/h, @0.4m y 1 Lat/1 H cultivo)-STREAMLINE 16125-NETAFN	61,38	116,01	1,23
	33	0,300		15,00	4,17							
	34	0,380		15,00	4,17							
	35	0,300		15,00	4,17							
	36	0,660		33,00	9,17							
VII	37	0,670	2,96	22,33	6,20	98,67	27,41	Algodon (1.6x0.4)	Manguera simple (q=1.6 l/h, @0.3m y 1 Lat/1 H cultivo)-STREAMLINE 16125-NETAFN	55,56	104,45	1,67
	38	0,710		23,67	6,57							
	39	0,680		29,33	8,15							
	40	0,706		23,33	6,46							
		26,44										2,95

Fuente: Elaboración propia (2014)

5.4.2. Diseño hidráulico del sistema

Para el diseño de matrices y portalaterales se utilizó la ecuación de pérdidas de carga de DarcyWeisbach y Blassius respectivamente, descritas en la metodología y el cálculo de los laterales en función de sus características técnicas, procurando mantener un coeficiente de uniformidad del 90%.

La red hidráulica comprendió tuberías primarias, secundarias y terciarias que alimentan a los laterales de riego. Considerando las presiones y caudales de trabajo que debería soportar la red, se seleccionaron tuberías con diámetros entre 63mm, 75mm, 90mm, 110mm, 140mm y 160mm, en PVC, instaladas a 1 metro de profundidad promedio, de tal manera de evitar cualquier destrozo por peso de maquinaria o trabajo de equipos durante la preparación de suelo.

A. Diseño hidráulico de la subunidad

a) Tolerancia de caudales en la subunidad de riego

Para las áreas de cultivo de palto y diversos frutales (Área experimental de Frutales), fue diseñado con un emisor autocompensado **UNIRAM CNL 17010** de caudal 1.6 l/hr y presión de trabajo entre 10 – 40 metros.

Para las áreas de cultivo de Maíz, frejol castilla y Algodón, fue diseñado con un emisor no autocompensado **STREAMLINE 16125** de 1.6 l/hr y presión de trabajo de 10 metros.

Según el Cuadro 24, para el cultivo de Palto el caudal no varía para cualquier rango de presión, debido a que fue un emisor autocompensante.

Los cultivos de maíz, frejol castilla, y algodón tienen un caudal mínimo de 1.52 l/hr, 1.51 l/h y 1.50 l/h respectivamente.

Cuadro 24: Tolerancia de caudales

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALORES				
Cultivo	-	Palto	Diversos Frutales	Maíz	Leguminosa	Algodón
Caudal mínimo del emisor	l/hr	1,60	1,60	1,52	1,51	1,50
Caudal nominal del emisor	l/hr	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Fuente: Elaboración propia (2014)

b) Pérdida de carga permisible en la subunidad de riego

La pérdida de carga permisible en la subunidad para los cultivos de maíz amarillo duro fue de 2.87m, frejol castilla de 3.14 m y para el algodón de 3.44 m.

El rango de trabajo en la subunidad para el cultivo de palto varió de 10 hasta 40 metros, porque el emisor fue autocompensado.

A continuación se presenta el Cuadro 25, con los valores de pérdida de carga permisible.

Cuadro 25: Pérdida de carga permisible en la subunidad más crítica de cada sector de cultivo propuesto

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALORES				
Cultivo	-	Palto	Diversos Frutales	Maíz	Leguminosa	Algodón
Caudal mínimo del emisor	l/hr	1,60	1,60	1,52	1,51	1,50
Caudal nominal del emisor	l/hr	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Presión de trabajo del emisor	m	10	10	10	10	10
Presión mínima del emisor	m	10	10	8,85	8,74	8,62
Pérdida de carga permisible en la subunidad / rango de trabajo	m	10 - 40	10 - 40	2,87	3,14	3,44

Fuente: Elaboración propia (2014)

c) Diseño del lateral de riego

El diseño del lateral fue realizado para los sectores más críticos de cada turno.

La longitud máxima de lateral fue de 104.0m, el mayor caudal de diseño del lateral fue 0.14 l/s perteneciente a la válvula 13 del turno II y el menor caudal de diseño de 0.076 l/s perteneciente a la válvula 22 del turno III.

Para sistema parcelario se ha seleccionado los siguientes laterales de riego de goteo por hilera de cultivo.

- El área de 15.01has diseñada para el cultivo de palto, se empleó tres laterales de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera de P.E de ϕ 17 mm clase – 35 mil, con emisores de 1.60 l/h, espaciados cada 0.40 m.
- El área de 1.77has diseñada para diversos frutales, se empleó tres lateral de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera de P.E de ϕ 17mm clase – 35 mil, con emisores de 1.60 l/h, espaciados cada 0.40 m.
- El área de 4.81has diseñada para cultivos de maíz amarillo duro, se empleó un lateral de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera de P.E de ϕ 16.5mm clase – 12.5 mil, con emisores de 1.60 l/h, espaciados cada 0.50 m.
- El área de 1.89has diseñada para cultivos de frejol castilla, se empleó un lateral de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera de P.E de ϕ 16.5mm clase – 12.5 mil, con emisores de 1.60 l/h, espaciados cada 0.40 m.
- El área de 2.96hasdiseñada para cultivos de algodón, se empleó un lateral de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera de P.E de ϕ 16.5mm clase – 12.5 mil, con emisores de 1.60 l/h, espaciados cada 0.30 m.

En el Anexo 9.4-A, se muestra las hojas de cálculo del Diseño hidráulico del lateral.

d) Diseño de la portalateral

Para el diseño de la portalateral se consideró tuberías de PVC clase 5, con diámetros nominales de 63 mm y 75mm.

La longitud máxima de la portalateral fue de 85.0 m. El mayor caudal fue 8.89 l/s perteneciente a la válvula 39 del turno VII y el menor caudal 3.53l/s perteneciente a la válvula 35 del turno VI.

En el Anexo 9.4-A, se muestra las hojas de cálculo del diseño hidráulico de la portalateral.

c) Diseño de la matriz

En el Cuadro 26, se presenta los resultados obtenidos después de la optimización de la red con el *Software* GESTAR Premium.

La longitud de la tubería matriz de 3855.0 m, con diámetros diferentes de 160mm (141unid), 140mm (136 unid), 110mm (169 unid), 90mm (29 unid), 75mm (94 unid) y 63mm (61unid). Se consideró tuberías de PVC clase 7.5.

La velocidad máxima fue de 2.49 m/s lo cual está dentro del rango de velocidad propuesto como diseño que debe ser menor a 2.5m/s. El máximo caudal fue de 29.9 l/s perteneciente al turno I.

Cuadro 26: Características técnicas de la tubería matriz obtenidas con la simulación hidráulica en el software GESTAR

Coste Tramos					
	MATERIAL	TIMBRAJE	D NOMINAL	PRECIO UNIT	LONGITUD
1	PVC_UF	PN7_5	63	2,78	367,71
2	PVC_UF	PN7_5	75	4,12	567,48
3	PVC_UF	PN7_5	90	5,61	171,61
4	PVC_UF	PN7_5	110	6,02	1013,11
5	PVC_UF	PN7_5	140	10,27	812,98
6	PVC_UF	PN7_5	160	13,39	841,89

Fuente: Software GESTAR Premium (2014) – Características técnicas de tuberías

En la Figura 23 se presenta la red de tuberías primarias y secundarias con sus respectivos diámetros, también se puede observar la capacidad y ubicación del reservorio.

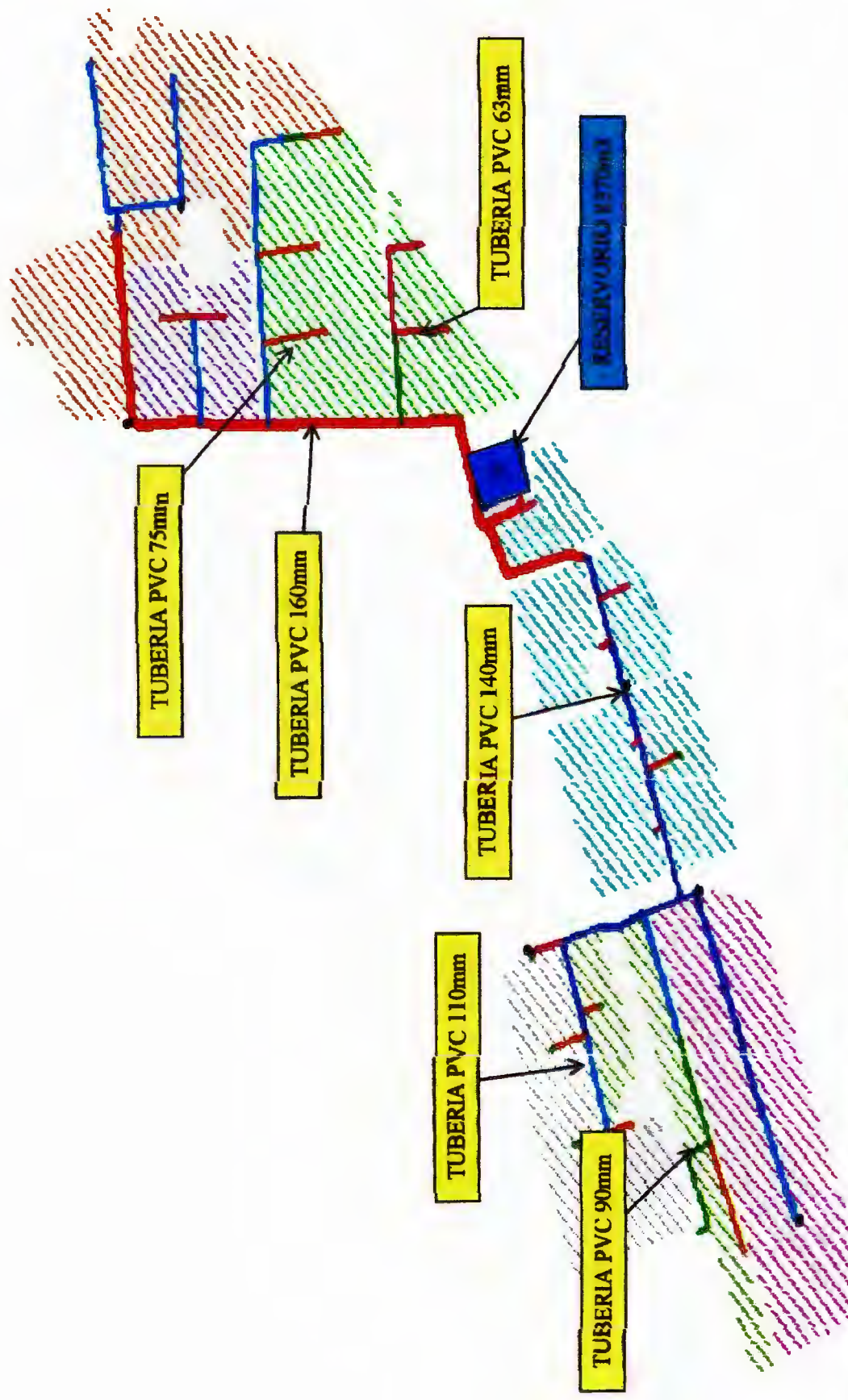


Figura 23: Esquema hidráulico del dimensionamiento de tuberías en la red matriz

Fuente: Elaboración propia. (2014)

d) Diseño del arco de riego

El sector del sistema de riego de Frutales y Fundo se diseñó para ser manejado con 39 arcos de riego, 4 controlados por válvulas hidráulicas de 3" (VH3"-II (1u), VH3"-III (3u)); 35 arcos de riego controlados con válvulas hidráulicas de 2" (VH2"-I (11u), VH2"-II (7u), VH2"-III (10u) y VH2"-IV (7u)) ; y un hidrante de 3".

Se consideró el uso de válvulas hidráulicas de 2" y 3", con diafragmas de cierre directo, activadas por presión de la red o presión neumática, se seleccionó válvulas de 2" para caudales no mayores de 7 l/s y válvulas de 3" para caudales no mayores de 12l/s, contarán con piloto regulador de presión de material plástico con rango de operación de 10 a 50 m.c.a., también con válvula 3 vías y galit hidráulico

- **Arco riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" Tipo I (VH3"-I):** fue conformado por una válvula hidráulica de paso amplio de 3", una válvula de aire cinética 1" para la controlar el efecto de succión de las mangueras de riego, un punto de prueba de presión manométrica y accesorios de Polipropileno y PVC.

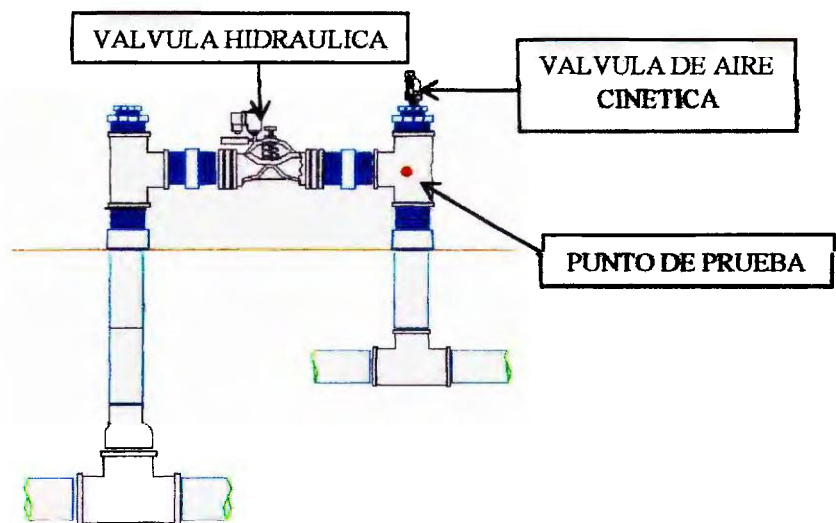


Figura 24: Arco riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" Tipo I (VH3"-I)

Fuente: Elaboración propia (2014)

- **Arco riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" Tipo II (VH3"-II):** fue conformado por una válvula hidráulica de paso amplio de 3", una válvula de aire doble efecto de 2" para purgar las burbujas de aire a nivel de red, una válvula de bola PVC doble universal 2" para realizar el desfogue y limpieza de red, una válvula de aire cinética 1" para controlar el efecto de succión de las mangueras de riego, un punto de prueba de presión manométrica y accesorios de Polipropileno y PVC.

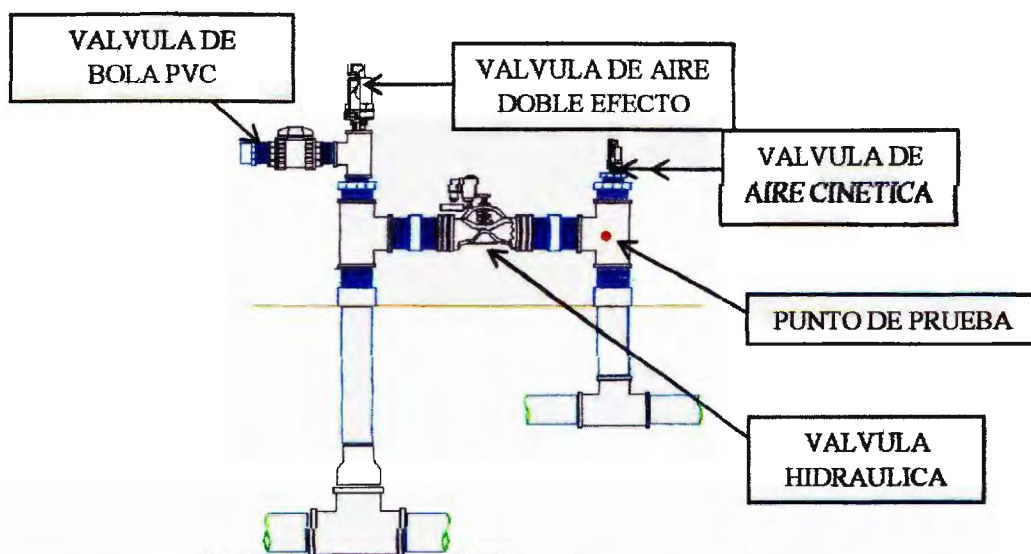


Figura 25: Arco riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" Tipo II (VH3"-II)

Fuente: Elaboración propia (2014)

- **Arco riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" Tipo III (VH3"-III):** fue conformado por una válvula hidráulica de paso amplio de 3", una válvula de bola PVC doble universal 2" para realizar el desfogue y limpieza de red, una válvula de aire cinética 1" para controlar el efecto de succión de las mangueras de riego, un punto de prueba de presión manométrica y accesorios de Polipropileno y PVC.

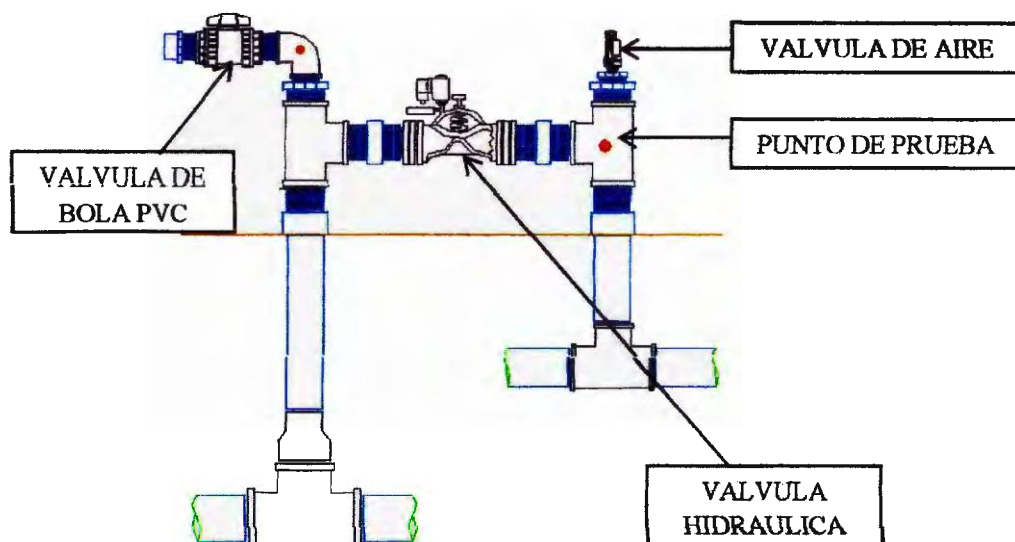


Figura 26: Arco riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" Tipo III (VH3"-III)

Fuente: Elaboración propia (2014)

- **Arco riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" Tipo IV (VH3"-IV):** fue conformado por una válvula hidráulica de paso amplio de 3", una válvula de aire doble efecto de 2" para purgar las burbujas de aire a nivel de red, una válvula de aire cinética 1" para controlar el efecto de succión de las mangueras de riego, un punto de prueba de presión manométrica y accesorios de Polipropileno y PVC.

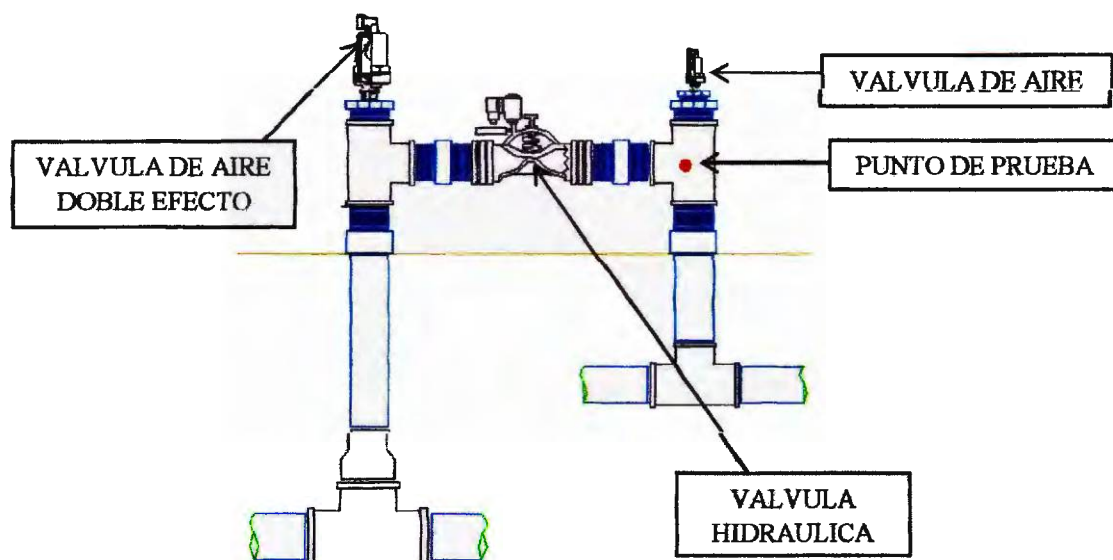


Figura 27: Arco riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" Tipo IV (VH3"-IV)

Fuente: Elaboración propia (2014)

- **Hidrante de riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" (H3")**: fue conformado por una válvula hidráulica de paso amplio de 3 y accesorios de Polipropileno y PVC.

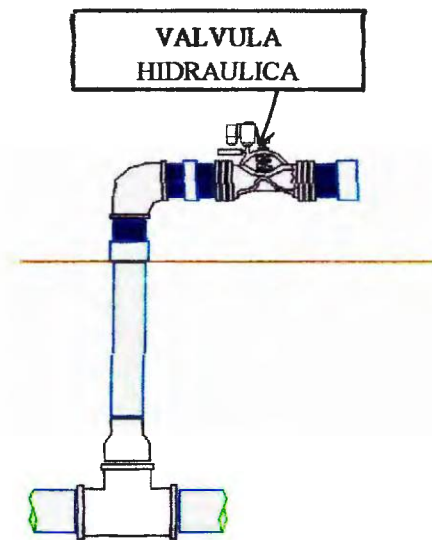


Figura 28: Hidrante de riego PVC 90mm C/válvula hidráulica 3" (H3")

Fuente: Elaboración propia (2014)

e) **Requerimiento de presión del sistema**

El requerimiento de presión se obtuvo de la suma de la presión en la subunidad, **perdida en el arco de riego, perdida en la matriz, perdida en los accesorios (10%), perdida en el cabezal de riego, desnivel topográfico, profundidad de reservorio y factor de seguridad (10%).**

- En el Cuadro 27 se puede observar que la subunidad perteneciente a la válvula 13 – turno II requirió una presión máxima de 12.15m y la subunidad perteneciente a la válvula 35 – turno VI requirió una presión mínima de 10.99m, entre esos dos valores de presión variaron los requerimientos de presión de las demás subunidades
- La pérdida de carga en el arco de riego se consideró el valor de 2.5m.
- La pérdida de carga en la matriz dependió del diámetro de la tubería y longitud del tramo, el turno VII fue el más lejano al cabezal de riego y fue el que presentó mayor pérdida de carga en la matriz de 17.34m.

- Se asumió 10% de pérdida de carga en los accesorios y 10m en el cabezal de riego.
- El desnivel topográfico fue la diferencia de posición de cada válvula sobre la estación de bombeo, en el Cuadro 27 se observó que el turno I, II y IV se encuentra en contra de la pendiente del terreno.
- Se consideró profundidad de reservorio por que la bomba se encuentra 4m debajo del nivel del cabezal de riego.
- El factor de seguridad considerado fue de 10%.
- En el Cuadro 27 se observa que el requerimiento de presión máxima fue de 47.5mca perteneciente al turno VII.

Cuadro 27: Calculo de carga dinámica total

CALCULO DEL CDT							
PARAMETRO	PERDIDA (m.c.a.)						
	I - v5	II - v13	III - v22	IV - v8	V - v30	VI - v35	VII - v39
Presión en subunidad	11,78	12,15	11,13	11,81	12,01	10,99	12,06
hf arco de riego	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
hf en Matriz	8,88	10,45	5,43	7,09	12,45	16,30	17,34
hf en accesorios (10%)	0,89	1,04	0,54	0,71	1,25	1,63	1,73
hf en Cabezal De riego	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Desnivel Topográfico	4,25	2,70	-1,75	2,25	-5,40	-5,25	-4,50
Profundidad de reservorio (Bomba sumergible)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Factor de Seguridad (10%)	3,40	3,61	2,96	3,21	3,82	4,14	4,36
TOTAL	45,70	46,45	34,82	41,57	40,62	44,31	47,50

Fuente: Elaboración propia (2014)

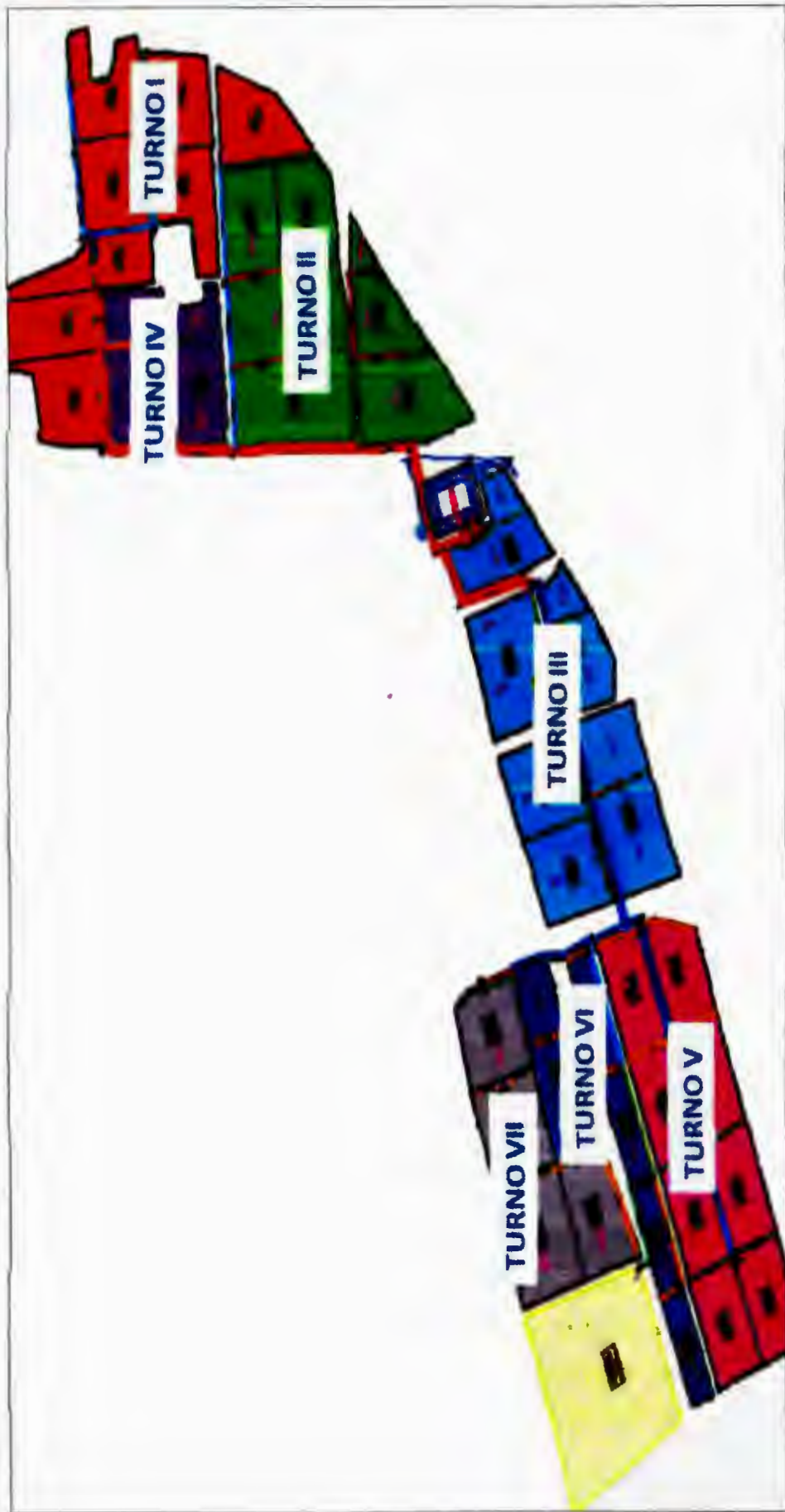


Figura 29: Esquema de la distribución de turnos de riego en los campos de Frutales y Fundo
Fuente: Elaboración propia (2014)

5.4.3. Diseño del cabezal de riego

A. Sistema de filtrado

El sistema incluyo un cabezal de filtrado con filtros primarios, conformados por seis (6) filtros de grava de 30”(entrada y salida vitaulic) con una capacidad diseño de 25 m³/h cada uno y filtros secundarios compuestos por cuatro (4) filtros de anillas automático de 3” de diámetro, vitaulico con efecto helicoidal con una capacidad de diseño 30 m³/hora cada uno.



Figura 30: Tanque de grava de la marca AMIAD

Fuente: AMIAD Manual de Operación y Mantenimiento

B. Sistema fertilización

El equipo de fertilización diseñado fue compuesto por un (01) inyector hidráulico tipo Venturi de 2” (con accesorios de conexión y válvula oblicua de 2”), se seleccionó una electrobomba centrífuga de 8.6 HP. Además se escogió un filtro de anillas de 3”, para minimizar los sedimentos de mezcla de fertilización, así como también tres tanques de plástico de 1000 litros (tipo vaso), para realizar las mezclas de fertilizantes.

C. Sistema control

El sistema de control considerado para cada cabezal de filtrado, se contempló un medidor de caudal de 6" fabricado en metal, válvula reguladora y sostenedora de presión de 6", ambos con presión máxima de trabajo de 16 bares, y caudal nominal de 250 m³/hr, con pérdidas de carga mínimas del orden de los 0,2 a 0,3 m.c.a; una válvula mariposa de 6", una válvula de check de 6" y una válvula de alivio de 2" en la descarga de la bomba para el control de sobre presiones de hasta 50 m.c.a., cuatro manómetro de glicerina (0 - 10 bares) en el cabezal y uno en campo, cuatro válvulas de aire doble efecto de 2".

5.4.4. Requerimiento de potencia del sistema y selección de bomba

La altura dinámica total máxima (ADT) fue de 47.50m.c.a, con una caudal máximo de 29.11 l/s, dicho caudal fue dividido por dos (02) bombas turbina vertical en paralelo, accionado por un motor eléctrico trifásico con una potencia máxima de 19.23 KW, cada unidad de bombeo con una eficiencia de trabajo del 78% y factor de servicio de 1.15 sobre la potencia calculada de la unidad de bombeo.

Las curvas de selección de la unidad de bombeo se definen en los catálogos técnicos adjuntos en el Anexo 9.5-A

Cuadro 28: Requerimiento de potencia de la unidad de bombeo por turno de riego

DESCRIPCION	UND	REQUERIMIENTO DE POTENCIA DE LA UNIDAD DE BOMBEO							MAXIMA CAPACIDAD
		TURNO I V5	TURNO II V13	TURNO III V22	TURNO IV V8	TURNO V V30	TURNO VI V35	TURNO VII V39	
CAUDAL DEL TURNO	(l/s)	29,11	27,50	26,78	14,75	26,72	26,25	27,41	29,11
	(m ³ /h)	104,80	99,00	96,41	53,10	96,19	94,50	98,68	104,80
ADT CALCULADO	(m.c.a)	45,70	46,45	34,82	41,57	40,62	44,31	47,50	47,50
POTENCIA DE CADA BOMBA	(KW)	16,72	16,06	11,72	7,71	13,64	14,62	16,36	16,72
POTENCIA POR CADA MOTOR	(KW)	19,23	18,47	13,48	8,86	15,69	16,81	18,82	19,23
<i>*Eficiencia Bomba</i>	78%								
<i>*Factor de Servicio</i>	1.15								
<i>Final</i>									

Fuente: Elaboración propia (2014)

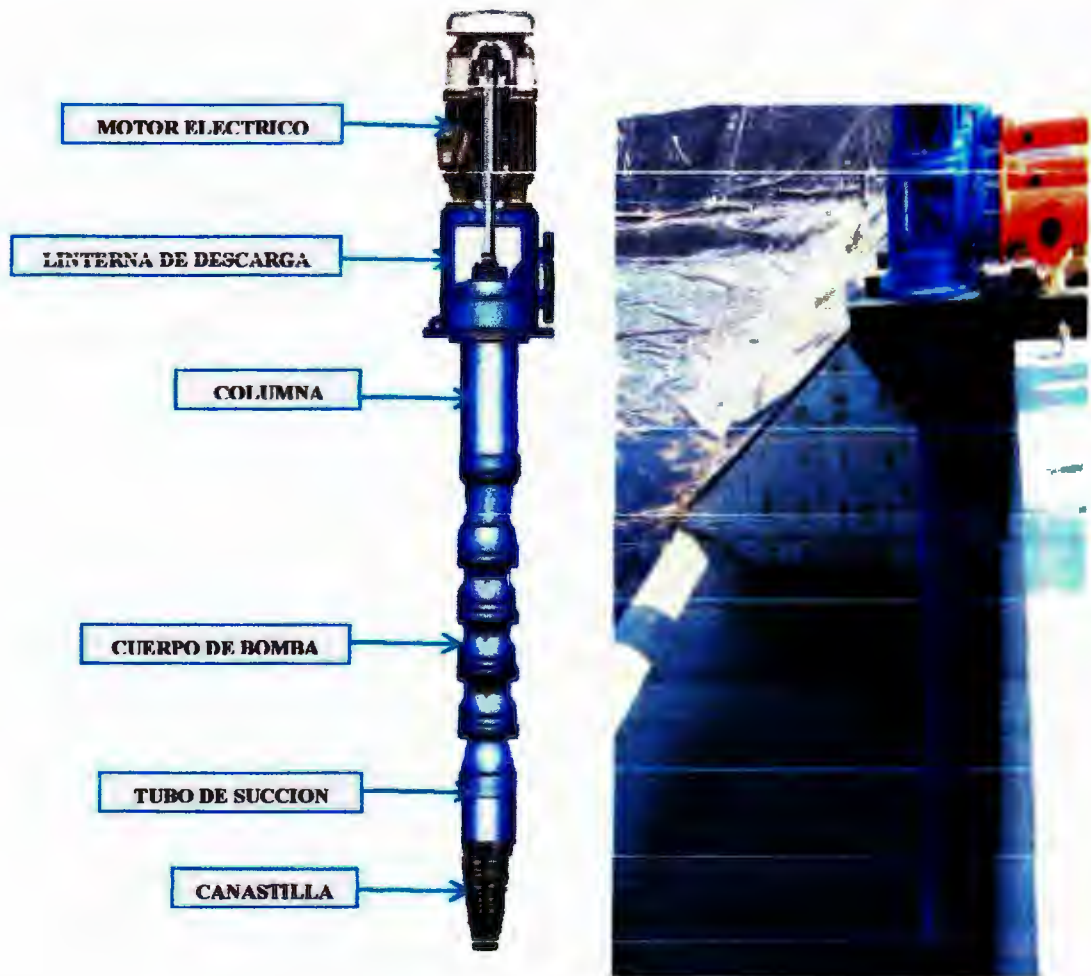


Figura 31: (a) Componentes de la bomba vertical, (b) Vista de perfil
(a) (b)

Fuente: Manual de Operación y mantenimiento - HIDROSTAL (2010)

5.5. Costos unitarios, metrados y presupuesto de instalación del sistema de riego por goteo

En el Cuadro 29 se presenta el costo de inversión parcial y total del sistema de riego por goteo para 26.44 has de palto, maíz amarillo duro, frejol castilla y algodón, elaborado a partir de costos unitarios por ítem. El principal costo involucrado en el proyecto de riego **correspondió a la construcción del reservorio con S./193 148.56 el cual representa un 23.82 % de la inversión.**

El costo del proyecto sin considerar instalación de cultivos asciende a la suma de S./ 1 013 703 ,64 nuevos soles, dichos costos incluyen los gastos generales (8%), utilidad (10%) y el Impuesto General a las Ventas (18%).

Desde el punto de vista de inversión, le siguen en importancia, el reservorio, el **sistema de filtrado**, suministro e instalación de laterales y accesorios, automatización del sistema de riego, caseta de bombeo, suministro e instalación de matrices, secundarias y accesorios.

El costo por hectárea correspondiente a las obras civiles fue S./ 12 444.7 nuevos soles, sistema de riego S./13 973.29 y Suministro de instalación de energía eléctrica S./1 117.05.

Cuadro 29: Presupuesto de sistema de riego, distribución porcentual y costo por ha

Nº	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	COSTO TOTAL (S./)	PORCENTAJE (%)	COSTO/HA
1.	Obras civiles	Resaca vortio	193.148,56	26,53%	12444,70
		Caseta de bombeo	80.000,00	10,99%	
		Obras civiles	55.889,19	7,68%	
2.	Sistema de riego	Sistema de filtrado, fertilización y bombeo	154.880,50	21,27%	13973,29
		Suministro e instalación de tuberías matrices, secundarias y accesorios	49.322,52	6,77%	
		Suministro e instalación de laterales y accesorios	151.918,59	20,87%	
		Prueba hidráulica de tuberías	5.994,17	0,82%	
		Obras preliminares y provisionales	7.337,88	1,01%	
		Suministro de instalación eléctrica	29.534,76	4,06%	
3.	Energía eléctrica				1117,05
Costo directo			728.026,17	100,00%	27535,03
Costos generales (8%)			58.242,09		
Utilidad (10%)			72.802,62		
ICV (18%)			154.632,76		
Total			1.013.703,64		

Fuente: Elaboración propia (2014)

5.6. Operación y mantenimiento del Sistema de Riego

A continuación se detalla para cada tipo de obra y equipo de riego, recomendaciones para los procedimientos a seguir en la operación y mantenimiento del sistema.

A. CANALES DE INGRESO

Operación: Consiste en la apertura y cierre de las compuertas metálicas tipo Amco, para el ingreso de agua al reservorio.

El reservorio de Frutales cuenta con dos canales de ingreso:

- a) Derivación del canal Bajo, caudal de entrada 0.3 m³/s
- b) Derivación del canal Alto, caudal de entrada 0.3 m³/s

La apertura de las compuertas se realizara los días miércoles de 1:00AM a 5:00PM por el Canal Bajo y los días jueves de 8:00AM a 12:00PM por el Canal Alto.

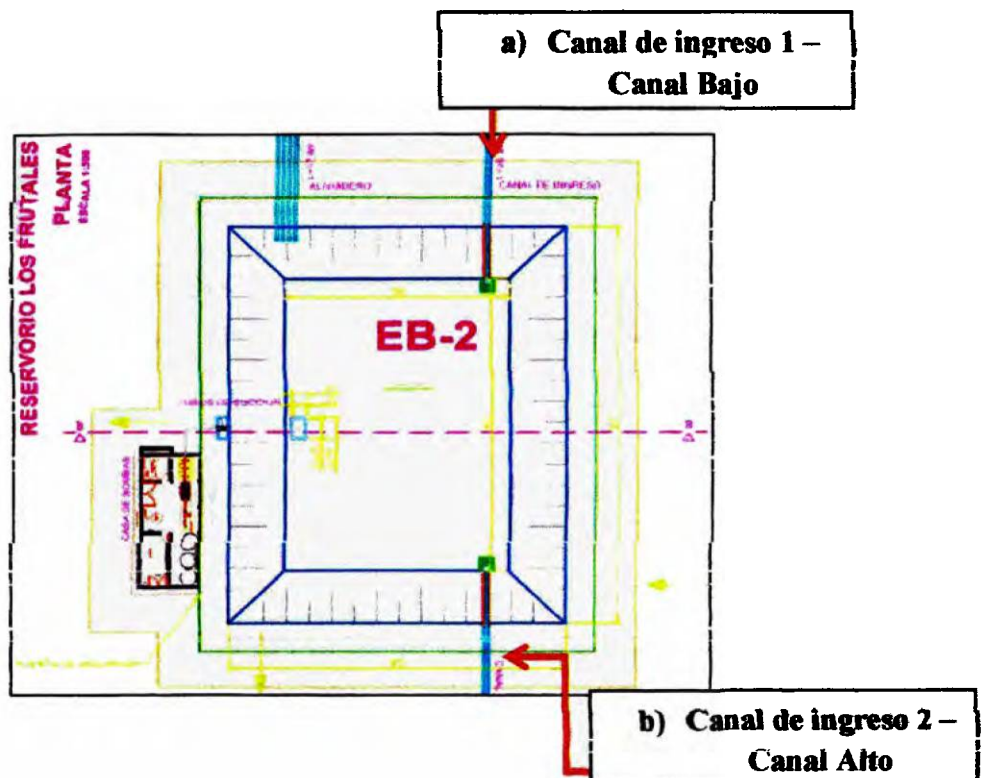


Figura 32: Ubicación de los canales de entrada al reservorio de Frutales

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento: Se realiza las siguientes labores con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en el manejo de las compuertas metálicas y canales de ingreso.

- Engrasado de los dispositivos de apertura de compuertas (mensualmente).
- Pintado de los elementos metálicos con pintura anticorrosiva (mensualmente).
- Inspección minuciosa de la unidad, resane de deterioros en la estructura y reparación o cambio de compuertas (anualmente).
- Resane de las grietas en las losas de concreto. Los agrietamientos o erosiones se reparan empleando morteros de cemento – arena, picando y limpiando previamente los agrietamientos y aplicando una lechada de agua cemento sobre el concreto viejo antes de colocar el mortero.

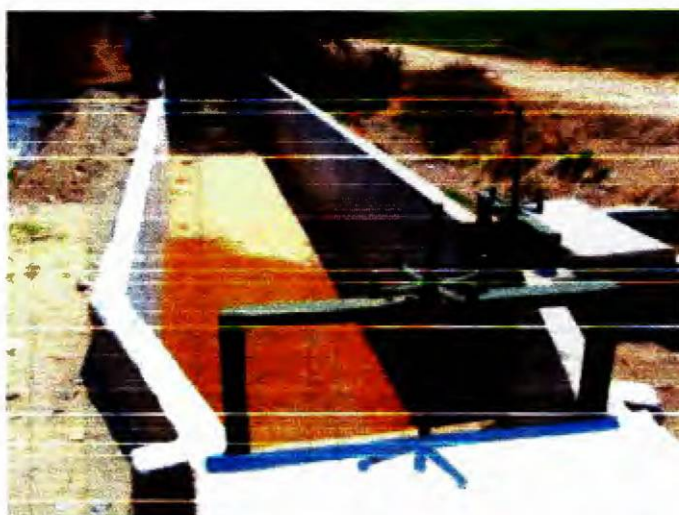


Figura 33: Limpieza y mantenimiento de canal y compuerta

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de Sistema de riego por goteo- AECID (2010)

B. RESERVORIO

Los reservorios son estructuras que sirven para almacenar el agua y garantizar el riego durante el día.

Operación: Para poner en operación el llenado del reservorio se debe abrir las compuertas de entrada, el turno de llenado está comprendido entre los días miércoles de 1.00pm-5.00pm y los días jueves de 8.00am-12.00pm. El tiempo de llenado es de 8 horas.

En el siguiente Cuadro 30 se aprecia la operación de llenado del reservorio de Frutales y otros reservorios proyectados.

Cuadro 30: Cuadro de operación para el llenado de reservorios proyectados de La UNALIM

Jardines - Huerto	Reservorio I de Geomembrana PVC (*)	9,372	9,372	1,080	8,7	Canal Bajo			8:00AM-5:00PM	
Jardines - Huerto	Reservorio II de Geomembrana PVC (*)	9,372	0	1,080	0,0	Canal Bajo			8:00AM-5:00PM	
Plantas	Reservorio III de Geomembrana PVC (*)	9,372	9,372	1,080	7,8	Canal Bajo	Canal Bajo		8:00AM-5:00PM	8:30AM-9:30AM
Ornamentales	Reservorio IV de Geomembrana PVC	5,000	1,400	540	2,6			Canal Alto		1:00PM-5:00PM
Fundo	Reservorio VI de Geomembrana PVC	6,816	6,816	1,080	6,3		Canal Bajo o Canal Alto			12:00AM-5:00PM
TOTAL		38,930,1	25,938,1	4,360,0	25,3					

Fuente: Elaboración propia (2014)

Mantenimiento: Realizar una inspección minuciosa de los empalmes y uniones de la geomembrana, si se presenta perforaciones o roturas realizar la reparación o cambio de una determinada área del reservorio para el buen funcionamiento del sistema de riego.

Se deberá realizar limpiezas periódicas de la pared y el fondo del reservorio por lo menos una vez al año, dicha frecuencia dependerá de la calidad de agua y de las obras civiles ejecutadas antes del ingreso del mismo; dichos trabajos se tendrán que realizar con herramientas manuales con la debida precaución de no dañar la geomembrana, si en caso se utilizase equipo de bombeo de lodos se deberá tener todas las precauciones del caso para evitar el daño al geosintético.

La presencia de algas y mosquitos es un problema que afecta la calidad de agua de los reservorios, para evitar este problema se recomienda la crianza de tilapias.

C. Cabezal de riego

Se entiende por cabezal de riego o centro de control, al conjunto de equipos y elementos de riego utilizados para darle energía al sistema, filtrar el agua, fertilizar y controlar presiones y caudales.

a) Equipo del sistema de bombeo

El conjunto motor-bomba debe ser revisado rutinariamente para asegurarnos de su correcto funcionamiento. Entre los puntos importantes destaca:

- **Ruidos extraños:** Tanto bombas como motores producen un ruido característico cuando trabajan en condiciones óptimas. El ruido debe ser uniforme en el tiempo y libre de golpeteos. Cuando se originan ruidos extraños es un buen indicador de que algo anormal ocurre. En ese caso se debe detener el equipo y revisar el nivel de agua en la succión o el canastillo, que puede estar obstruido por basuras al interior de las bombas.

- **Vibraciones:** Una bomba bien instalada no debe presentar vibraciones. La vibración es un fenómeno físico que produce gran desgaste mecánico por lo que trabajar con un equipo en esas condiciones provocaría problemas en el futuro. Cuando estas se presentan, es posible que pequeñas piedras queden retenidas en el rodete de la bomba produciendo un desbalance en su rotación.
- **Temperatura del motor:** Los motores eléctricos aumentan su temperatura durante el funcionamiento. Cuando se tocan con la mano, la sensación de calor debe ser tibia y cuando la temperatura aumenta y quema es porque algo anormal ocurre.
- **Caudal de trabajo y presión:** El operador debe medir varias veces en el día la presión de funcionamiento del equipo y los caudales. Para ello se debe disponer de manómetros y medidores de caudal.

b) Sistema de filtrado

El problema más grave y frecuente en las instalaciones de riego localizado, son las obturaciones en los emisores que pueden ser goteros o mangueras de riego. Los filtros son elementos muy importantes ya que tienen la función de impedir impurezas en el agua de riego (algas, semillas, insectos, restos de hojas, pequeñas basuras, arena, etc). Cuando los emisores se tapan, aquellas plantas ubicadas cerca de donde ocurre el problema reciben muy poca agua y fertilizantes, por lo tanto, presentan problemas de crecimiento y producción.

En el cabezal de riego propuesto en el proyecto contempla 6 tanques de grava o media y 4 filtros de anilla, los cuales tienen un retrolavado automático.

i. Operación de los filtros de grava:

• **Modo de filtración**

Durante el proceso de filtración el agua no filtrada ingresa al sistema de filtración de media por medio del colector de entrada. El agua es filtrada a medida que fluye a través de la media y se descarga por medio del colector de salida.

Durante la filtración los puertos de entrada están abiertos y los puertos de contralavado están cerrados.

El agua fluye desde la parte superior. Sobre el difusor, hacia abajo a través de las capas de media, hacia la salida a través de las boquillas de difusión, localizadas en la parte inferior del filtro.

• **Modo de contralavado**

Durante el proceso de contralavado el puerto de entrada se cierra y el puerto de contralavado se abre, permitiendo que el agua fluya en sentido inverso dentro del filtro.

El agua filtrada presurizada proveniente de los otros filtros ahora fluye desde la parte inferior del filtro, levantando la media y liberando la suciedad y los residuos acumulados que son lavados hacia afuera a través de la válvula de contralavado y hacia el colector de drenaje.

Si la válvula de restricción de contralavado está ajustada correctamente, los restos serán lavados hacia afuera mientras la media, que es de una densidad superior a la de los residuos, permanecerá fluidificada dentro del tanque de media.

Únicamente se contralavará un filtro a la vez. El agua que está siendo usada para contralavar un filtro tiene que haber pasado a través de otro filtro o filtros de forma tal que el proceso de contralavado sea llevado a cabo con agua filtrada.

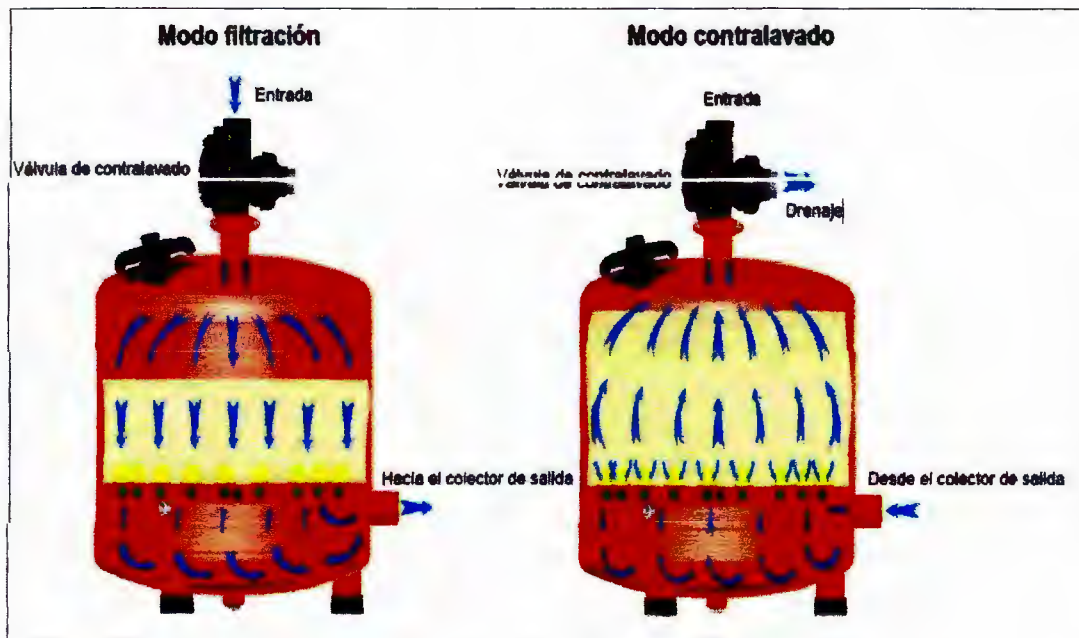


Figura 34: Esquema del proceso de filtración y contralavado

Fuente: AMIAD Manual de Operación y Mantenimiento

ii. Mantenimiento mensual de los filtros de grava

Verifique el nivel de grava

- Cierre la válvula principal que suministra agua a los filtros.
- Libere la presión de la batería abriendo la válvula de drenaje del colector de salida.
- Asegúrese de que la presión en la batería haya sido liberada verificando la indicación en el medidor de presión.
- Abra la tapa superior y verifique el nivel de la arena. Agregue media si fuera necesaria.
- Abra la válvula principal que suministra agua a los filtros.

Verifique las presiones de entrada y salida

- En caso de que la diferencia de presión este por encima de 5m.
- Active el controlavado automático de la batería de filtros de media.
- En caso de que la diferencia de presión permanezca alta, verifique por posibles fallas.
- Libere la presión de la batería abriendo la válvula de drenaje del colector de salida.

Al final de la temporada, los filtros tienen que ser desmontados con el fin de observar el desgaste de sus paredes interiores, aprovechando la oportunidad para realizar una aplicación de pintura antioxidante. En los filtros de grava se recomienda la limpieza y verificación de la arena del tanque una vez por año. Deberá verificarse que la grava no se encuentre redondeada o gastada por el flujo y la abrasión.

Adicionalmente, se recomienda sacar la arena, limpiarla con hipoclorito de sodio al 10% y después reponerla al tanque.

iii. Operación de los filtros de anillas:

- **Modo de filtración**

Durante el proceso de filtrado las anillas están comprimidas por la fuerza del resorte y diferencial de presión, lo que obliga al agua pasar por las estrías que hay entre las anillas ranuradas.

- **Modo de retrolavado**

Durante el proceso de retrolavado, el resorte de compresión queda liberado y desaparece el diferencial de presión. El embolo de la espina, libera la presión ejercida sobre las anillas. Los chorros tangenciales de agua limpia son impulsados de forma hidráulica a gran presión en dirección opuesta a través de las toberas situadas en el centro de la columna. Las anillas giran libremente, liberando los sólidos capturados. Los sólidos son expulsados de forma rápida y eficiente a través del drenaje.

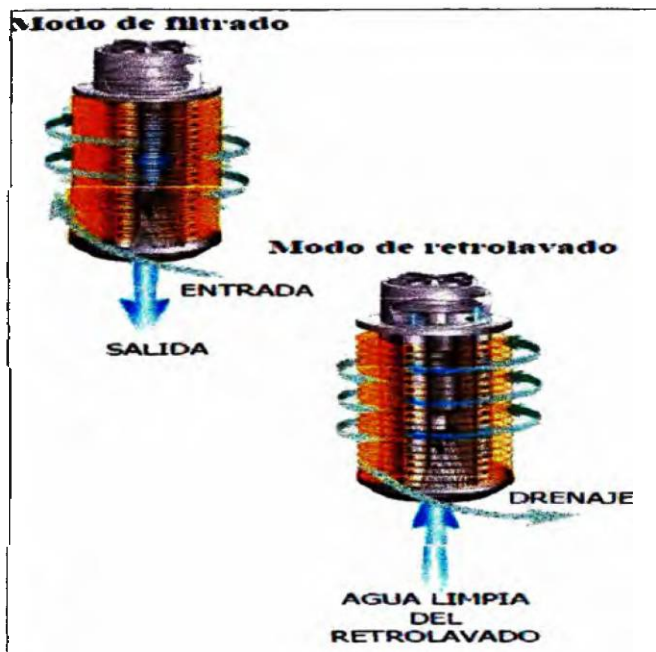


Figura 35: Esquema de proceso de filtración y retrolavado

Fuente: Guía técnica de ARKAL

iv. **Mantenimiento mensual de los filtros de anillas:**

Verifique las presiones de entrada y salida

- En caso de que la diferencia de presión este por encima de 5m.
- Active el retrolavado automático de la batería de filtros.
- En caso de que se mantenga alta la diferencia de presión verifique la existencia de posibles fallas.

Verifique que no haya pérdidas del colector de drenaje

- En caso de que haya pérdidas durante la etapa de filtrado, verifique posibles fallas en los sellos de la válvula de retrolavado.

Performance del controlador de retrolavados

- Verifique que los parámetros de tiempo del controlador estén correctamente ajustados y active el ciclo de retrolavado automático. En caso de fallas en el controlador de retrolavados verifique que no haya roturas.

Limpieza de filtros de comando

- Cierre la válvula de entrada del filtro de comando, libere la presión que hay en el filtro de comando, saque la cubierta. Limpie profundamente el elemento de filtrado y después reinstale el elemento del filtro de comando y su cubierta, luego abra la válvula de entrada.

Mantenimiento de filtros estacional

Cuando se requiera una limpieza manual de las anillas, seguir los siguientes pasos:

- Asegúrese de que no haya presión en el sistema. Afloje la abrazadera y retire la cubierta. (Figura 1,2)
- Desenrosque la tuerca mariposa en el elemento filtrado en el elemento de filtrado. (Figura 3)
- Retire el cilindro de sujeción. (Figura 4)
- Saque las anillas (se recomienda una bolsa plástica) (Figura 5, 6)
- Ate cada conjunto de anillas a una cuerda y colóquelas en una solución para su limpieza (Hcl, cloro u otros)
- Lave profundamente las anillas con agua limpia. (Figura 7)
- Reinserte las anillas en las espinas.
- Asegúrese de que en cada espina haya la cantidad correcta de anillas: cuando las anillas sean presionadas con las dos manos, la anilla tope debe estar al mismo nivel que el círculo impreso en el exterior de la espina. (Figura 8)
- Coloque el cilindro de sujeción y ajuste la tuerca mariposa, luego coloque la cubierta y ajuste la abrazadera. (Figuras 9, 10)

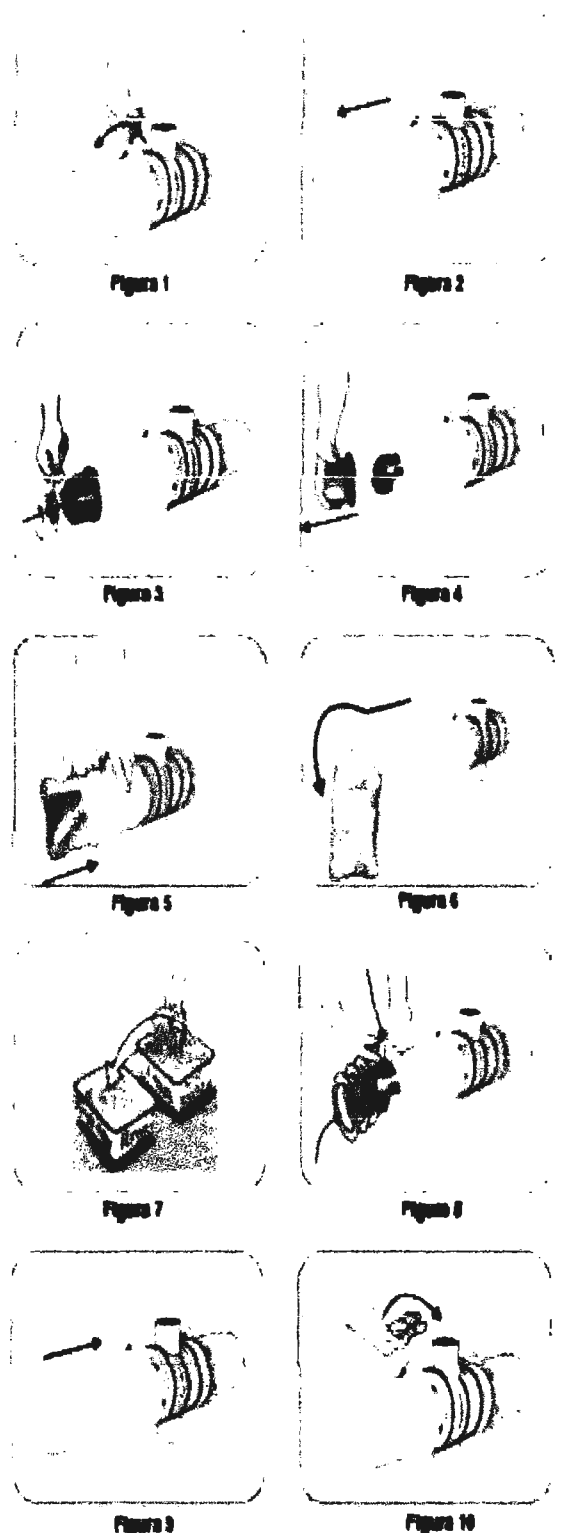


Figura 36: Pasos para la limpieza de filtros de anillas

Fuente: Guía técnica de ARKAL

c) Unidad de fertilización

Tanto los abonos principales como los microelementos que el cultivo necesita, cuando se utilizan estos sistemas, pueden ser incorporados en el agua de riego, siempre y cuando estos abonos sean solubles en agua. También pueden aplicarse ácidos, fungicidas y desinfectantes.

Operación: Una vez determinada el tipo de fertilizante y la cantidad a emplear, se debe preparar la solución en un tanque. El volumen de agua a utilizar esta en relación a la solubilidad del producto.

Mantenimiento: Todos los días se debe revisar el funcionamiento del sistema inyector de fertilizante, es importante evitar la acumulación de compuestos poco solubles en el fondo del estanque donde se prepara la solución madre. El «concho» se debe extraer tan pronto como este se acumule. Procurar que el operador utilice los elementos de protección adecuados para proteger sus manos, ojos y vestuario.

d) Aparatos de control y medición

Entre los elementos de regulación y control de flujo hay distintos tipos de válvulas: de paso, reguladoras de presión, retención (check), aire, eléctricas.

Mantenimiento: Es necesario realizar limpieza y chequeos periódicos de los orificios y membranas de las válvulas solenoides ya que tienden a fallar al tercero cuarto año de funcionamiento. Por otro lado, si la válvula solenoide no cierra bien, puede tratarse de una basura existente entre la membrana.

Para ello se debe proceder a desarmarla y lavarla interiormente con cepillo y agua limpia. Al armar la válvula, deberán reponerse las empaquetaduras que se hayan deteriorado.

En el proceso de armado, deberá tenerse la precaución de seguirla secuencia inversa al desarme y mantener las piezas internas en su posición original. Adicionalmente debe revisarse las conexiones eléctricas.

En relación a las válvulas de aire y alivio es necesario realizar limpieza y chequeos periódicos de los orificios y membranas, las que deben cambiarse si existe algún tipo de problema.

D. Tuberías de conducción principales

Las tuberías son las responsables de distribuir el agua por todo el sistema de riego, *las tuberías pueden ser de PVC, polietileno o fierro. Si la tubería ha sido calculada e instalada correctamente no debería presentar fallas.* Las tuberías más utilizadas en sistemas de riego presurizados son de PVC.

Mantenimiento: Cuando hay roturas o deficiencias en la instalación (tuberías mal pegadas, uniones tipo campana con la goma mordida), el agua sale humedeciendo toda el área afectada (falla pequeña) o en forma de chorro si la rotura es grande.

Las roturas y filtraciones, hay que repararlas inmediatamente. Como la tubería va enterrada, se debe descubrirla haciendo una excavación en forma muy cuidadosa para no romperla. Las fallas en las tuberías pueden ser pequeñas, en ese caso, se corta la sección dañada y se reemplaza por un trozo nuevo. Para tuberías de PVC, existen uniones especiales de reparación para diámetros de 63 mm o superiores. En fallas grandes, la tubería se raja por varios metros y en ese caso hay que reemplazar toda la tubería.

Para reducir el riesgo de taponamiento, tanto las tuberías matrices como las laterales de riego se deben “lavar”. El lavado consiste en abrir el tapón final de la tubería y dejar escurrir el agua por varios segundos para eliminar los residuos que se han acumulado.

E. Purga de Portalaterales

Las tuberías portalaterales llevan al final un elemento terminal que se denomina “purgador” cuya función es purgar y limpiar el tramo correspondiente.

Los purgadores se utilizan para limpiar el sistema (restos de materiales plásticos, tierra, etc.), una vez concluida la instalación. También al finalizar la temporada de riego, para los que no fueron filtrados y algunos tipos de algas que proliferan en las tuberías sin

necesidad de luz. El purgado se realiza con una presión adicional y por sectores, abriendo una válvula por vez.



Figura 37: Purga de tuberías portales laterales

Fuente: Manual de Supervisión de sistemas de riego tecnificado PSI (2007)

F. Laterales de riego o emisores

Operación y Mantenimiento: Todos los días se debe revisar el correcto funcionamiento de los laterales de riego y emisores. Cuando hay desperfectos en las laterales, ya sea por una rotura, desacople de uniones y emisores, hay pérdida de agua que no es utilizada en forma beneficiosa, se altera la distribución de presión dentro del sector de riego y la eficiencia de uniformidad disminuye. Estas fallas deben ser reparadas en forma inmediata para recuperar la eficiencia de uniformidad.

Cuando la lateral de polietileno presenta una rotura, se debe cortar la parte afectada y reemplazarla por una copla (unión).

El principal problema en el riego por goteo es el taponamiento de los emisores (principalmente algas y carbonatos). Se debe hacer aplicaciones continuas de ácidos para evitarlo, además de un purgado de las líneas regantes; especialmente después de la *aplicación de algún fertilizante por el sistema*.

a) Tratamiento de obstrucciones biológicas

La acumulación de algas es una causa para la obturación de goteros. Para el control de algas se realizan aplicaciones de hipoclorito sódico, compuesto con efecto biocida sobre algas y otros microorganismos que se encuentran en el agua de riego.

En la Figura 38 se observa la obturación del gotero a causa del crecimiento de algas y bacterias.

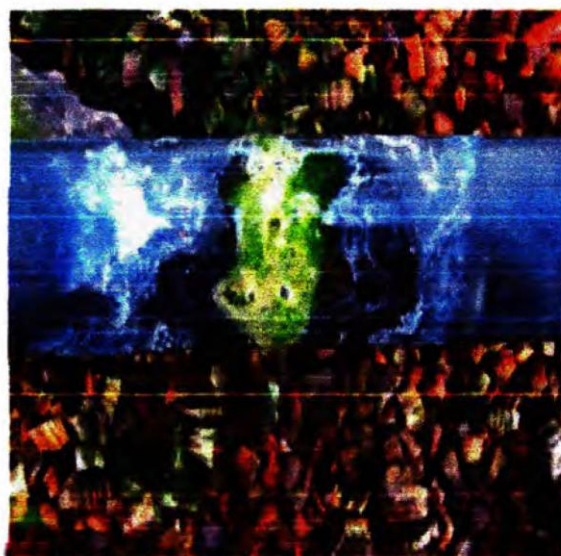


Figura 38: Gotero con crecimiento de algas y bacterias

Fuente: Manual de Mantenimiento de equipos de riego-Pilar Gil (2010)

- **Hipoclorito sódico**

Para mantener limpias las instalaciones se llevan a cabo aplicaciones frecuentes a la dosis de 5-10 cm^3/m^3 de agua de riego o inyecciones periódicas a la dosis de 100-200 cm^3/m^3 ; de agua. Es aconsejable que la inyección o el aporte de cloro se hagan a la entrada de agua a los filtros para prevenir el desarrollo de las algas en dichos filtros. Es conveniente realizar la aplicación al final del riego, dejando llena la instalación con el agua tratada y dejarla salir al inicio del siguiente riego.

Hay que tener en cuenta que las sales a base de cloro no han de mezclarse con ácidos en los tratamientos de la instalación, ya que se desprende gas de cloro muy peligroso. Asimismo estos productos no se aconseja que se mezclen con los fertilizantes.

b) Tratamiento de obstrucciones químicas

El carbonato de calcio precipita porque es una sal de muy baja solubilidad (0,031 g/l). Sin embargo, la solubilidad de esta sal varía fuertemente con el pH, aumentando considerablemente a pH ácidos.

En la Figura 39, Se observa la obturación del gotero a causa de la precipitación de carbonatos.

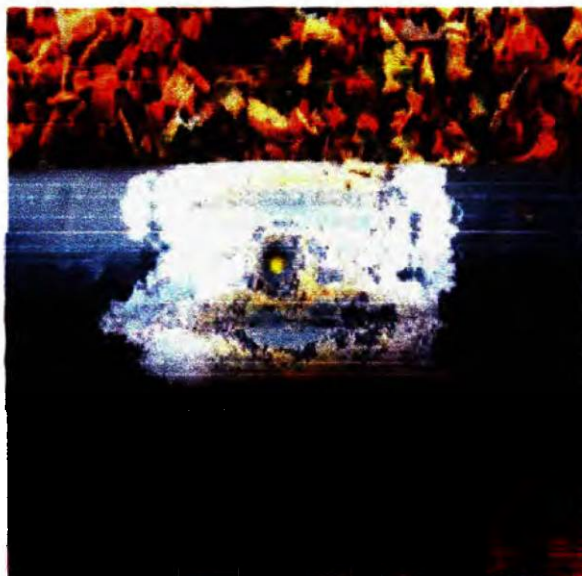


Figura 39: Gotero con depósito de calcio y magnesio

Fuente: Manual de Mantenimiento de equipos de riego-Pilar Gil (2010)

Para el control y tratamiento de las precipitaciones químicas hay que actuar de tres formas coordinadas entre sí:

- Corrección del pH para ajustarlo a niveles ligeramente ácidos, entre 5,5 y 6,5.
- Utilización de ácidos.

- Empleo racional de los fertilizantes.

- **Ácido nítrico**

Está indicado para prevenir las incrustaciones por precipitados de sales de calcio, hierro y magnesio, recomendándose aplicarlo solo y sin mezclarlo con los abonos.

Para prevenir las obstrucciones químicas se llevan a cabo tratamientos diarios durante unos 10 minutos a dosis de 100-300 cc/m³ de agua. Con ello pretendemos mantener en las conducciones un pH ligeramente ácido (6-6,5), factor importante para prevenir la formación de precipitados químicos.

- **Ácido fosfórico**

Se emplean frecuentemente los fabricados con el 40 y 50 por ciento de riqueza en P₂O₅. Es un producto muy acidificante, usado con frecuencia en concentraciones de 0,25-0,5 cc/litro de agua. Previene los precipitados y disminuye los problemas de obturación en los emisores al limpiar las incrustaciones por oclusiones calcáreas y magnésicas. Se debe usar solo, sin mezclar con abonos, no sobrepasando dicha concentración por la posibilidad de reaccionar con el calcio y magnesio del agua de riego y producir precipitados de fosfatos de calcio y magnesio.

- **Ácido clorhídrico**

A temperatura ordinaria el CIH puro es un líquido incoloro de sabor picante y muy soluble en agua.

Se utiliza el ácido diluido al 32 por ciento y al 36 por ciento en tratamientos preventivos y cuando se manejan aguas bicarbonatadas, dependiendo la dosis de la dureza del agua a tratar. Consiste en aplicar con frecuencia cantidades de 0,5-1 cc de ácido por

metro cúbico de agua. Cuando ya hay precipitados químicos formados se ha de realizar un tratamiento corrector con ácido solo, a la dosis de 5-10 cc de ácido por litro de agua, dirigido a limpiar la instalación y manteniendo la solución en los goteros y conducciones durante varias horas, lavando después con agua limpia. Hay que tener en cuenta que su empleo en aguas cuya concentración de hierro equivalente sea superior a 0,2 gramos por metro cúbico de agua puede producir cloruros férricos insolubles.

Cuadro 31: Aplicación de ácidos

AGENTE CAUSANTE	ACIDO A APLICAR	DOSIS
Algas	Hipoclorito de sodio	5 – 10 cm ³ /m ³ de agua
Carbonatos	Ac. Nítrico	100 – 300 cm ³ /m ³ de agua
	Ac. Fosfórico	0.25 – 0.5 cm ³ / litro de agua
	Ac. Clorhídrico	0.5 – 1.0 cm ³ /m ³ de agua

Fuente: Manual de Limpieza y Mantenimiento de sistemas de riego por goteo-JoseReche (2008)

c) Lavado de laterales

El lavado de las laterales se realiza mientras se riega los campos para tener suficiente presión, es una buena práctica para eliminar los limos y arcillas que se van depositando en las líneas de riego.



Figura 40: Goteros obstruidos por arcilla en suspensión
Fuente: Manual de Mantenimiento de equipos de riego-Pilar Gil (2010)



Figura 41: Limpieza de laterales de riego
Fuente: Manual de Supervisión de sistemas de riego tecnificado PSI (2007)

G. Manejo y control de riego

En cualquier sistema de riego es primordial llevar un continuo monitoreo de la humedad en el suelo. Para evitar que el cultivo sufra algún estrés hídrico y se refleja en la cosecha o que este sea irrigado en exceso.

Métodos para determinar las necesidades de agua de la planta

- **Medición Gravimétrica**
- **Tensiómetros**
- **Sensores Resistivos**

5.7. Evaluación Económica

Se determinó la inversión, los presupuestos del proyecto, estimando con ellos los estados financieros con los cuales se realizara la evaluación económica para un periodo de 10 años seguida del análisis de sensibilidad de las principales variables de proyecto. Los montos están expresados en nuevos soles (S/).

5.7.1. Inversión

A continuación se detallan las inversiones que se requieren para la puesta en marcha del proyecto.

A. Inversión en activos tangibles

La inversión en activos tangibles considerada para el proyecto asciende a S/ 1 197 206.69 nuevos soles, los cuales se dividieron en la adquisición de equipos de sistema de riego, reservorio, caseta de bombeo, suministro de energía eléctrica, plantones de palto y herramientas.

Cuadro 32: Inversión Tangible

Inversion Tangible	Costo (S/.)	Porcentaje (%)
Equipos de sistema de riego	592247,38	54,2%
Reservorio	268940,05	24,6%
Infraestructura (caseta de bombeo)	111392,00	10,2%
Suministro de energia electrica	41124,20	3,8%
Plantones	74929,92	6,9%
Herramientas	4202,80	0,4%
COSTO TOTAL (S./)	1092836,36	100,0%

Fuente: Elaboración propia (2014)

B. Inversión en activos intangibles

La inversión en activos intangibles requerida fue S./ 104 370.41 nuevos soles, que correspondió a los concepto de gastos de trasplante, siembra y acondicionamiento de terreno.

Cuadro 33: Inversión Intangible

Inversion Intangible	Costo (S.)	Porcentaje (%)
Abonamiento y trasplante	11983,86	11%
Siembra (Trazado, estacado, apertura de hoyos, otros)	76175,75	73%
Acondicionamiento de terreno	16210,80	16%
COSTO TOTAL (S.)	104370,41	100%

Fuente: Elaboración propia

C. Inversión total

La inversión total ascendió a la suma de S./ 1312440.11 nuevos soles.

Cuadro 34: Inversión total

Inversion Total	Costo (S.)	Porcentaje (%)
Inversion Tangible	1092836,36	91%
Inversion Intangible	104370,41	9%
COSTO TOTAL (S.)	1197206,77	100%

Fuente: Elaboración propia

5.7.2. Presupuesto de ingresos y egresos

A. Presupuesto de ingresos

El plan de producción nos permitió conocer el año en que empieza la producción y los volúmenes por hectárea.

En el Cuadro 35 se puede apreciar que la producción del palto es a partir del tercer año con un rendimiento de 4 000kg/ha y al décimo año alcanza valores de producción de 18 000kg/ha.

Cuadro 35: Rendimiento promedio de palto

RENDIMIENTO PROMEDIO - PALTO				
ÁREA:	15,01 has		Marco de plantación 4 x 6	
AÑO	N.º ARBOL/HA	N.º ARBOL/15,01 HAS	KG/HA	KG-15,01 HA
1	416,00	6244,16		
2	416,00	6244,16		
3	416,00	6244,16	4000,00	60040,00
4	416,00	6244,16	6000,00	90060,00
5	416,00	6244,16	10000,00	150100,00
6	416,00	6244,16	12000,00	180120,00
7	416,00	6244,16	15000,00	225150,00
8	416,00	6244,16	18000,00	270180,00
9	416,00	6244,16	20000,00	300200,00
10	416,00	6244,16	18000,00	270180,00

Fuente: Elaboración propia (2014)

El cultivo de maíz amarillo duro tiene una campaña por año (6 meses), el tiempo que resta se cultiva papa (5 meses), en el Cuadro 36 se puede apreciar que el rendimiento de producción para el maíz amarillo duro fue de 12 000kg/ha y para la papa de 40 000kg/ha.

Cuadro 36: Rendimiento promedio de Maíz amarillo duro y papa

RENDIMIENTO PROMEDIO - MAÍZ AMARILLO DURO			RENDIMIENTO PROMEDIO - PAPA VARIEDAD ÚNICA		
ÁREA:	4,81 has		ÁREA:	4,81 has	
AÑO	KG/HA	KG-4.81 HA	AÑO	KG/HA	KG-4.81 HA
1	12000,00	57720,00	1	40000	192400,00
2	12000,00	57720,00	2	40000	192400,00
3	12000,00	57720,00	3	40000	192400,00
4	12000,00	57720,00	4	40000	192400,00
5	12000,00	57720,00	5	40000	192400,00
6	12000,00	57720,00	6	40000	192400,00
7	12000,00	57720,00	7	40000	192400,00
8	12000,00	57720,00	8	40000	192400,00
9	12000,00	57720,00	9	40000	192400,00
10	12000,00	57720,00	10	40000	192400,00

Fuente: Elaboración propia (2014)

El cultivo de frejol castilla tiene una campaña por año (6 meses) y el tiempo que resta se cultiva pallar, en el Cuadro 37 se puede apreciar que el rendimiento de producción para el frejol castilla y pallar fue de 3500kg/ha.

Cuadro 37: Rendimiento promedio del frejol castilla y pallar

RENDIMIENTO PROMEDIO- FREJOL CASTILLA			RENDIMIENTO PROMEDIO- PALLAR		
AREA:	1,89/has		AREA:	1,89/has	
AÑO	KG/HA	KG-1,89 HA	AÑO	KG/HA	KG-1,89 HA
1	3500	6615,00	1	3500	6615,00
2	3500	6615,00	2	3500	6615,00
3	3500	6615,00	3	3500	6615,00
4	3500	6615,00	4	3500	6615,00
5	3500	6615,00	5	3500	6615,00
6	3500	6615,00	6	3500	6615,00
7	3500	6615,00	7	3500	6615,00
8	3500	6615,00	8	3500	6615,00
9	3500	6615,00	9	3500	6615,00
10	3500	6615,00	10	3500	6615,00

Fuente: Elaboración propia (2014)

El cultivo de algodón tiene una campaña por año (7 meses), en el Cuadro 38 se puede apreciar que el rendimiento fue de 95qqr/ha.

Cuadro 38: Rendimiento promedio de algodón

RENDIMIENTO PROMEDIO- ALGODON		
AREA:	2,96/has	
AÑO	qqr/HA	qqr-2,96 HA
1	95	281,20
2	95	281,20
3	95	281,20
4	95	281,20
5	95	281,20
6	95	281,20
7	95	281,20
8	95	281,20
9	95	281,20
10	95	281,20

Fuente: Elaboración propia (2014)

En el Cuadro 39 se muestra los ingresos proyectados para un periodo de 10 años por cada cultivo propuesto, los cálculos se realizaron en base a los rendimientos promedios y precios por kilogramos producido

Cuadro 39: Ingresos Proyectados para el periodo de 10 años

CONCEPTO		INGRESOS PROYECTADOS (MIL DÓLARES)									
Unid.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pallo	Kg	60040,00	90060,00	150100,00	180120,00	225150,00	300200,00	300200,00	300200,00	270180,00	
Venta de Pallo	S./ x Kg.	1,90	2,00	1,90	2,10	2,20	2,10	2,10	2,10	2,00	
SUBTOTAL		114076,00	180150,00	284290,00	378252,00	495330,00	630420,00	630420,00	630420,00	540360,00	
CONCEPTO		INGRESOS PROYECTADOS (MIL DÓLARES)									
Unid.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Maiz amarillo	Kg.	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	
Venta de Maiz	S./ x Kg.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
SUBTOTAL		57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	
CONCEPTO		INGRESOS PROYECTADOS (MIL DÓLARES)									
Unid.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Papa unica	Kg.	192400,00	192400,00	192400,00	192400,00	192400,00	192400,00	192400,00	192400,00	192400,00	
Venta de Papa	S./ x Kg.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
SUBTOTAL		115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	
CONCEPTO		INGRESOS PROYECTADOS (MIL DÓLARES)									
Unid.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Frejol castilla (sevilla)	Kg.	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	
Venta de Frejol castilla	S./ x Kg.	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	
SUBTOTAL		46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	
CONCEPTO		INGRESOS PROYECTADOS (MIL DÓLARES)									
Unid.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pallar (sevilla)	Kg.	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	6615,00	
Venta de Pallar	S./ x Kg.	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	
SUBTOTAL		46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	
CONCEPTO		INGRESOS PROYECTADOS (MIL DÓLARES)									
Unid.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Algodón	qqr	281,20	281,20	281,20	281,20	281,20	281,20	281,20	281,20	281,20	
Venta de Algodón	S./ x qqr	344,00	344,00	344,00	344,00	344,00	344,00	344,00	344,00	344,00	
SUBTOTAL		96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	
CONCEPTO		INGRESOS PROYECTADOS (MIL DÓLARES)									
Unid.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pallo	S./	0,00	114076,00	180150,00	284290,00	378252,00	495330,00	630420,00	630420,00	540360,00	
Maiz amarillo	S./	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	57720,00	
Papa unica	S./	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	115440,00	
Frejol castilla	S./	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	
Pallar	S./	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	46305,00	
Algodón	S./	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	96732,80	
SUBTOTAL		365080,80	650550,80	1038050,80	1426280,80	1814512,80	2202742,80	2590972,80	2590972,80	2181280,80	

Fuente: Elaboración propia (2014)

B. Presupuesto de egresos

B.1.) Mano de obra

En el siguiente Cuadro 40 se muestra el pago anual de mano de obra directa, el presupuesto engloba el pago de un jefe de producción y 6 trabajadores de campo; el costo asciende a la suma de S./ 84 000.00 nuevos soles y el costo por hectárea a S./ 3 177.0 nuevos soles.

Cuadro 40: Presupuesto de mano de obra directa

PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA DIRECTA					
Descripción	Cantidad	Costo unitario S.	Costo por unidad S.	Costo total Anual S.	Costo por hectárea S.
Jefe de Producción	1	2500,0	30000,0	84000,0	3177,0
Trabajadores de campo	6	750,0	54000,0		

Fuente: Elaboración propia (2014)

En el siguiente Cuadro 41 se muestra el requerimiento de mano de obra indirecta, involucro los jornales necesarios para realizar la cosecha.

En el Cuadro 42 se presenta el presupuesto de mano de obra indirecta por cada cultivo necesaria para la cosecha.

Cuadro 41: Requerimiento de mano de obra indirecta para un periodo de 10 años

Año	REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA				
	Mano de obra para el mantenimiento	Mano de obra para el apoyo administrativo	Mano de obra para el apoyo de la Casa Papa	Mano de obra para el apoyo social y espiritual	Mano de obra para el apoyo general
0					
1	30,0	10,0	10,0	10,0	70,0
2	30,0	10,0	10,0	10,0	70,0
3	30,0	10,0	10,0	10,0	70,0
4	45,0	10,0	10,0	10,0	70,0
5	75,0	10,0	10,0	10,0	70,0
6	90,0	10,0	10,0	10,0	70,0
7	112,0	10,0	10,0	10,0	70,0
8	135,0	10,0	10,0	10,0	70,0
9	150,0	10,0	10,0	10,0	70,0
10	135,0	10,0	10,0	10,0	70,0
Total	1.350,0	100,0	100,0	100,0	700,0

Fuente: Elaboración propia (2014)

Cuadro 42: Presupuesto de mano de obra indirecta

Año	PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA				
	Mano de obra para el mantenimiento	Mano de obra para el apoyo administrativo	Mano de obra para el apoyo de la Casa Papa	Mano de obra para el apoyo social y espiritual	Mano de obra para el apoyo general
0					
1	5050,5	1683,5	1683,5	661,5	7252,0
2	5050,5	1683,5	1683,5	661,5	7252,0
3	15760,5	5050,5	1683,5	661,5	7252,0
4	23640,8	5050,5	1683,5	661,5	7252,0
5	39401,3	5050,5	1683,5	661,5	7252,0
6	47281,5	5050,5	1683,5	661,5	7252,0
7	58839,2	5050,5	1683,5	661,5	7252,0
8	70922,3	5050,5	1683,5	661,5	7252,0
9	78802,5	5050,5	1683,5	661,5	7252,0
10	70922,3	5050,5	1683,5	661,5	7252,0
Total	153099,0	153099,0	153099,0	153099,0	153099,0

Fuente: Elaboración propia (2014)

B.2.) Insumos, materia prima

Los insumos requeridos engloban semillas, fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas. En el Cuadro 43 se presenta el presupuesto de insumos por hectárea para cada cultivo propuesto.

Cuadro 43: Presupuesto de insumos por hectárea para un periodo de 10 años

PRESUPUESTO DE INSUMOS POR HECTÁREA							
Año	Insumos para Pabos	Insumos para Maíz amarillo	Insumos para Frijol	Insumos para Frijol castilla	Insumos para Viallas	Insumos para Algodón	Total de insumos
0							
1	1501,3	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	17536,2
2	2198,3	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	18233,2
3	3149,8	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	19184,7
4	4299,7	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	20334,6
5	5509,3	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	21544,2
6	6540,7	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	22575,6
7	7607,1	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	23642,0
8	8026,5	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	24061,4
9	8026,5	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	24061,4
10	8026,5	3390,8	7036,9	1188,0	1188,0	3231,3	24061,4

Fuente: Elaboración propia (2014)

En el siguiente Cuadro 44 se puede apreciar el presupuesto de insumos para las 26.44has.

Cuadro 44: Presupuesto de insumos para las 26.44 hectáreas para un periodo de 10 años

PRESUPUESTO DE INSUMOS (26.44 HA)							
Año	Insumos para Pabos	Insumos para Maíz amarillo	Insumos para Frijol	Insumos para Frijol castilla	Insumos para Viallas	Insumos para Algodón	Total de insumos
0							
1	22535,0	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	86747,1
2	32997,0	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	97209,2
3	47278,1	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	111490,3
4	64537,8	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	128749,9
5	82694,3	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	146906,4
6	98176,6	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	162388,7
7	114182,5	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	178394,6
8	120478,3	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	184690,4
9	120478,3	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	184690,4
10	120478,3	16309,5	33847,5	2245,3	2245,3	9564,5	184690,4

Fuente: Elaboración propia (2014)

B.3.) Maquinaria

En el Cuadro 45 se presenta el requerimiento de horas máquina por hectárea, el precio de hora maquina es de 90.00 nuevos soles.

Cuadro 45: Requerimiento de horas maquina por hectárea para un periodo de 10 años

REQUERIMIENTO DE HORAS DE MAQUINA POR HECTÁREA						
Año	Maquinaria para Riego (Hrs)	Maquinaria para Mantenimiento (Hrs)	Maquinaria para Mantenimiento (Mantenimiento)	Maquinaria para Mantenimiento (Hrs)	Maquinaria para Mantenimiento (Mantenimiento)	Maquinaria para Mantenimiento (Hrs)
0						
1	7,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
2	7,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
3	7,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
4	7,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
5	8,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
6	8,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
7	8,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
8	8,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
9	8,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
10	8,0	5,0	12,0	5,0	5,0	8,0
Precio Unitario (S. Urd)	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto de maquinaria por hectárea y para las 26.44has se puede apreciar en los Cuadros 46, 47 respectivamente.

Cuadro 46: Presupuesto de maquinaria por hectárea para un periodo de 10 años

PRESUPUESTO DE MAQUINARIA POR HECTÁREA						
Año	Maquinaria para Riego (S. Urd)	Maquinaria para Mantenimiento (S. Urd)	Maquinaria para Mantenimiento (S. Urd)	Maquinaria para Mantenimiento (S. Urd)	Maquinaria para Mantenimiento (S. Urd)	Maquinaria para Mantenimiento (S. Urd)
0						
1	630,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
2	630,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
3	630,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
4	630,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
5	720,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
6	720,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
7	720,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
8	720,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
9	720,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0
10	720,0	450,0	1080,0	450,0	450,0	720,0

Fuente: Elaboración propia (2014)

Cuadro 47: Presupuesto de maquinaria para las 26.44 hectáreas para un periodo de 10 años

PRESUPUESTO DE MAQUINARIA (26.44 HA)							
Año	Maquinaria para Pájaros	Maquinaria para Arboles	Maquinaria para Pájaros	Maquinaria para Arboles	Maquinaria para Pájaros	Maquinaria para Arboles	Total
0							
1	9456,3	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	20647,8
2	9456,3	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	20647,8
3	9456,3	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	20647,8
4	9456,3	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	20647,8
5	10807,2	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	21998,7
6	10807,2	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	21998,7
7	10807,2	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	21998,7
8	10807,2	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	21998,7
9	10807,2	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	21998,7
10	10807,2	2164,5	5194,8	850,5	850,5	2131,2	21998,7

Fuente: Elaboración propia (2014)

C. Presupuesto de Operación y Mantenimiento del sistema de riego

El presupuesto de operación engloba los gastos de energía eléctrica y agua, asciende a la suma de S./ 24 079.40 nuevos soles.

El presupuesto de mantenimiento engloba gastos de limpieza del sistema de riego en conjunto y reposición de materiales como mangueras, accesorios y otros, asciende a la suma de S./ 5 100.00 nuevos soles.

Cuadro 48: Presupuesto anual de Operación y Mantenimiento del sistema de riego

PRESUPUESTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO					
N°	Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo parcial (S.)
1.0	Mantenimiento				5100,00
1.1	Mantenimiento y limpieza de Reservoirio Y canales de ingreso	Global	1	1	800,00
1.2	Mantenimiento de Bombas	Global	1	1	500,00
1.3	Mantenimiento y limpieza del Sistema de filtrado	Global	1	1	500,00
1.4	Mantenimiento y limpieza del Sistema de Fertilizacion	Global	1	1	300,00
1.5	Mantenimiento y limpieza de tuberías principales, secundarias y terciarias	Global	1	1	500,00
1.6	Mantenimiento y limpieza de mangueras	Global	1	1	1500,00
1.7	Reposicion de valvulas, mantenimiento de automatizacion y otros	Global	1	1	1000,00
2.0	Operación				24079,40
2.1	Energia electrica	Global	1	1	11528,15
2.2	Agua	m3	259168,54	0,04842889	12551,24
COSTO TOTAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO					29177,40
COSTO TOTAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (S. IVA)					1103,61

Fuente: Elaboración propia (2014)

D. Presupuesto de gastos administrativos

El presupuesto de gastos administrativos engloba el pago y un administrador y otros gastos, la suma asciende a 15000.00 nuevos soles por año.

Cuadro 49: Presupuesto anual de gastos administrativos

PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Descripción	Cantidad	Costo unitario S/	Costo parcial S/	Costo total - Año S/	Costo Unit. Año S/
Administrador	1	1000	12000,00	15000,00	567,32
Otros gastos		250	3000,00		

Fuente: Elaboración propia (2014)

E. Presupuesto de Depreciación

El presupuesto de depreciación engloba los equipos del cabezal de riego, red de tuberías y mangueras, reservorio, equipos de instalación eléctrica y sistema de automatización. El valor de depreciación asciende a la suma de S./ 44 924.84 nuevos soles.

Cuadro 50: Depreciación anual

DEPRECIACION			
COMPONENTE	VALOR INICIAL (S/)	VIDA UTIL	DEPRECIACION (S/)
BOMBA DE EJE VERTICAL, MOTOR ELECTRICO Y TABLERO	90000,00	10	9000,00
CASETA DE BOMBEO	80000,00	20	4000,00
RED HIDRAULICA Y ACCESORIOS	59724,80	30	1990,83
VALVULA DE REGULACION	18587,20	10	1858,72
FILTROS DE ANILLA Y GRAVA	34115,52	20	1705,78
EQUIPOS DE INTALACION ELECTRICA	24845,00	30	828,17
EQUIPOS DE FERTILIZACION	6015,00	10	601,50
RESERVORIO	193148,56	20	9657,43
MANGUERAS Y ACCESORIOS	111444,87	10	11144,49
SISTEMA DE AUTOMATIZACION	82756,79	20	4137,94
COSTO TOTAL S/.	700638,74		44924,84

Fuente: Elaboración propia (2014)

5.7.3. Flujo caja económico

A. Flujo caja económico con proyecto

Para su elaboración se utilizó información del estado de ingresos – egresos. Con el flujo de caja además obtendremos indicadores de rentabilidad de nuestro proyecto tales como VAN, TIR y B/C

Cuadro 51: Flujo Caja Económico con proyecto para un periodo de 10 años

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
VENTAS		362502,80	362502,80	476578,80	542622,80	647692,80	740754,80	857832,80	992922,80	992922,80	902862,80
EGRESOS		295898,17	306270,20	336311,82	361451,70	396719,62	420882,15	447645,79	466024,63	473304,88	466024,63
INVERSION	1197206,77										
Tangibles	1092836,36										
Intangibles	104370,41										
Maquinaria		20647,80	20647,80	20647,80	20647,80	21998,70	21998,70	21998,70	21998,70	21998,70	21998,70
Insurances		86747,13	97209,16	111490,27	128749,91	146906,43	162388,70	178394,65	184690,44	181590,44	184690,44
Mano de obra directa		84000,00	84000,00	84000,00	84000,00	84000,00	84000,00	84000,00	84000,00	84000,00	84000,00
Mano de obra indirecta		15309,00	15309,00	31069,50	38949,75	54710,25	62590,50	74148,20	86231,25	94111,50	86231,25
Operación		24079,40	24079,40	24079,40	24079,40	24079,40	24079,40	24079,40	24079,40	24079,40	24079,40
Mantenimiento		5100,00	5100,00	5100,00	5100,00	5100,00	5100,00	5100,00	5100,00	5100,00	5100,00
Costo administrativo		15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00
(+) DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS		4924,84	4924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84
FLUJO DE OPERATIVA	-1197206,77	66694,63	56232,60	140266,98	181171,10	249973,18	320672,65	410187,01	526898,17	519317,92	430838,77
(+) De depreciación Activo Fijo		4924,84	4924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84	44924,84
FLUJO DE CAJA	-1197206,77	11619,47	101157,44	185191,83	226095,94	249898,02	365597,50	455111,85	871823,01	563342,76	481763,01

Fuente: Elaboración propia (2014)

B. Flujo caja económico sin proyecto

Para su elaboración se utilizó información del Estado de ingresos – egresos. El flujo caja no se consideró inversión, costos de energía eléctrica y costos de operación y mantenimiento de los equipos del sistema de riego tecnificado.

Cuadro 52: Flujo Caja Económico sin proyecto para un periodo de 10 años

CATEGORÍA	FLUJO CAJA ECONÓMICO SIN PROYECTO									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
INGRESOS										
VENTAS	396534,40	400307,00	381261,00	393325,00	400377,00	401759,00	389695,00	393325,00	401759,00	402485,00
EGRESOS	379852,49	379852,49	379852,49	379852,49	379852,49	379852,49	379852,49	379852,49	379852,49	379852,49
INVERSION										
Tangibles										
Intangibles										
Maquinaria	18428,40	18428,40	18428,40	18428,40	18428,40	18428,40	18428,40	18428,40	18428,40	18428,40
Insunios	90454,17	90454,17	90454,17	90454,17	90454,17	90454,17	90454,17	90454,17	90454,17	90454,17
Mano de obra directa	180000,00	180000,00	180000,00	180000,00	180000,00	180000,00	180000,00	180000,00	180000,00	180000,00
Mano de obra indirecta	56312,90	56312,90	56312,90	56312,90	56312,90	56312,90	56312,90	56312,90	56312,90	56312,90
Operación	17347,02	17347,02	17347,02	17347,02	17347,02	17347,02	17347,02	17347,02	17347,02	17347,02
Mantenimiento	2310,00	2310,00	2310,00	2310,00	2310,00	2310,00	2310,00	2310,00	2310,00	2310,00
Costo administrativo	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00
UTILIDAD OPERATIVA	16681,91	20454,51	1408,51	13472,51	20454,51	21906,51	9842,51	13472,51	21906,51	22632,51
FLUJO CAJA	16681,91	20454,51	1408,51	13472,51	20454,51	21906,51	9842,51	13472,51	21906,51	22632,51

Fuente: Elaboración propia (2014)

5.7.4. Indicadores de rentabilidad

Para tomar decisiones acerca de aceptar o rechazar un proyecto de inversión la evaluación económica es importante conocer los indicadores de rentabilidad: Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y la Relación Beneficio y Costo (B/C).

A. Valor Actual Neto

Este método sirve para calcular la ganancia o pérdida monetaria neta esperada de un proyecto mediante el descuento hasta el presente de todos los flujos futuros esperados de entradas y salidas de efectivo. El valor del VAN Económico fue:

VAN (S/)	223 949.32
-----------------	-------------------

Con un tasa de actualización de 10.00% se obtuvo un VANE de S/.223 949.32 .Nuevos Soles, por ser mayor que 0 el proyecto fue aceptable.

B. Tasa interna de retorno

A continuación se muestra la Tasa de Retorno Económico (TIRE).

TIR	12.91%
------------	---------------

Se obtuvo un TIRE de 12.91% teniendo como base el flujo de caja económico de los próximos 10 años. Como el TIRE supera la tasa de actualización (10.00%), se acepta el proyecto.

C. Periodo de recuperación

Este indicador representa el plazo de tiempo requerido para que los ingresos netos de una inversión recuperen su costo. Como se puede apreciar, durante el transcurso del último año se recupera la inversión realizada del proyecto.

Cuadro 54: Periodo de Recuperación para el periodo de 10 años

PERIODO DE RECUPERO	
VANE (1)	-1151740,7
VANE (2)	-1122172,0
VANE (3)	-1017845,6
VANE (4)	-903305,2
VANE (5)	-760171,2
VANE (6)	-591525,5
VANE (7)	-386085,5
VANE (8)	-146568,7
VANE (9)	64255,1
VANE (10)	223949,3

Fuente: Elaboración propia (2014)

Como se observa en el Cuadro 54, el periodo de recuperación fue al noveno año de iniciada la inversión.

5.7.5. Análisis de sensibilidad

A continuación se realiza un análisis de sensibilidad para poder medir cuan sensible es la evaluación realizada a variaciones de 1 o más parámetros. Con ello se puede observar los posibles cambios del VAN y TIR. Las variables críticas son la producción de los cultivos, el costo de producción y el precio del producto.

A. Variación de la Producción de Cultivos

A continuación se muestra los porcentajes de variación de la producción de cultivos, para hallar los nuevos VAN y TIR.

Cuadro 55: Variación de la Producción de Cultivos

VARIACION (%)	VAN (S.)	TIR (%)
20,0%	606551,32	15,83%
15,0%	518114,23	15,10%
10,0%	429677,14	14,33%
5,0%	341240,05	13,52%
0,0%	252802,96	12,68%
-5,0%	164365,87	11,79%
-10,0%	75928,78	10,85%
-15,0%	-12508,30	9,86%

Fuente: Elaboración propia (2014)

En la Figura 44 se observa que si la producción cae al 15% el proyecto ya no es viable. Asimismo, si la producción aumenta en 20% el TIR sube a 15.83%.



Figura 42: Análisis de Sensibilidad – Producción de cultivos

Fuente: Elaboración propia (2014)

B. Variación del Precio del Producto

A continuación se muestra los porcentajes de variación del precio del producto, para hallar los nuevos VAN y TIR.

Cuadro 56: Variación del precio del producto

VARIACIÓN (%)	VAN (S/.)	TIR (%)
20,0%	599642,78	15,77%
15,0%	512919,33	15,05%
10,0%	426213,87	14,29%
5,0%	339508,42	13,51%
0,0%	252802,96	12,68%
-5,0%	166097,51	11,81%
-10,0%	79393,05	10,89%
-15,0%	-7313,40	9,92%

Fuente: Elaboración propia (2014)

En la Figura 45 se observa que si el precio cae al 15% el proyecto ya no es viable. Asimismo, si el precio aumenta en 20% el TIR sube a 15.77%.

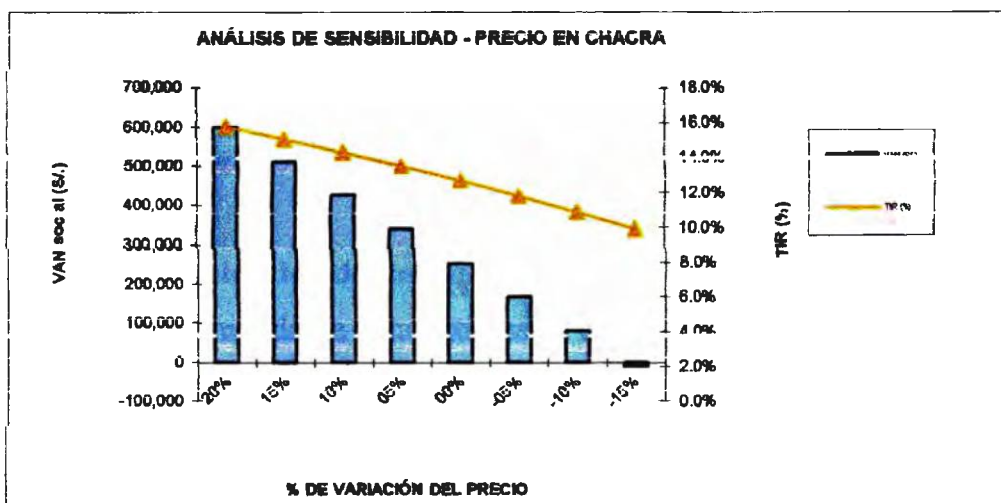


Figura 43: Análisis de Sensibilidad – Precio del producto

Fuente: Elaboración propia (2014)

5.8. Evaluación de impacto ambiental

5.8.1. Identificación de impactos positivos

- **Mejoramiento de la eficiencia de uso de los recursos agua y suelo:** Mejorar la eficiencia de aplicación de agua (77%) y uniformidad en la filtración en el perfil del suelo. El riego por goteo puede aplicarse junto con el riego de fertilizantes con una mayor eficiencia y menor costo, en comparación con el riego por gravedad.
- **Mayores oportunidades de inversión:** Mediante la sustitución de la producción por cultivos más rentables como es el caso del palto, cuyo rendimiento promedio presenta mayores diferencias respecto a la mandarina y lúcumo.

5.8.2. Identificación de impactos negativos

Impactos negativos generados en la etapa de construcción, operación y mantenimiento.

A. Etapa de construcción

- **Alteración de la calidad de aire:** Generación de polvo como producto del desplazamiento de vehículos por las vías no asfaltadas, movimiento de tierra, transporte de materiales, excavación de zanjas, eliminación de material excedente, afectaran a los trabajadores y a los cultivos.
- **Contaminación del suelo:** La generación de residuos sólidos en la zona de las obras (mezcla de concreto, restos de madera, tuberías, clavos, alambre de madera, mangueras de polietileno, pegamento y lubricante).

Los residuos sólidos por actividades de los trabajadores (papeles, cartones, etc) en la higiene básica personal, servicios higiénicos. Así como la actividad doméstica, producto del consumo de alimentos de los trabajadores.

B. Etapa de operación

- **Contaminación del suelo:** La generación de residuos sólidos por actividades de trabajadores de campo (papeles, cartones, residuos orgánicos, plásticos).
- **Alteración de la calidad de agua del reservorio:** La proliferación de algas y mosquitos.

C. Etapa de mantenimiento

- **Contaminación de suelo:** La generación de residuos sólidos durante las labores de limpieza de canales, tuberías de conducción y distribución reservorios (sedimentos y maleza), purgado de tubería de conducción y distribución, y limpieza de laterales de riego (restos de manguera de polietileno).

5.8.3. Plan de manejo

La ejecución del proyecto originará impactos directos como indirectos, tanto positivos como negativos dentro de su ámbito de influencia.

En el presente estudio se presenta el planteamiento de las medidas de prevención, control y mitigación:

A. Etapa de construcción

- **Alteración de la calidad de aire**

Se aplicará agua a todas las áreas de mayor transitabilidad con un intervalo de 4 horas, para evitar la polvareda.

El humedecimiento continuó al material producto de las excavaciones.

- **Contaminación de suelo**

En el área de trabajo del proyecto se colocaran recipientes, para la disposición de residuos sólidos.

B. Etapa de operación

- **Contaminación del suelo**

El control de residuos sólidos, desechos orgánicos e inorgánicos.

La generación de residuos en esta etapa es mínima, sin embargo se podrá mantener los contenedores, en los lugares que se considere pertinente.

- **Alteración de la calidad de agua del reservorio**

La crianza de tilapias evitara la proliferación de algas y mosquitos.

- **Riesgos a la salud y seguridad**

-
Mantener señalizadas los almacenes para los fertilizantes, empleados para la operación del sistema de fertilización.

C. Etapa de mantenimiento

- **Contaminación del suelo**

Se mantendrán las obras de arte y sus alrededores, libre de basura y residuos, para evitar el atascamiento de los filtros tanto de las rejillas como del reservorio.

Los residuos de limpieza y mantenimiento serán almacenados en recipientes *herméticos adecuados para su disposición final*.

- **Riesgos a la salud y seguridad**

El reservorio contara con un cerco perimétrico para impedir el paso de las personas ajenas.

VI. CONCLUSIONES

- El diseño planteado garantizara el riego de 26.44ha en el periodo más crítico en el Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales y Fundo. Los cultivos que se proponen en el estudio son: palto, maíz amarillo duro, papa, frejol castilla y algodón, las características del suelo y clima ofrecen excelentes condiciones para la producción de los cultivos propuestos.
- El agua de riego proveniente del canal Bajo y canal Alto, según el análisis nos indica que no habrá problemas de obturación de goteros debido a que el Índice de Langelier es de -0.363 .
- El balance hídrico realizado para el Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales – Fundo desde el punto de vista hídrico el sistema de riego es viable, la oferta anual es $623\ 542.89\text{m}^3$, siendo el balance positivo en $364\ 374.4\text{m}^3$.
- El reservorio proyectado tiene una capacidad de 8370m^3 , talud 1:1.5 y será revestido con geomembrana HDPE reforzada de 1,00 mm de espesor, el tiempo de llenado será 7.8 horas los días miércoles y jueves en conjunto.
- Se usaran 3 laterales de goteros autocompensados **UNIRAM CNL 17010** de 1.6 l/s por hilera para el cultivo de palto y diversos frutales (Área experimental) y 1 lateral de goteros no autocompensados **STREAMLINE 16125** de 1.6 l/s para los cultivos de maíz amarillo duro, papa, frejol castilla y algodón.
- La lamina a reponer para el cultivo de palto es de 3.90mm/día , diversos frutales de 4.87mm/día , *maíz amarillo duro* de 5.17mm/día , *frejol castilla* de 6.14mm/día y algodón de 5.56mm/día .

- La operación del sistema estará dada por el funcionamiento de 39 válvulas y 7 turnos de riego; cada uno de los cuales en máxima demanda tendrán los siguientes tiempos de riego: 1.95 horas/turno para los turnos I, II y III, para atender el cultivo de palto; 1.62 horas/turno para el turno IV, para atender los diversos frutales; 2.59 horas/turno para los turnos V, para el cultivo de maíz; 1.23 horas/turno para el turno VI, para atender el cultivo de frejol castilla; 1.67 horas/turno para los turnos VII, para el cultivo de algodón, conjugándose finalmente en un tiempo total de 12.96 horas por día.

- Las tuberías portlaterales tienen diámetro de 63mm y 75mm y los laterales diámetros de 16.5mm y 17mm. con un coeficiente de uniformidad promedio de 90%. El mayor caudal en la lateral fue de 0.14 l/s perteneciente a la válvula 13 del turno II, y el mayor caudal en la portlateral de 8.89 l/s perteneciente a la válvula 39 del turno VII.

- La tubería de la matriz tiene una longitud de 3855.0 m, con diámetros diferentes de 160mm (141unid), 140mm (136 unid), 110mm (169 unid), 90mm (29 unid), 75mm (94 unid) y 63mm (61unid). Las tuberías son de PVC clase 7.5, fueron diseñadas para velocidades no mayores a 2.5m/s.

- La altura dinámica máxima total del sistema es 47.50 m.c.a, con un caudal máximo de 29.11 l/s, dicho caudal será dividido por dos (02) bombas turbina vertical en paralelo, accionado por un motor eléctrico trifásico con una potencia de 19.23KW, cada unidad de bombeo tiene una eficiencia de trabajo del 78% y factor de servicio de 1.15 sobre la potencia calculada de la unidad de bombeo.

- El cabezal cuenta con seis (6) filtros de grava de 30'' con una capacidad diseño de 25 m³/h, cuatro (4) filtros de anillas automático de 3'' de diámetro, un (01) inyector tipo Venturi de 2'' el cual tendrá un apoyo de una electrobomba centrifuga de 8.6 HP, un (1) medidor de caudal de 6'', una (1) válvula reguladora y sostenedora de presión de 6'', válvula mariposa de 6'', válvula check de 6'' y una válvula de alivio de 2'' en la descarga de la bomba para el control de sobre presiones de hasta 50 m.c.a., cuatro manómetro de glicerina (0 - 10 bares) en el cabezal y uno en campo, cuatro válvulas de aire doble efecto de 2''.

- **La propuesta de cambio de sistema de riego engloba la construcción de obras civiles, suministro de energía eléctrica al sistema, sistema de riego por goteo para el sector de Frutales – Fundo e instalación de paltos, lo cual representa un costo de inversión de S/1 312 440.11 nuevos soles.**

- **Los costos de Operación y Mantenimiento que tendría que asumir el Programa de Frutales- Fundo son de S/29 179.40 nuevos soles, los cuales serían asumidos por los ingresos de la venta de los productos. La sostenibilidad del proyecto está asegurada por los ingresos al Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales – Fundo. Así mismo los costos bajo el sistema de riego por tradicional es de S/18 977.02 nuevos soles. Aparentemente se generaría un incremento de S/10 202.38 nuevos soles, sin embargo el sistema de riego convencional es poco sostenible dado que el recurso hídrico se hace cada vez más escaso.**

- **El valor del VAN calculado es de S/223 949.32 nuevos soles y TIR igual a 12.91%, Esto nos indica que el proyecto es aceptable.**

- **El análisis de sensibilidad demostró que el precio de los productos y la producción de cultivos pueden disminuir hasta un 10% para que el proyecto sea rentable,**

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Es necesario la capacitación de los operadores respecto al manejo del sistema (filtros y válvulas) y la programación de riego.

7.2. Debe designarse a un técnico y asistente para la Operación y Mantenimiento del sistema.

7.3. Afinar con las condiciones reales de campo, la propuesta de Operación y Mantenimiento.

7.4. Se propone las siguientes líneas de investigación:

- **Determinación de los coeficientes de cultivo reales para las condiciones de la Molina**
- **Probar con diferentes marcos de plantación.**
- **Determinación de la dosis adecuada de fertirriego para los diferentes cultivos.**
- **Pruebas de bulbo de humedecimiento con diferentes caudales y espaciamiento entre goteros**
- **Comparar el uso de tensiómetros y estación meteorológica para programación del riego en frutales.**
- **Manejo del número de líneas de goteo en el cultivo de palto.**
- **Evaluación del sistema de riego por goteo, microaspersión y gravedad en la producción y la calidad de la fruta de palto.**
- **Pruebas de uniformidad de riego.**
- **Riego por pulsos**

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo). 2009. Manual de Operación y Mantenimiento de Sistema de riego por goteo .España
- *Alfaro Díaz. JS.2013. Manejo de la fertilización y riego en una plantación de palto (Persea Americana Mill) CV HASS en el valle de Ica y propuesta para su optimización. Tesis. Ing.Agr. Lima. Perú*
- AMIAD. Manual de Operación y Mantenimiento. Israel. Consultado 19 Jun. 2014. Disponible en <http://www.amiad.es/>
- *Apaza Rubén .2012. Introducción a la Metodología de PEP. Bolivia. Consultado 26 de Octubre. 2014. Disponible en <http://es.calameo.com/read/00158039572e7b32fd513>*
- Armoni, Shlomo. 1992. Riego por Goteo, estado de Israel, Ministerio de Agricultura, Centro de Cooperación para el Desarrollo Agrícola (CINADCO) 100pag, 3-5 pag
- ASPROMOR (Asociación de Productores del Distrito de Morropon). 2012. Manual de cultivo de frijol caupi. Piura. Perú.
- Bower, P.1978. Ecophysiological studies of tree cvs. Of Persea Americana (Mill) emphasizing photosynthesis and internal water relations. M. Sc. Agric. Thesis, Univ. Natal, Pietermaritzburg.
- Camacuari Suarez, LD; Flores Ríos, LS. 2010. Diseño y evaluación económica del sistema de riego por goteo en plantones de tara en el fundo Virgen de Fátima. Tesis. Ing. Agr. Perú, Lima.

- Castro Vera, SP. 2004. Diseño de un sistema de riego localizado en frutillas y estudio de la rentabilidad del cultivo considerando diferentes aportes del estado a la inversión a través de la ley 18.450. Tesis. Ing. Agr. Chile, Talca.
- Estrada, Aliod. 2011. Método de Análisis Nodal. España. Consultado 12 Jun. 2014. Disponible en <http://www.acquanalyst.com>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Evapotranspiración del Cultivo. Manual 56. 1ra Edición.
- Falcon Gutierrez. JF. 2001. Efecto de la densidad de siembra y de la fertirrigación NPK en el cultivo de frijol canario molinero bajo un sistema de riego por goteo. Tesis. Ing. Agr. Lima. Perú
- Ferreyra, ER; Sellés, VG; Ahumada, BR; Maldonado, BP; Gil, MP; Barrera, MC. 2005. Manejo del Riego localizado y fertirrigación. Chile, La Cruz.
- Franciosi, Rafael. 2003. El Palto. Producción, cosecha y post cosecha. Cimagraf. Lima. Perú. 226p
- García C., Ignacio y Gregorio Briones. 2003 Sistemas de riego por aspersión y goteo, Editorial Trillas, México D.F., México.
- Gardiazabal, F; Magdahl, C; Mena, F; Wilhelmy, F. 2003. Determinación del coeficiente de cultivo (KC) para paltos CV.Hass en Chile.
- Gil, P; Sellés, G; Ferreyra, R. 2010. Mantenimiento de los equipos de riego. Chile.
- Gonzales Cebollada. 2014. Método de Análisis Nodal mejorado. España. Consultado 16 Jun. 2014. Disponible en <http://www.acquanalyst.com>
- Gonzales, Aliod. 2006. Método de Dimensionado de la Serie Económica Mejorada. España.
- Hermoso, JM; Torres, MD; Farré, JM. 2003. Comparación de riego por goteo y microaspersión en árboles adultos del CV. REED.

- **HIDROSTAL, Manual de operación y mantenimiento - Bombas turbina vertical.** 2010. Lima, Perú.
- **INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias).** 2005. **El Cultivo del Palto.** Chile, La Cruz.
- **Madrid Tuñón. RD.** 1986. **Evaluación de tres sistemas de riego: Aspersión, Goteo y Gravedad, con tres regímenes de riego en Algodón Tanguis (Gossypium barbadense L.).** Tesis. Ing. Agr. Lima. Perú
- **Mamani Sanchez, PA.** 2000. **Efecto de la Fertirrigacion N-P-K en el rendimiento de cuatro variedades de Frijol (Phase lus Vulgaris L) BAJO Riego localizado de lata frecuencia: Goteo.** Tesis. Ing. Agr. Lima. Perú
- **Manual de Operación y Mantenimiento en sistemas de riego AECID.** 2009. Lima, Perú. Consultado 25 Mar. 2014. Disponible en <http://www.adra.org.pe>
- **Manual de usuario – GESTAR.** 2014. Hueza, España. Consultado 12 Jun. 2014. Disponible en <http://www.acquanalyst.com>
- **Martínez, Victor.** 2008. **Gestión Financiera a largo plazo (diapositivas).** Lima. Perú. 36 diapositivas.
- **Medina, J.A.** 1997, **Riego por Goteo – Teoría y práctica.** Editorial Mundi – Prensa. Madrid.
- **MINAG (Ministerio de Agricultura).** 2008. **Estudio de palta en el Perú y el Mundo.** Lima. Perú.
- **MINAG (Ministerio de Agricultura).** 2012. **Maíz Amarillo Duro.** Lima. Perú.
- **MINAG (Ministerio de Agricultura).** 2008. **Informe de costos de producción del algodón tanguis.** Lima. Perú.

- Ojeda et al .2006. Simulación del rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en el norte de Sinaloa usando el modelo AquaCrop. Agrociencia Vol 47. Mexico
- Open Course Ware en la Universidad de Sevilla. España. Consultado el 23 de Sep 2014. Disponible en http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%2010.Riego%20goteo/tutorial_16.htm
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. **Estadísticas. FAOSTAT – Produccion Agrícola (en línea).** <http://www.Fao.org/corp/statistics./es/>.(consulta: 2 de Febrero del 2014)
- Peña, Marcelo.2010. Diagnóstico, diseño y evaluación económica del sistema de riego por aspersión del Bosque el Olivar. Tesis. Ing. Agrícola. Perú, Lima.
- Pizarro Cabello .1990. Riego Localizado de Alta Frecuencia 2° Edición. Editorial **Mundi Prensa. Madrid.**
- Plana Arnaldos, V. 2008. Manejo y Mantenimiento de instalaciones de riego localizado. Murcia.
- PSI (Programa Subsectorial de Irrigaciones). 2007. Manual de Supervisión. Perú, **Lima.**
- Reyes Alex. 2000. Diseño y evaluación económica financiera del sistema de riego por goteo en cultivos de caña de azúcar en el sector Quipico – Andahuasi. Tesis. Ing. Agrícola. Perú, Lima.
- Reche, José. 2008. Manual de Limpieza y Mantenimiento de sistemas de riego por goteo. Lima, Perú.
- Sairitupa, Mirna. Perfil técnico del Proyecto de riego tecnificado con fines académicos en el campus de la UNALM. 2008. Lima. Perú
- Whiley, A. W, Schaffer, B; Wolstenholme, y B.2007. El Palto Botánica, Producción y usos. Ediciones universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 364 pag

- **Whiley, A; Schaffer, B. 1994. Avocado. Florida. Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops (2) 3 – 35**
- **Whiley, A. 1995. Prospect for increasing Hass Fruit size. A southern hemisphere perspective. Australian Avocado Growers. Federation Inc, Conference. Esplanade Hotel, FREMANTLE. 30 April – 2 may, 3.1995: 83-102. En GIL, P. 1999. Desface en la época de floración del palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass, mediante aspersión de sales minerales al follaje. Chile.**
- **Vermeiren, L. y Jobling, G. A. 1986. Riego localizado. FAO. Roma, Italia. Serie Riego y Drenaje N° 36, 203 p**

IX. ANEXOS

9.1.Datos básicos:

A. Variables climáticas

OBSERVATORIO "ALEXANDER VON HUMBOLDT"

Latitud: 12°05' S

Longitud: 75°57'W

Altitud:

243.7 msnm

TEMPERATURA MAXIMA (°C)

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1994	26.40	27.30	27.70	26.20	22.50	19.40	19.60	18.60	20.80	21.30	22.40	24.80
1995	27.50	28.80	28.50	26.70	24.70	21.30	18.30	18.50	19.30	20.70	22.70	25.20
1996	27.10	28.40	27.90	26.50	22.40	17.70	18.20	19.00	19.50	20.90	21.90	24.80
1997	27.00	28.70	28.70	26.20	25.70	25.10	24.60	13.60	23.70	23.80	25.60	28.10
1998	29.90	31.10	31.40	29.60	20.40	18.40	17.00	15.90	20.40	17.10	18.50	25.20
1999	27.30	28.80	28.60	26.20	24.30	20.70	16.90	19.40	20.10	22.10	23.00	24.70
2000	26.60	28.10	28.60	27.00	23.50	19.50	18.10	18.90	19.60	21.70	23.10	25.00
2001	27.60	29.30	30.10	27.40	22.80	18.60	18.20	18.80	19.70	21.00	22.80	24.90
2002	27.00	29.10	26.80	26.80	24.70	19.60	17.20	17.60	19.80	22.00	22.70	25.00
2003	26.80	29.30	28.80	26.20	23.30	20.50	19.80	19.30	19.70	22.10	23.90	25.10
2004	27.70	29.10	26.90	27.00	23.30	18.80	19.30	19.20	20.30	22.00	22.80	25.60
2005	27.92	28.30	26.30	26.96	22.05	18.75	18.59	19.50	18.20	20.40	22.36	24.70
2006	27.95	29.40	28.91	26.80	24.00	20.60	20.20	19.60	20.70	22.00	23.10	24.40
2007	27.70	28.80	28.00	26.80	23.50	19.50	17.30	16.90	17.90	19.90	22.10	24.10
2008	27.70	29.30	29.10	27.70	21.80	19.90	20.80	18.80	20.40	20.90	23.00	25.60
2009	27.80	28.87	28.58	27.66	24.15	19.86	19.48	19.40	19.52	21.35	23.03	23.70
2010	26.01	28.98	28.22		22.55		17.91					
PROM	27.41	28.92	28.65	26.86	23.27	19.89	18.91	18.31	19.98	21.18	22.69	25.06

OBSERVATORIO "ALEXANDER VON HUMBOLDT"

Latitude: 12°05' S
 TEMPERATURA MINIMA (°C)

Longitude: 75°57'W

Altitud: 243.7 msnm

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1984	19.10	19.80	19.50	17.80	15.60	12.60	12.30	12.30	13.30	14.20	15.00	17.40
1986	19.50	20.00	19.60	17.30	15.40	13.70	13.60	13.20	14.20	14.40	16.00	16.30
1988	18.60	19.60	18.80	16.80	14.70	13.50	12.50	13.50	13.40	14.00	14.70	17.10
1997	19.30	19.90	19.80	18.30	18.00	19.00	19.00	18.80	18.10	17.20	18.80	21.10
1998	23.00	23.50	22.50	20.10	17.80	16.60	15.40	14.30	14.10	14.80	16.00	17.20
1999	18.30	21.00	19.80	17.80	15.20	13.70	13.60	13.90	13.60	14.50	15.20	16.80
2000	19.40	19.90	19.10	18.40	18.10	14.60	14.20	14.10	13.80	14.60	14.30	17.30
2001	19.00	20.60	19.50	18.30	15.50	13.90	13.40	13.40	12.10	14.10	16.50	16.50
2002	18.20	20.00	20.70	18.70	16.00	13.80	13.70	13.50	13.80	14.80	16.00	17.10
2003	19.60	20.70	19.40	16.60	15.50	13.40	14.00	13.40	13.80	14.60	15.80	17.70
2004	19.20	20.00	19.40	17.10	13.80	13.30	13.40	13.00	14.30	14.40	16.20	17.80
2006	19.73	19.57	18.79	17.49	14.69	13.32	13.79	13.00	13.07	13.40	14.32	17.50
2006	19.24	20.60	19.91	17.00	13.40	14.00	15.30	15.00	14.40	16.20	15.90	17.70
2007	19.90	19.70	19.70	17.20	13.80	12.50	13.00	12.50	12.50	12.80	14.00	16.10
2008	19.60	19.90	19.50	17.30	14.00	14.60	14.90	14.80	14.50	14.60	16.10	17.30
2009	19.11	20.47	20.06	18.05	15.68	14.73	15.63	13.97	14.22	14.68	15.84	17.72
2010	19.67	20.41	19.81		16.38		12.94					
FROM	19.44	20.33	18.78	17.75	15.50	14.20	14.16	13.82	13.95	14.52	15.67	17.41

OBSERVATORIO "ALEXANDER VON HUMBOLDT"

Latitud: 12°05' S
 TEMPERATURA PROMEDIO (°C)

Longitud: 75°57'W

Altitud: 243.7 msnm

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1984	22.75	23.55	23.60	21.90	19.05	18.00	15.95	15.45	17.05	17.75	18.70	21.10
1985	23.50	24.40	24.05	21.50	20.05	17.50	15.95	15.85	16.75	17.55	19.35	20.75
1986	22.85	24.00	23.35	21.15	18.55	15.60	15.35	16.25	16.45	17.45	18.30	20.95
1987	23.15	24.30	24.25	22.25	21.85	22.05	21.80	16.20	20.90	20.50	22.20	24.60
1988	26.45	27.30	26.95	24.85	19.10	17.50	16.20	15.10	17.25	15.95	17.25	21.20
1989	22.80	24.90	24.20	22.00	19.75	17.20	15.25	16.65	16.85	18.30	19.10	20.75
2000	23.00	24.00	23.85	22.70	20.80	17.05	16.15	16.50	16.70	18.15	18.70	21.15
2001	23.30	24.95	24.80	22.85	19.15	16.25	15.80	16.10	15.90	17.55	19.65	20.70
2002	22.60	24.55	23.75	22.75	20.35	16.70	15.45	15.55	16.80	18.40	19.35	21.05
2003	23.20	25.00	24.10	21.40	19.40	16.95	16.90	16.35	16.75	18.35	19.85	21.40
2004	23.45	24.55	24.15	22.05	18.55	16.05	16.35	16.10	17.30	18.20	19.50	21.70
2005	23.82	23.94	23.55	22.22	18.37	16.04	16.19	16.25	15.64	16.90	18.34	21.10
2006	23.59	25.00	24.36	21.90	18.70	17.30	17.75	17.30	17.55	18.60	19.50	21.05
2007	23.80	24.25	23.85	22.00	18.65	16.00	15.15	14.70	15.20	16.35	18.05	20.10
2008	23.65	24.60	24.30	22.50	17.90	17.25	17.85	16.80	17.45	17.55	19.55	21.45
2009	23.45	24.67	24.32	22.86	19.91	17.30	17.56	16.68	16.87	18.01	19.43	20.71
2010	22.84	24.60	24.02	22.86	19.46	17.30	15.42	16.68	16.87	18.01	19.43	20.71
PROM	23.42	24.63	24.20	22.30	19.39	17.05	16.53	16.11	16.96	17.85	19.18	21.23

OBSERVATORIO "ALEXANDER VON HUMBOLDT"

Latitud: 12°05' S
 HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO (%)

Longitud: 75°57'W

Altitud:

243.7 msnm

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1994	80.00	77.00	75.00	80.00	86.00	88.00	87.00	88.00	86.00	85.00	84.00	83.00
1995	81.00	76.00	74.00	79.00	80.00	90.00	88.00	88.00	88.00	86.00	84.00	87.00
1996	72.00	71.00	75.00	78.00	84.00	92.00	89.00	88.00	88.00	86.00	86.00	82.00
1997	80.00	74.00	78.00	83.00	82.00	80.00	79.00	83.00	85.00	84.00	81.00	80.00
1998	81.00	82.00	79.00	80.00	85.00	90.00	90.00	93.00	90.00	86.00	82.00	83.00
1999	81.00	79.00	84.00	91.00	92.00	93.00	94.00	88.00	87.00	85.00	82.00	81.00
2000	86.00	76.00	73.00	72.00	86.00	88.00	95.00	93.00	91.00	88.00	86.00	83.00
2001	81.00	76.00	70.00	83.00	88.00	92.00	94.00	91.00	85.00	89.00	90.00	83.00
2002	78.30	76.60	73.20	82.20	84.70	88.20	92.00	93.20	89.00	85.40	85.00	83.00
2003	84.00	80.00	80.00	81.00	86.00	86.00	89.00	89.00	89.00	84.00	82.00	85.00
2004	77.00	76.00	74.00	81.00	83.00	91.00	88.00	89.00	87.00	85.00	85.00	81.00
2005	76.04	76.59	75.40	80.13	85.01	90.52	87.84	88.00	89.09	89.00	82.30	82.00
2006	77.06	78.00	74.38	74.00	77.00	82.00	85.00	87.00	88.00	85.00	83.00	84.00
2007	79.00	75.00	79.00	79.00	79.00	82.00	88.00	91.00	90.00	88.00	87.00	82.00
2008	80.00	71.00	74.00	74.00	74.00	84.00	86.00	80.00	90.00	85.00	87.00	82.00
2009	76.75	69.20	71.17	67.78	80.20	85.31	87.87	87.25	86.99	87.00	81.66	82.90
2010	81.99	76.05	76.55	79.07	83.24	87.63	86.18	88.53	88.07	86.09	84.25	82.74
PROM	79.60	75.85	75.63	79.07	83.24	87.63	86.70	88.53	88.07	86.09	84.25	82.74

OBSERVATORIO "ALEXANDER VON HUMBOLDT"

Latitud: 12°06' S
 HORAS DE SOL MENSUAL (Horas)

Longitud: 75°57'W

Altitud:

243.7 msnm

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1994	147.30	156.10	243.50	220.90	162.30	95.70	80.70	81.00	155.90	116.00	135.90	148.50
1995	143.00	198.80	329.00	225.00	224.00	221.00	58.80	69.80	69.80	70.80	135.00	162.00
1996	210.30	202.80	210.80	256.90	221.40	38.90	74.30	98.60	85.50	162.20	140.20	202.10
1997	189.10	224.00	271.00	217.00	167.00	105.00	92.80	89.00	62.50	89.70	96.20	67.30
1998	71.50	108.10	161.00	226.20	140.00	92.70	84.10	53.20	106.00	148.60	159.60	159.00
1999	171.00	108.00	196.00	230.60	228.10	118.60	85.60	130.20	159.20	130.70	143.50	150.20
2000	238.40	207.20	206.00	210.70	190.30	62.20	34.40	64.50	139.00	158.00	225.00	187.70
2001	155.60	168.80	230.20	234.10	115.30	22.50	29.00	61.30	95.10	161.20	230.00	196.60
2002	209.00	148.70	207.30	148.00	125.00	55.40	5.80	22.00	82.20	110.50	117.70	140.30
2003	124.30	179.40	225.20	252.60	172.90	118.50	87.10	82.20	90.90	168.50	182.10	141.00
2004	219.00	170.60	241.20	239.60	214.60	52.10	93.50	103.37	105.60	158.40	133.30	189.10
2005	203.60	199.10	219.80	254.96	166.50	52.10	78.30	134.60	67.20	172.40	179.80	150.50
2006	208.40	190.70	233.80	237.10	254.10	88.40	48.60	54.20	100.90	126.30	112.60	92.30
2007	143.80	182.50	206.30	213.90	191.50	93.90	40.40	41.50	57.90	148.20	182.90	163.10
2008	130.10	149.00	197.30	251.90	93.20	19.90	91.50	27.50	103.70	106.60	121.80	186.80
2009	167.70	140.10	140.50	235.80	204.10	42.70	31.50	78.70	67.20	140.70	111.20	87.10
2010	68.40	101.40	181.70		93.80		59.10					
PROM MENSUAL	164.79	168.67	217.68	228.45	174.36	79.85	63.26	74.48	96.79	135.55	150.18	151.48
PROM DIARIO	5.32	5.65	7.02	7.62	5.62	2.86	2.04	2.40	3.23	4.37	5.01	4.89

OBSERVATORIO "ALEXANDER VON HUMBOLDT"

Latitud: 12°05' S
 VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg)

Longitud: 75°57'W

Altitud:

243.7 msnm
6 m

Altura aproximada:

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2000	1.60	2.40	1.40	1.40	2.00	1.20	1.20	1.00	1.60	1.50	1.60	1.70
2001	1.50	1.40	1.50	1.40	1.30	1.00	1.00	1.30	1.30	1.40	1.40	1.30
2002	1.30	1.10	1.20	1.10	0.90	0.70	0.70	0.80	1.00	0.00	0.00	0.90
2003	1.30	1.30	1.30	1.20	1.20	1.80	1.80	1.90	1.60	1.80	2.30	1.90
2004	2.10	1.90	2.60	1.50	1.20	1.00	1.30	1.40	1.30	1.60	1.50	1.80
2005	2.50	1.87	1.20	1.87	0.97	0.97	1.06	1.40	1.11	1.80	1.29	1.80
2006	1.35	2.00	1.21	1.60	0.80	0.80	0.90	1.30	1.10	1.70	1.20	1.10
2007	1.30	1.90	1.10	1.60	1.30	1.20	0.90	1.00	1.20	1.60	1.60	1.70
2008	1.60	1.00	1.50	1.40	1.00	0.50	0.90	0.40	1.00	0.70	1.10	0.80
2009	1.08	1.01	0.95	0.58	0.66	0.26	0.53	0.38	1.00	1.17	1.54	1.06
2010	1.47	1.24	1.67				1.02					
PROM (M/SEG) A 6 M.	1.55	1.56	1.42	1.36	1.13	0.94	1.05	1.09	1.22	1.33	1.35	1.41
PROM (M/SEG) A 2 M.	1.26	1.26	1.15	1.11	0.92	0.77	0.85	0.88	0.99	1.08	1.10	1.14

OBSERVATORIO "ALEXANDER VON HUMBOLDT"

Latitud: 12°05' S
 PRECIPITACION (mm/mes)

Longitud: 75°57'W

Altitud: 243.7 msnm

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2000	2.00	0.40	0.20	0.40	0.20	2.30	1.50	1.70	0.40	0.00	0.30	0.00
2001	0.40	0.60	0.10	2.00	0.80	2.40	1.40	0.80	0.90	0.00	0.40	0.40
2002	0.00	6.80	0.10	3.00	0.00	2.00	2.00	5.60	1.90	1.50	0.40	0.00
2003	0.30	0.00	0.10	0.30	0.90	0.70	3.00	3.70	2.50	0.00	0.20	2.10
2004	0.00	0.40	0.30	0.00	0.50	3.80	1.30	1.50	0.80	1.00	0.30	0.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.60	2.20	0.30	2.10	0.30	0.30	0.10
2006	0.50	0.60	0.10	0.00	0.00	0.30	1.50	2.20	1.80	1.70	0.40	2.60
2007	0.40	0.60	0.00	0.30	0.20	0.30	3.10	2.80	4.60	0.80	0.30	0.00
2008	0.00	0.40	0.90	0.00	0.60	2.60	0.00	2.10	0.60	0.30	0.60	0.00
2009	0.00	2.60	0.90	0.00	0.40	3.60	2.80	4.00	2.40	0.60	1.30	2.90
PROM	0.36	1.24	0.27	0.60	0.56	1.86	1.88	2.47	1.80	0.62	0.47	0.81

B. Análisis de agua

Canal Bajo: muestra tomada en progresiva 0+003

Altura del campo ferial



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Teletax. 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail lae-fla@unalmolna.edu.pe

ANÁLISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE

UNALM

PROCEDENCIA

Canal de Rego UNALM, La Molina, Lima

FECHA

La Molina, 25 de Enero del 2011

N° LABORATORIO	002672
N° DE CAMPO	N - 1 (PARTE BAJA)
CE dSm	0.43
pH	7.18
Calcio meq/l	3.40
Magnesio meq/l	0.48
Sodio meq/l	0.70
Potasio meq/l	0.07
SUMA DE CATIONES	4.65
Cloruro meq/l	0.71
Sulfato meq/l	0.41
Bicarbonato meq/l	3.45
Nitratos meq/l	0.01
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	4.58
SAR	0.50
CLASIFICACION	C2-S1
Duro ppm	5.00
Hierro mg/L	0.13
Cobre mg/L	<0.035
Zinc mg/L	0.07
Manganeso mg/L	<0.03
Ptomo mg/L	<0.3
Cadmio mg/L	<0.012
Cromo mg/L	0.273
Dureza Total mg CaCO3/L	193.90
Alcalinidad Total mg CaCO3/L	172.72
Sólidos Suspendedos mg/L	28.75
Sólidos Sedimentables mL/Hr	0.50
Sólidos Totales mg/L	291.00
DQO mgO ₂ /L	31.48
Oxígeno disuelto mgO ₂ /L	9.30

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO



Canal Alto: muestra tomada en progresiva 0+005



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN
 Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800. Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@iamolina.edu.pe



ANÁLISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE: UNALM
 PROCEDENCIA: Canal de Riego UNALM - La Molina - Lima
 FECHA: La Molina - 25 de Enero del 2011

N° LABORATORIO		002575
N° DE CAMPO		AGUA DE CANAL (PARTE ALTA) - PUNTO 3
CE	dS/m	0.46
pH		7.07
Calcio	meq/l	3.20
Magnesio	meq/l	0.71
Sodio	meq/l	0.65
Potasio	meq/l	0.07
SUMA DE CATIONES		4.63
Cloruro	meq/l	0.75
Sulfato	meq/l	0.41
Bicarbonato	meq/l	3.47
Nitratos	meq/l	0.06
Carbonatos	meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES		4.69
SAR		0.47
CLASIFICACION		C2-S1
Boro	ppm	0.00
<hr/>		
Hierro	mg/L	0.63
Cobre	mg/L	<0.035
Zinc	mg/L	0.28
Manganeso	mg/L	0.073
Plomo	mg/L	<0.3
Cadmio	mg/L	<0.012
Cromo	mg/L	<0.05
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	196.02
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	173.52
Sólidos Suspendedos	mg/L	61.25
Sólidos Sedimentables	ml/L/Hr	1.00
Sólidos Totales	mg/L	361.00
DQO	mg O ₂ /L	19.67
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	8.60

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO

 ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO



9.2. Balance hídrico

A. Demanda de agua

Cultivo:	Descripción	Palto												
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Área Agrícola (has)		15,01	15,01	15,01	15,01	15,01	15,01	15,01	15,01	15,01	15,01	15,01	15,01	15,01
Kc, Palto		0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
ETO (mm/día)		3,72	4,11	4,17	3,72	2,65	1,80	1,68	1,89	2,33	2,83	3,15	3,32	3,32
ETO (mm/mes)		115,32	115,08	129,27	111,60	82,15	54,00	52,08	58,59	69,90	87,73	94,50	102,92	102,92
ETC (mm/mes)		83,03	82,88	93,07	80,36	58,15	38,88	37,50	42,18	50,33	63,17	68,04	74,10	74,10
PP (mm/mes)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Días del mes		31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00
Demanda Neta (mm/mes)		83,03	82,88	93,07	80,36	58,15	38,88	37,50	42,18	50,33	63,17	68,04	74,10	74,10
Eficiencia de Riego (%)		77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00
Demanda Bruta (mm/mes)		107,83	107,61	120,88	104,36	76,82	50,49	48,70	54,79	65,36	82,03	88,36	96,24	96,24
Demanda Bruta (mm/día)		3,48	3,84	3,90	3,48	2,48	1,68	1,57	1,77	2,18	2,65	2,95	3,10	3,10
Demanda Utilitaria (m3/ha-día)		34,78	38,43	38,99	34,78	24,78	16,83	15,71	17,67	21,79	26,46	29,45	31,04	31,04
Módulo de riego (lpe/ha)		0,40	0,44	0,45	0,40	0,29	0,19	0,18	0,20	0,25	0,31	0,34	0,36	0,36
Caudal (l/seg)		6,04	6,68	6,77	6,04	4,30	2,92	2,73	3,07	3,78	4,60	5,12	5,39	5,39
Demanda Total de Agua por mes (m3/mes)		16185,54	16151,85	18143,46	15863,42	11630,02	7578,08	7309,60	8223,30	9810,69	12313,19	13283,38	14445,16	14445,16
Demanda Total de Agua por semana (m3/semana)		3654,80	4037,86	4096,91	3654,80	2803,55	1769,45	1660,55	1856,87	2269,16	2760,40	3094,78	3291,61	3291,61

FUENTE : Valor de kc de F. Gardiazabal, C. Magdahl, F. Mina, C. Wilhelmy Chile

Diversos cultivos

Cultivo:	DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
	Área Agrícola (has)	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	
	Kc ponderado de diversos frutales	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
	ETO (mm/día)	3,72	4,11	4,17	3,72	2,65	1,80	1,68	1,89	2,33	2,63	3,15	3,32	
	ETO (mm/mes)	115,32	115,08	129,27	111,60	82,15	54,00	52,08	58,59	69,90	87,73	94,50	102,92	
	ETC (mm/mes)	103,79	103,57	119,34	100,44	73,94	48,60	46,87	52,73	62,91	78,96	85,05	92,83	
	PP (mm/mes)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Días del mes	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	
	Demanda Neta (mm/mes)	103,79	103,57	116,34	100,44	73,94	48,60	46,87	52,73	62,91	78,96	85,05	92,83	
	Eficiencia de Riego (%)	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	
	Demanda Bruta (mm/mes)	134,79	134,51	151,09	130,44	96,02	63,12	60,87	68,48	81,70	102,54	110,45	120,30	
	Demanda Bruta (mm/día)	4,35	4,80	4,87	4,35	3,10	2,10	1,96	2,21	2,72	3,31	3,68	3,88	
	Demanda Unitaria (m ³ /Ha-día)	43,48	48,04	48,74	43,48	30,97	21,04	19,64	22,09	27,23	33,08	36,82	38,81	
	Modulo de riego (lps/ha)	0,50	0,56	0,56	0,50	0,36	0,24	0,23	0,26	0,32	0,38	0,43	0,45	
	Caudal (l/seg)	0,89	0,98	1,00	0,89	0,63	0,43	0,40	0,45	0,56	0,68	0,75	0,79	
	Demanda Total de Agua por mes (m ³ /mes)	2385,76	2380,81	2674,38	2308,82	1699,54	1117,17	1077,45	1212,13	1448,11	1814,99	1955,05	2129,24	
	Demanda Total de Agua por semana (m³/semana)	598,72	595,20	603,89	598,72	383,77	280,57	243,29	273,71	337,49	409,84	458,18	480,80	22201,45

FUENTE: Valor de kc de Manual de la FAO

Maiz amarillo duro-papa

Cultivo:	DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
	Área Agrícola (has)	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	
	Kc Maiz amarillo duro-Papa	0,70	0,00	0,50	0,75	1,15	0,85	0,75	0,35	0,40	0,80	1,20	1,20	
	ETO (mm/día)	3,72	4,11	4,17	3,72	2,65	1,80	1,68	1,89	2,33	2,63	3,15	3,32	
	ETO (mm/mes)	115,32	115,08	129,27	111,60	82,15	54,00	52,08	58,59	69,90	87,73	94,50	102,92	
	ETC (mm/mes)	80,72	0,00	64,64	83,70	94,47	51,30	39,06	20,51	27,96	70,16	113,40	123,50	
	PP (mm/mes)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Días del mes	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	
	Demanda Neta (mm/mes)	80,72	0,00	64,64	83,70	94,47	51,30	39,06	20,51	27,96	70,16	113,40	123,50	
	Eficiencia de Riego (%)	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	
	Demanda Bruta (mm/mes)	104,84	0,00	83,94	108,70	122,69	66,62	50,73	26,63	36,31	91,15	147,27	160,36	
	Demanda Bruta (mm/día)	3,38	0,00	2,71	3,62	3,96	2,22	1,64	0,86	1,21	2,94	4,91	5,17	
	Demanda Unitaria (m ³ /Ha-día)	33,62	0,00	27,08	36,23	39,58	22,21	16,36	8,59	12,10	29,40	49,09	51,74	
	Modulo de riego (lps/ha)	0,39	0,00	0,31	0,42	0,46	0,26	0,19	0,10	0,14	0,34	0,57	0,60	
	Caudal (l/seg)	1,88	0,00	1,51	2,02	2,20	1,24	0,91	0,48	0,67	1,64	2,73	2,88	
	Demanda Total de Agua por mes (m ³ /mes)	5042,63	0,00	4037,56	5228,53	5801,46	3204,58	2439,98	1280,99	1748,59	4384,22	7083,82	7714,86	
	Demanda Total de Agua por semana (m³/semana)	1138,66	0,00	911,71	1219,89	1332,58	747,14	550,96	289,26	407,54	989,89	1652,89	1742,03	48065,39

FUENTE: Valor de kc de Manual de la FAO

Cultivo: **Bojal Sardilla - pallar**

Descripción	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Área Agrícola (has)	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	
Kc Leguminosas	3,72	4,11	4,17	3,72	2,65	1,80	1,68	1,69	2,33	2,63	3,15	3,32	
ETO (mm/día)	115,32	115,08	129,27	111,90	82,15	54,00	52,08	58,59	69,90	87,73	94,50	102,92	
ETC (mm/mes)	99,95	132,34	100,83	0,00	0,00	0,00	20,63	45,70	80,39	68,43	0,00	41,17	
PP (mm/mes)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Días del mes	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	
Demanda Neta (mm/mes)	99,95	132,34	100,83	0,00	0,00	0,00	20,63	45,70	80,39	68,43	0,00	41,17	
Eficiencia de Riego (%)	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	
Demanda Bruta (mm/mes)	116,82	171,87	130,95	0,00	0,00	0,00	27,05	59,35	104,40	88,87	0,00	53,46	
Demanda Bruta (mm/día)	3,77	6,14	4,22	0,00	0,00	0,00	0,87	1,91	3,48	2,87	0,00	1,72	
Demanda Unitaria (m ³ /Ha-día)	37,68	61,38	42,24	0,00	0,00	0,00	8,73	19,15	34,80	28,67	0,00	17,25	
Módulo de riego (l/seg)	0,44	0,71	0,49	0,00	0,00	0,00	0,10	0,22	0,40	0,33	0,00	0,20	
Caudal (l/seg)	0,82	1,34	0,92	0,00	0,00	0,00	0,19	0,42	0,76	0,63	0,00	0,38	
Demanda Total de Agua por mes (m ³ /mes)	2207,85	3248,39	2474,93	0,00	0,00	0,00	511,33	1121,73	1973,09	1679,63	0,00	1010,49	
Demanda Total de Agua por semana (m ³ /semana)	468,55	612,10	568,86	0,00	0,00	0,00	115,46	263,29	460,39	379,27	0,00	226,17	

FUENTE: Valor de Kc de Manual de la FAO

Algodón

Cultivo:

Descripción	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Área Agrícola (has)	2,86	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	
Kc Algodón	1,15	0,90	0,70						0,36	0,61	1,12	1,12	
ETO (mm/día)	3,72	4,11	4,17	3,72	2,65	1,80	1,68	1,89	2,33	2,83	3,15	3,32	
ETO (mm/mes)	115,32	115,08	129,27	111,60	82,15	54,00	52,08	58,69	69,90	87,79	94,50	102,92	
ETC(mm/mes)	132,62	103,57	80,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,47	53,82	105,84	115,27	
PP(mm/mes)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Días del mes	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,90	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	
Demanda Neta(mm/mes)	132,62	103,57	90,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,47	53,82	105,84	115,27	
Eficiencia de Riego(%)	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	
Demanda Bruta(mm/mes)	172,23	134,51	117,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,77	69,50	137,45	149,70	
Demanda Bruta(m³/m/día)	5,56	4,80	3,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06	2,24	4,58	4,83	
Demanda Unitaria(m³/ha-día)	55,56	48,04	37,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,58	22,42	45,82	48,29	
Módulo de riego (lps/ha)	0,64	0,56	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,28	0,53	0,56	
Caudal (l/seg)	1,90	1,65	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,77	1,57	1,65	
Demanda Total de Agua por mes (m³/mes)	5098,04	3981,47	3478,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	940,47	2057,21	4083,65	4451,17	
Demanda Total de Agua por semanas (m³/semana)	1151,17	965,37	795,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,44	464,59	949,35	1000,59	

FUENTE: Valor de kc de Manual de la FAO

9.3. Diseño agronómico

A. Parámetros de diseño agronómico

DESCRIPCION	UNIDADES	VALORES				
Área de Proyecto	ha	15,01	1,77	4,81	1,89	2,96
Cultivos		Paíto	Varios	Maíz	Leguminosa	Algodón
Separación Plantas	m	4,00	4,00	0,40	0,40	0,40
Separación Hileras de Plantas	m	6,00	4,00	0,80	0,80	1,60
PARAMETROS CLIMÁTICOS						
Evapotranspiración - Eto	mm/día	4,17	4,17	3,32	4,11	3,72
Coefficiente Cultivo - Kc		0,72	0,90	1,20	1,15	1,15
Evapotranspiración Cultivo - Etc	mm/día	3,00	3,75	3,98	4,73	4,28
Precipitación Efectiva	mm/día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lamina Neta de Riego	mm/día	3,00	3,75	3,98	4,73	4,28
Pérdidas de agua por percolación por textura de suelo	%	5%	5%	5%	5%	5%
Requerimiento de lavado por sales	%	14%	14%	14%	14%	14%
Coefficiente de uniformidad por goteo-CU	%	90%	90%	90%	90%	90%
Eficiencia aplicación de riego	%	77%	77%	77%	77%	77%
Lamina Bruta a Reponer	mm/día	3,90	4,87	5,17	6,14	5,56
PARAMETROS DE PROYECTO						
Cultivo		Paíto	Varios	Maíz	Leguminosa	Algodón
Separación Plantas	m	4	4	0,40	0,40	0,40
Separación Hileras de Plantas	m	6	4	0,8	0,8	1,6
Superficie ocupada	m ²	24	16	0,3	0,3	0,6
Caudal del gotero	l/h	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Separación entre goteros	m	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3
Numero de goteros	Unidades	30	30	1,0	1,0	1,0
N° Laterales de goteo Seleccionado/Hileras de planta	N°	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00
Frecuencia adoptada en el sistema de riego por goteo	días	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dosis Total de Riego	mm	3,90	4,87	5,17	6,14	5,56
	litros/planta	93,58	77,98	1,66	1,96	3,56
Precipitación horaria	mm/h	2,00	3,00	2,00	5,00	3,33
	m ³ /h-ha	20,00	30,00	20,00	50,00	33,33
Tiempo de riego calculado por turno	horas	1,95	1,62	2,59	1,23	1,67
N° Turnos	N°	3,00	1,88	1,00	1,00	1,00
Área de Riego por turno	ha	5,00	1,77	4,81	1,89	2,96
Tiempo total riego determinado por día	horas	5,85	1,62	2,59	1,23	1,67
Capacidad máxima del sistema por turno	l/s	27,80	14,75	26,72	26,25	27,41
PARAMETROS DE LA MANGUERA						
lateral de Riego		Manguera Autocompensada	Manguera Autocompensada	Manguera	Manguera	Manguera
Diámetro	φ	PE -17.00 mm	PE -17.00 mm	PE -16.50 mm	PE -16.50 mm	PE -16.50 mm
Clase	C	35 Mil	35 Mil	12 Mil	12 Mil	12 Mil
Espesor de pared de manguera	mm	1,20	1,20	0,30	0,30	0,30
Caudal del gotero	l/h	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Coefficiente de descarga	k	1,600	1,600	0,568	0,568	0,568
Exponente del emisor	e	0,00	0,00	0,45	0,45	0,45
Presión media nominal de trabajo	m.c.a	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Coefficiente de uniformidad-CU	%	90%	90%	90%	90%	90%
Separación entre goteros	m	0,40	0,40	0,50	0,40	0,30
N° Laterales por Hilera de cultivo	N° Laterales	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

D. Especificaciones técnicas del emisor

Streamline 16125

(Streamline 125)

For use in row crops irrigation

- Superior Turbonet® flow regime
- Wide filtration area
- Optional "flap" outlet to improve start up dogging and prevent suck-back
- Wide cross-section improves clogging resistance

DRIPPERS TECHNICAL DATA

Maximum working pressure (bar)	Flow rate at max. pressure (l/h)	Water passage diameter (mm)	Filtration screen depth (mm)	Filter constant (l/h)	K ₁	K ₂
2.0	0.85	0.58 x 0.47 x 25.0	30	0.238	0.85	
1.4	1.22	0.57 x 0.57 x 23.0	3	0.227	0.85	
1.0	1.06	0.67 x 0.65 x 23.0	25	0.508	0.85	

DRIPPERS FLOW VS. PRESSURE

Model	Flow rate (l/h) at pressure (bar)				
	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
0.72	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84
1.06	0.64	0.85	1.06	1.27	1.47
1.67	1.27	1.45	1.60	1.78	1.95

STREAMLINE TECHNICAL DATA

model ID	outside ID	wall thickness (mm)	max working pressure (bar)	K ₁
16.30	16.50	0.30	1.40	0.70

Streamline 16125 details



Internal emitter protected from mechanical damage. Low sensitivity to high water temperature.

Streamline 16125 facts

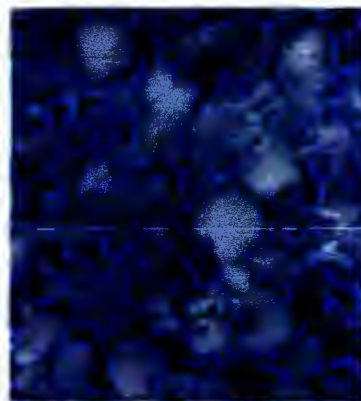
Special modified drippers construction ensuring uniform drippers and very low CV.



Large filtration area to ensure optimal performance even under harsh water conditions.



Large, wide, deep and short flow path cross-section to minimize clogging and ensure exact flow rate in all conditions.



THIN WALL DRIPPER LINES

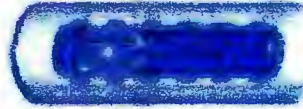
Uniram CNL 17012, 17010

Anti-drain & Anti-siphon

For greenhouse, sub-surface, deciduous & tree irrigation

- Turbonet® labyrinth assures wide water passage
- PC system for uniform flow rate from 1.0 - 4.0 bar
- Anti-siphon & self-flushing systems prevent dirt penetration and improve clogging resistance
- Anti-drain (CNL) system for efficient pulse irrigation, prevents water drainage and eliminates need for refill
- Root physical barrier improves resistance to clogging caused by root penetration

External view



Internal views

Wide filtration area to ensure optimal performance even under harsh water conditions

Injection molded design

Large, deep and wide cross section ensures clogging resistance

Root physical barrier improves resistance to root penetration

PC system ensuring exact flow rate in all field conditions

Injection molded dripper construction, ensuring uniform drippers and very low CV

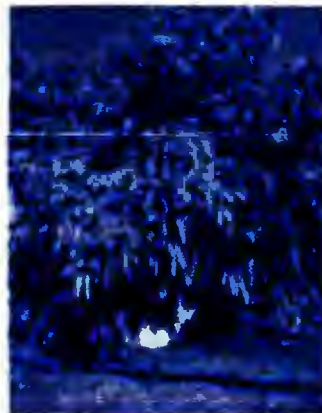
DRIPPERS TECHNICAL DATA

Flow rate (l/h)	Working pressure (bar)	Water passage diameter (mm)	Filtering width (mm)	Filtering depth (mm)	Filtering area (cm ²)	C	X	CV
1.0	1.0	0.85	0.34	40	1.36	1.0	0	0.14
1.8	1.0	1.25	0.72	40	3.25	1.6	0	0.18
3.7	1.0	1.25	1.00	40	3.25	2.1	0	0.18
4.0	1.0	1.50	1.15	40	3.50	2.5	0	0.18

* At the highest pressure range

DRIPPERLINE TECHNICAL DATA

Model	inside Ø (mm)	wall thickness (mm)	outside Ø (mm)	max. working pressure (bar)	ID
17012	14.00	1.0	17.00	4.0	1
17010	14.00	1.0	16.00	1.5	1



PRESSURE COMPENSATED DRIPPERLINES

9.4. Diseño hidráulico

A. Diseño de lateral y portalateral

TURNO 1 : PORTARREGANTES VALVULA 5

SECT #	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
	(l/s)	ACUM. (l/s)	INTERNO (mm.)	(metros)	ACUM. (metros)	HF (metros)	ACUM. (metros)	CRITICA (mps)	
1	0,088	0,09	59,80	2,00	2,00	0,00	0,00	0,03	O.K.
2	0,088	0,18	59,80	2,00	4,00	0,00	0,00	0,06	O.K.
3	0,088	0,26	59,80	2,00	6,00	0,00	0,00	0,09	O.K.
4	0,088	0,35	59,80	2,00	8,00	0,00	0,00	0,12	O.K.
5	0,088	0,44	59,80	2,00	10,00	0,00	0,00	0,16	O.K.
6	0,088	0,53	59,80	2,00	12,00	0,00	0,01	0,19	O.K.
7	0,088	0,61	59,80	2,00	14,00	0,00	0,01	0,22	O.K.
8	0,088	0,70	59,80	2,00	16,00	0,00	0,01	0,25	O.K.
9	0,088	0,79	59,80	2,00	18,00	0,00	0,01	0,28	O.K.
10	0,088	0,88	59,80	2,00	20,00	0,00	0,02	0,31	O.K.
11	0,088	0,96	59,80	2,00	22,00	0,01	0,02	0,34	O.K.
12	0,088	1,05	59,80	2,00	24,00	0,01	0,03	0,37	O.K.
13	0,088	1,14	59,80	2,00	26,00	0,01	0,04	0,41	O.K.
14	0,088	1,23	59,80	2,00	28,00	0,01	0,05	0,44	O.K.
15	0,088	1,31	59,80	2,00	30,00	0,01	0,06	0,47	O.K.
16	0,088	1,40	59,80	2,00	32,00	0,01	0,07	0,50	O.K.
17	0,088	1,49	59,80	2,00	34,00	0,01	0,08	0,53	O.K.
18	0,088	1,58	59,80	2,00	36,00	0,01	0,09	0,56	O.K.
19	0,088	1,66	59,80	2,00	38,00	0,01	0,10	0,59	O.K.
20	0,088	1,75	59,80	2,00	40,00	0,02	0,12	0,62	O.K.
21	0,088	1,84	59,80	2,00	42,00	0,02	0,14	0,65	O.K.
22	0,088	1,93	59,80	2,00	44,00	0,02	0,15	0,69	O.K.
23	0,088	2,01	59,80	2,00	46,00	0,02	0,17	0,72	O.K.
24	0,088	2,10	59,80	2,00	48,00	0,02	0,19	0,75	O.K.
25	0,088	2,19	59,80	2,00	50,00	0,02	0,22	0,78	O.K.
26	0,088	2,28	59,80	2,00	52,00	0,02	0,24	0,81	O.K.
27	0,088	2,36	59,80	2,00	54,00	0,03	0,27	0,84	O.K.
28	0,088	2,45	59,80	2,00	56,00	0,03	0,29	0,87	O.K.
29	0,088	2,54	59,80	2,00	58,00	0,03	0,32	0,90	O.K.
30	0,088	2,63	59,80	2,00	60,00	0,03	0,35	0,93	O.K.
31	0,088	2,71	59,80	2,00	62,00	0,03	0,39	0,97	O.K.
32	0,088	2,80	59,80	2,00	64,00	0,03	0,42	1,00	O.K.
33	0,088	2,89	59,80	2,00	66,00	0,04	0,46	1,03	O.K.
34	0,088	2,98	59,80	2,00	68,00	0,04	0,50	1,06	O.K.
35	0,088	3,06	59,80	2,00	70,00	0,04	0,54	1,09	O.K.
36	0,088	3,15	59,80	2,00	72,00	0,04	0,58	1,12	O.K.
37	0,088	3,24	59,80	2,00	74,00	0,04	0,63	1,15	O.K.
38	0,088	3,33	59,80	2,00	76,00	0,05	0,67	1,18	O.K.
39	0,088	3,41	59,80	2,00	78,00	0,05	0,72	1,22	O.K.
40	0,088	3,50	59,80	2,00	80,00	0,05	0,77	1,25	O.K.
41	0,088	3,59	59,80	2,00	82,00	0,05	0,83	1,28	O.K.
42	0,088	3,68	59,80	2,00	84,00	0,06	0,88	1,31	O.K.
43	0,088	3,76	59,80	2,00	86,00	0,06	0,94	1,34	O.K.
							0,25		Desnivel en Contra
							1,19		Presión final

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE PERDIDA DE CARGA

LATERAL VALVULA

SECT #	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
	(l/s)	ACUM. (l/s)	INTERNO (mm.)	(metros)	ACUM. (metros)	HF (metros)	ACUM. (metros)	CRITICA (mps)	
1	0,088	0,09	14,60	86,00	86,00	2,81	2,81	0,52	O.K.
						Fc=0.36	1,27		
						L.Equiva(m)	0,10		
							0,00		Desnivel a Favor
							1,27		Presión final

Notas:

Long. tramo portarregante(m): 85
 Espaciamiento entre hileras(m): 2
 Numero de cintas/portarregantes: 43

Caudal en la Valvula (l/s): 3.77 (esta de acuerdo de parametros de operación)
 Presion de trabajo del gotero (m): 10,00
 Presion en subunidad (m): 11,78

Como calcular el caudal en el lateral	
Long. Tramo(m):	86
Q emisor	1,6
Esp.gotero (m)	0,4
Q en lateral(l/hr)	344
Q en lateral(l/s)	0,096

TURNO 2: PORTARREGANTES VALVULA 13

SECT	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
#	(l/s)	ACUM.	INTERNO	(metros)	ACUM.	HF	ACUM.	CRITICA	
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(mps)	
1	0,140	0,14	59,80	2,00	2,00	0,00	0,00	0,05	O.K.
2	0,140	0,28	59,80	2,00	4,00	0,00	0,00	0,10	O.K.
3	0,140	0,42	59,80	2,00	6,00	0,00	0,00	0,15	O.K.
4	0,140	0,56	59,80	2,00	8,00	0,00	0,00	0,20	O.K.
5	0,140	0,70	59,80	2,00	10,00	0,00	0,01	0,25	O.K.
6	0,140	0,84	59,80	2,00	12,00	0,00	0,01	0,30	O.K.
7	0,140	0,98	59,80	2,00	14,00	0,01	0,02	0,35	O.K.
8	0,140	1,12	59,80	2,00	16,00	0,01	0,02	0,40	O.K.
9	0,140	1,26	59,80	2,00	18,00	0,01	0,03	0,45	O.K.
10	0,140	1,40	59,80	2,00	20,00	0,01	0,04	0,50	O.K.
11	0,140	1,54	59,80	2,00	22,00	0,01	0,05	0,55	O.K.
12	0,140	1,68	59,80	2,00	24,00	0,01	0,07	0,60	O.K.
13	0,140	1,81	59,80	2,00	26,00	0,02	0,09	0,65	O.K.
14	0,140	1,95	59,80	2,00	28,00	0,02	0,10	0,70	O.K.
15	0,140	2,09	59,80	2,00	30,00	0,02	0,12	0,75	O.K.
16	0,140	2,23	59,80	2,00	32,00	0,02	0,15	0,80	O.K.
17	0,140	2,37	59,80	2,00	34,00	0,03	0,17	0,85	O.K.
18	0,140	2,51	59,80	2,00	36,00	0,03	0,20	0,90	O.K.
19	0,140	2,65	59,80	2,00	38,00	0,03	0,23	0,94	O.K.
20	0,140	2,79	59,80	2,00	40,00	0,03	0,27	0,99	O.K.
21	0,140	2,93	59,80	2,00	42,00	0,04	0,31	1,04	O.K.
22	0,140	3,07	59,80	2,00	44,00	0,04	0,35	1,09	O.K.
23	0,140	3,21	59,80	2,00	46,00	0,04	0,39	1,14	O.K.
24	0,140	3,35	59,80	2,00	48,00	0,05	0,44	1,19	O.K.
25	0,140	3,49	59,80	2,00	50,00	0,05	0,49	1,24	O.K.
26	0,140	3,63	59,80	2,00	52,00	0,05	0,55	1,29	O.K.
							0,99		Desnivel a Favor
							0,56		Presión final

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE PERDIDA DE CARGA

LATERAL VALVULA 1

SECT	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
#	(l/s)	ACUM.	INTERNO	(metros)	ACUM.	HF	ACUM.	CRITICA	
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(mps)	
1	0,140	0,14	14,60	92,00	92,00	6,82	6,82	0,83	O.K.
						Fc=0,36	3,07		
						L.Equiva(m)	0,10		
							-0,75		Desnivel a Favor
							2,32		Presión final

Notas:

Long. tramo portregante(m): 51
 Espaciamiento entre hilera: 2
 Numero de cintas/portereg: 26

Como calcular el caudal en el lateral	
Long. Tramo(m):	92
Q emisor	1,6
Esp. gotero (m)	0,4
Q en lateral(l/hr)	366
Q en lateral(l/s)	0,102

Caudal en la Valvula (lps): 3,56 (sale de cuadro de parametros de operaci3n)
 Presion de trabajo del gotero (m) 10,00
 Presion en subunidad (m) 12,15

TURNO 3: PORTARREGANTES VALVULA 22

SECT	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
#		ACUM.	INTERNO		ACUM.	HF	ACUM.	CRITICA	
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(mps)	
1	0,076	0,08	59,80	2,00	2,00	0,00	0,00	0,03	O.K.
2	0,076	0,15	59,80	2,00	4,00	0,00	0,00	0,05	O.K.
3	0,076	0,23	59,80	2,00	6,00	0,00	0,00	0,08	O.K.
4	0,076	0,30	59,80	2,00	8,00	0,00	0,00	0,11	O.K.
5	0,076	0,38	59,80	2,00	10,00	0,00	0,00	0,13	O.K.
6	0,076	0,45	59,80	2,00	12,00	0,00	0,00	0,16	O.K.
7	0,076	0,53	59,80	2,00	14,00	0,00	0,01	0,19	O.K.
8	0,076	0,60	59,80	2,00	16,00	0,00	0,01	0,22	O.K.
9	0,076	0,68	59,80	2,00	18,00	0,00	0,01	0,24	O.K.
10	0,076	0,76	59,80	2,00	20,00	0,00	0,01	0,27	O.K.
11	0,076	0,83	59,80	2,00	22,00	0,00	0,02	0,30	O.K.
12	0,076	0,91	59,80	2,00	24,00	0,00	0,02	0,32	O.K.
13	0,076	0,98	59,80	2,00	26,00	0,01	0,03	0,35	O.K.
14	0,076	1,06	59,80	2,00	28,00	0,01	0,04	0,38	O.K.
15	0,076	1,13	59,80	2,00	30,00	0,01	0,04	0,40	O.K.
16	0,076	1,21	59,80	2,00	32,00	0,01	0,05	0,43	O.K.
17	0,076	1,28	59,80	2,00	34,00	0,01	0,06	0,46	O.K.
18	0,076	1,36	59,80	2,00	36,00	0,01	0,07	0,48	O.K.
19	0,076	1,44	59,80	2,00	38,00	0,01	0,08	0,51	O.K.
20	0,076	1,51	59,80	2,00	40,00	0,01	0,09	0,54	O.K.
21	0,076	1,59	59,80	2,00	42,00	0,01	0,10	0,56	O.K.
22	0,076	1,66	59,80	2,00	44,00	0,01	0,12	0,59	O.K.
23	0,076	1,74	59,80	2,00	46,00	0,02	0,13	0,62	O.K.
24	0,076	1,81	59,80	2,00	48,00	0,02	0,15	0,65	O.K.
25	0,076	1,89	59,80	2,00	50,00	0,02	0,17	0,67	O.K.
26	0,076	1,96	59,80	2,00	52,00	0,02	0,19	0,70	O.K.
27	0,076	2,04	59,80	2,00	54,00	0,02	0,21	0,73	O.K.
28	0,076	2,12	59,80	2,00	56,00	0,02	0,23	0,75	O.K.
29	0,076	2,19	59,80	2,00	58,00	0,02	0,25	0,78	O.K.
30	0,076	2,27	59,80	2,00	60,00	0,02	0,27	0,81	O.K.
31	0,076	2,34	59,80	2,00	62,00	0,03	0,30	0,83	O.K.
32	0,076	2,42	59,80	2,00	64,00	0,03	0,33	0,86	O.K.
33	0,076	2,49	59,80	2,00	66,00	0,03	0,35	0,89	O.K.
34	0,076	2,57	59,80	2,00	68,00	0,03	0,38	0,91	O.K.
35	0,076	2,64	59,80	2,00	70,00	0,03	0,42	0,94	O.K.
36	0,076	2,72	59,80	2,00	72,00	0,03	0,45	0,97	O.K.
37	0,076	2,80	59,80	2,00	74,00	0,03	0,48	1,00	O.K.
							0,00		Desnivel a Favor
							0,48		Presión final

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE PERDIDA DE CARGA

LATERAL VALVULA 1

SECT	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
#		ACUM.	INTERNO		ACUM.	HF	ACUM.	CRITICA	
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(mps)	
1	0,076	0,08	14,80	68,00	68,00	1,72	1,72	0,45	O.K.
						Fc=0,36	0,77		
						L.Equiva(m)	0,10		
							0,25		Desnivel en Contra
							1,02		Presión final

Notas:

Long. tramo portregante(m): 74
 Espaciamiento entre hilera: 2
 Numero de cintas/portareg: 37

Caudal en la Valvula (lps): 6,72 (sale de cuadro de parametros de operación)
 Presion de trabajo del gotero (m) 10,00
 Presion en subunidad (m) 11,13

Como calcular el caudal en el lateral	
Long. Tramo(m):	68
Q emisor	1,6
Esp.gotero (m)	0,4
Q en lateral(l/hr)	272
Q en lateral(l/s)	0,076

TURNO 4: PORTARREGANTES VALVULA 8

SECT #	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (mm.)	LONGITUD (metros)	LONGITUD ACUM. (metros)	PERDIDA HF (metros)	PERDIDA ACUM. (metros)	VELOCID. CRITICA (mps)	OBSERVAC.
1	0,226	0,23	71,20	2,00	2,00	0,00	0,00	0,06	O.K.
2	0,226	0,45	71,20	2,00	4,00	0,00	0,00	0,11	O.K.
3	0,226	0,68	71,20	2,00	6,00	0,00	0,00	0,17	O.K.
4	0,226	0,90	71,20	2,00	8,00	0,00	0,00	0,23	O.K.
5	0,226	1,13	71,20	2,00	10,00	0,00	0,01	0,28	O.K.
6	0,226	1,35	71,20	2,00	12,00	0,00	0,01	0,34	O.K.
7	0,226	1,58	71,20	2,00	14,00	0,01	0,02	0,40	O.K.
8	0,226	1,81	71,20	2,00	16,00	0,01	0,02	0,45	O.K.
9	0,226	2,03	71,20	2,00	18,00	0,01	0,03	0,51	O.K.
10	0,226	2,26	71,20	2,00	20,00	0,01	0,04	0,57	O.K.
11	0,226	2,48	71,20	2,00	22,00	0,01	0,06	0,62	O.K.
12	0,226	2,71	71,20	2,00	24,00	0,01	0,07	0,68	O.K.
13	0,226	2,94	71,20	2,00	26,00	0,02	0,09	0,74	O.K.
14	0,226	3,16	71,20	2,00	28,00	0,02	0,11	0,79	O.K.
15	0,226	3,39	71,20	2,00	30,00	0,02	0,13	0,85	O.K.
16	0,226	3,61	71,20	2,00	32,00	0,02	0,15	0,91	O.K.
17	0,226	3,84	71,20	2,00	34,00	0,03	0,18	0,96	O.K.
18	0,226	4,06	71,20	2,00	36,00	0,03	0,21	1,02	O.K.
19	0,226	4,29	71,20	2,00	38,00	0,03	0,24	1,08	O.K.
20	0,226	4,52	71,20	2,00	40,00	0,04	0,27	1,13	O.K.
21	0,226	4,74	71,20	2,00	42,00	0,04	0,31	1,19	O.K.
22	0,226	4,97	71,20	2,00	44,00	0,04	0,35	1,25	O.K.
23	0,226	5,19	71,20	2,00	46,00	0,04	0,40	1,30	O.K.
24	0,226	5,42	71,20	2,00	48,00	0,05	0,44	1,36	O.K.
25	0,226	5,64	71,20	2,00	50,00	0,05	0,50	1,42	O.K.
26	0,226	5,87	71,20	2,00	52,00	0,06	0,55	1,47	O.K.
27	0,226	6,10	71,20	2,00	54,00	0,06	0,61	1,53	O.K.
28	0,226	6,32	71,20	2,00	56,00	0,06	0,67	1,59	O.K.
29	0,226	6,55	71,20	2,00	58,00	0,07	0,74	1,64	O.K.
30	0,226	6,77	71,20	2,00	60,00	0,07	0,81	1,70	O.K.
31	0,226	7,00	71,20	2,00	62,00	0,08	0,89	1,76	O.K.
32	0,226	7,23	71,20	2,00	64,00	0,08	0,97	1,81	O.K.
33	0,226	7,45	71,20	2,00	66,00	0,08	1,05	1,87	O.K.
34	0,226	7,68	71,20	2,00	68,00	0,09	1,14	1,93	O.K.
35	0,226	7,90	71,20	2,00	70,00	0,09	1,23	1,98	O.K.
36	0,226	8,13	71,20	2,00	72,00	0,10	1,33	2,04	O.K.
37	0,226	8,35	71,20	2,00	74,00	0,10	1,43	2,10	O.K.
38	0,226	8,58	71,20	2,00	76,00	0,11	1,54	2,15	O.K.
							0,00		Desnivel a Favor
							1,54		Presión final

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE PERDIDA DE CARGA

LATERAL VALVULA 1

SECT #	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (mm.)	LONGITUD (metros)	LONGITUD ACUM. (metros)	PERDIDA HF (metros)	PERDIDA ACUM. (metros)	VELOCID. CRITICA (mps)	OBSERVAC.
1	0,099	0,10	14,80	89,00	89,00	3,81	3,81	0,59	O.K.
						Fc=0,36	1,62		
						L.Equiva(m)	0,10		
							-0,75		Desnivel a Favor
							0,87		Presión final

Notas:

Long. tramo portagante(m): 76
 Espaciamento entre hileras(m): 2
 Numero de cintas/portagantes: 38

Como calcular el caudal en el lateral	
Long. Tramo(m):	89
Q emisora	1,6
Esp. gotero (m)	0,4
Q en lateral(l/hr)	358
Q en lateral(l/hr)	0,099

Caudal en la Valvula (lps): 8,58 (sala de cuadro de parametros de operacion)
 Presion de trabajo del gotero (m) 10,00
 Presion en subunidad (m) 11,81

TURNO 6: PORTARREGANTES VALVULA 30

SECT #	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (mm.)	LONGITUD (metros)	LONGITUD ACUM. (metros)	PERDIDA HF (metros)	PERDIDA ACUM. (metros)	VELOCID. CRITICA (m/s)	OBSERVAC.
1	0,085	0,08	59,80	0,80	0,80	0,00	0,00	0,03	O.K.
2	0,085	0,17	59,80	0,80	1,60	0,00	0,00	0,06	O.K.
3	0,085	0,25	59,80	0,80	2,40	0,00	0,00	0,09	O.K.
4	0,085	0,34	59,80	0,80	3,20	0,00	0,00	0,12	O.K.
5	0,085	0,42	59,80	0,80	4,00	0,00	0,00	0,15	O.K.
6	0,085	0,51	59,80	0,80	4,80	0,00	0,00	0,18	O.K.
7	0,085	0,59	59,80	0,80	5,60	0,00	0,00	0,21	O.K.
8	0,085	0,68	59,80	0,80	6,40	0,00	0,00	0,24	O.K.
9	0,085	0,76	59,80	0,80	7,20	0,00	0,01	0,27	O.K.
10	0,085	0,85	59,80	0,80	8,00	0,00	0,01	0,30	O.K.
11	0,085	0,93	59,80	0,80	8,80	0,00	0,01	0,33	O.K.
12	0,085	1,02	59,80	0,80	9,60	0,00	0,01	0,36	O.K.
13	0,085	1,10	59,80	0,80	10,40	0,00	0,01	0,39	O.K.
14	0,085	1,19	59,80	0,80	11,20	0,00	0,02	0,42	O.K.
15	0,085	1,27	59,80	0,80	12,00	0,00	0,02	0,45	O.K.
16	0,085	1,36	59,80	0,80	12,80	0,00	0,02	0,48	O.K.
17	0,085	1,44	59,80	0,80	13,60	0,00	0,03	0,51	O.K.
18	0,085	1,53	59,80	0,80	14,40	0,00	0,03	0,54	O.K.
19	0,085	1,61	59,80	0,80	15,20	0,01	0,04	0,57	O.K.
20	0,085	1,70	59,80	0,80	16,00	0,01	0,05	0,61	O.K.
21	0,085	1,78	59,80	0,80	16,80	0,01	0,05	0,64	O.K.
22	0,085	1,87	59,80	0,80	17,60	0,01	0,06	0,67	O.K.
23	0,085	1,95	59,80	0,80	18,40	0,01	0,07	0,70	O.K.
24	0,085	2,04	59,80	0,80	19,20	0,01	0,07	0,73	O.K.
25	0,085	2,12	59,80	0,80	20,00	0,01	0,08	0,76	O.K.
26	0,085	2,21	59,80	0,80	20,80	0,01	0,09	0,79	O.K.
27	0,085	2,29	59,80	0,80	21,60	0,01	0,10	0,82	O.K.
28	0,085	2,38	59,80	0,80	22,40	0,01	0,11	0,85	O.K.
29	0,085	2,46	59,80	0,80	23,20	0,01	0,12	0,88	O.K.
30	0,085	2,55	59,80	0,80	24,00	0,01	0,13	0,91	O.K.
31	0,085	2,63	59,80	0,80	24,80	0,01	0,15	0,94	O.K.
32	0,085	2,72	59,80	0,80	25,60	0,01	0,16	0,97	O.K.
33	0,085	2,80	59,80	0,80	26,40	0,01	0,17	1,00	O.K.
34	0,085	2,89	59,80	0,80	27,20	0,01	0,19	1,03	O.K.
35	0,085	2,97	59,80	0,80	28,00	0,02	0,20	1,06	O.K.
36	0,085	3,06	59,80	0,80	28,80	0,02	0,22	1,09	O.K.
37	0,085	3,14	59,80	0,80	29,60	0,02	0,24	1,12	O.K.
38	0,085	3,23	59,80	0,80	30,40	0,02	0,26	1,15	O.K.
39	0,085	3,31	59,80	0,80	31,20	0,02	0,27	1,18	O.K.
40	0,085	3,40	59,80	0,80	32,00	0,02	0,29	1,21	O.K.
41	0,085	3,48	59,80	0,80	32,80	0,02	0,31	1,24	O.K.
42	0,085	3,57	59,80	0,80	33,60	0,02	0,34	1,27	O.K.
43	0,085	3,65	59,80	0,80	34,40	0,02	0,36	1,30	O.K.
44	0,085	3,74	59,80	0,80	35,20	0,02	0,38	1,33	O.K.
45	0,085	3,82	59,80	0,80	36,00	0,02	0,40	1,36	O.K.
46	0,085	3,91	59,80	0,80	36,80	0,02	0,43	1,39	O.K.
47	0,085	3,99	59,80	0,80	37,60	0,03	0,46	1,42	O.K.
48	0,085	4,08	59,80	0,80	38,40	0,03	0,48	1,45	O.K.
49	0,085	4,16	59,80	0,80	39,20	0,03	0,51	1,48	O.K.
50	0,085	4,25	59,80	0,80	40,00	0,03	0,54	1,51	O.K.
51	0,085	4,33	59,80	0,80	40,80	0,03	0,57	1,54	O.K.
52	0,085	4,42	59,80	0,80	41,60	0,03	0,60	1,57	O.K.
53	0,085	4,50	59,80	0,80	42,40	0,03	0,63	1,60	O.K.
54	0,085	4,59	59,80	0,80	43,20	0,03	0,66	1,63	O.K.
55	0,085	4,67	59,80	0,80	44,00	0,03	0,70	1,66	O.K.
56	0,085	4,76	59,80	0,80	44,80	0,04	0,73	1,69	O.K.
57	0,085	4,84	59,80	0,80	45,60	0,04	0,77	1,72	O.K.
58	0,085	4,93	59,80	0,80	46,40	0,04	0,81	1,75	O.K.
59	0,085	5,01	59,80	0,80	47,20	0,04	0,85	1,78	O.K.
60	0,085	5,10	59,80	0,80	48,00	0,04	0,89	1,82	O.K.
61	0,085	5,18	59,80	0,80	48,80	0,04	0,93	1,85	O.K.
62	0,085	5,27	59,80	0,80	49,60	0,04	0,97	1,88	O.K.
63	0,085	5,35	59,80	0,80	50,40	0,04	1,01	1,91	O.K.
64	0,085	5,44	59,80	0,80	51,20	0,04	1,06	1,94	O.K.
65	0,085	5,52	59,80	0,80	52,00	0,05	1,10	1,97	O.K.
66	0,085	5,61	59,80	0,80	52,80	0,05	1,15	2,00	O.K.
67	0,085	5,69	59,80	0,80	53,60	0,05	1,20	2,03	O.K.
68	0,085	5,78	59,80	0,80	54,40	0,05	1,25	2,06	O.K.
69	0,085	5,86	59,80	0,80	55,20	0,05	1,30	2,09	O.K.
70	0,085	5,95	59,80	0,80	56,00	0,05	1,35	2,12	O.K.
71	0,085	6,03	59,80	0,80	56,80	0,05	1,40	2,15	O.K.
72	0,085	6,12	59,80	0,80	57,60	0,05	1,46	2,18	O.K.
73	0,085	6,20	59,80	0,80	58,40	0,06	1,51	2,21	O.K.
								0,00	Desnivel a Favor
								1,51	Presión final

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE PERDIDA DE CARGA LATERAL VALVULA 1

SECT #	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (mm.)	LONGITUD (metros)	LONGITUD ACUM. (metros)	PERDIDA HF (metros)	PERDIDA ACUM. (metros)	VELOCID. CRITICA (m/s)	OBSERVAC.
1	0,116	0,12	15,90	104,00	104,00	3,69	3,69	0,36	O.K.
						F _{co} =0,36	1,66		
						L. Equiva(m)	0,10		
							-0,50		Desnivel a Favor
							1,18		Presión final

Nota: la pérdida de carga acumulada, no debe ser mayor a 2,81

2,67

Notas:

Long. tramo portregante(m) 58
 Espaciamiento entre hileras 0,5
 Numero de cintas/portareg 73

Como calcular el caudal en el lateral	
Long. Tramo(m):	104
Q emisor	1,0
Esp. gotero (m)	0,4
Q en lateral(l/hr)	416
Q en lateral(l/hr)	0,116

Caudal en la Valvula (lps): 6,16 (sale de cuadro de parametros de operación)
 Presión de trabajo del gotero (m) 10,00
 Presión en subunidad (m) 12,01

TURNO 6: PORTARREGANTES VALVULA 35

SECT	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
#	(l/s)	ACUM.	INTERNO	(metros)	ACUM.	HF	ACUM.	CRITICA	
	(l/s)	(l/s)	(m.m.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(m ps)	
1	0,061	0,06	71,20	0,80	0,80	0,00	0,00	0,02	O.K.
2	0,061	0,12	71,20	0,80	1,60	0,00	0,00	0,03	O.K.
3	0,061	0,18	71,20	0,80	2,40	0,00	0,00	0,05	O.K.
4	0,061	0,24	71,20	0,80	3,20	0,00	0,00	0,06	O.K.
5	0,061	0,30	71,20	0,80	4,00	0,00	0,00	0,08	O.K.
6	0,061	0,37	71,20	0,80	4,80	0,00	0,00	0,09	O.K.
7	0,061	0,43	71,20	0,80	5,60	0,00	0,00	0,11	O.K.
8	0,061	0,49	71,20	0,80	6,40	0,00	0,00	0,12	O.K.
9	0,061	0,55	71,20	0,80	7,20	0,00	0,00	0,14	O.K.
10	0,061	0,61	71,20	0,80	8,00	0,00	0,00	0,15	O.K.
11	0,061	0,67	71,20	0,80	8,80	0,00	0,00	0,17	O.K.
12	0,061	0,73	71,20	0,80	9,60	0,00	0,00	0,18	O.K.
13	0,061	0,79	71,20	0,80	10,40	0,00	0,00	0,20	O.K.
14	0,061	0,85	71,20	0,80	11,20	0,00	0,00	0,21	O.K.
15	0,061	0,91	71,20	0,80	12,00	0,00	0,01	0,23	O.K.
16	0,061	0,97	71,20	0,80	12,80	0,00	0,01	0,24	O.K.
17	0,061	1,03	71,20	0,80	13,60	0,00	0,01	0,26	O.K.
18	0,061	1,10	71,20	0,80	14,40	0,00	0,01	0,28	O.K.
19	0,061	1,16	71,20	0,80	15,20	0,00	0,01	0,29	O.K.
20	0,061	1,22	71,20	0,80	16,00	0,00	0,01	0,31	O.K.
21	0,061	1,28	71,20	0,80	16,80	0,00	0,01	0,32	O.K.
22	0,061	1,34	71,20	0,80	17,60	0,00	0,01	0,34	O.K.
23	0,061	1,40	71,20	0,80	18,40	0,00	0,02	0,35	O.K.
24	0,061	1,46	71,20	0,80	19,20	0,00	0,02	0,37	O.K.
25	0,061	1,52	71,20	0,80	20,00	0,00	0,02	0,38	O.K.
26	0,061	1,58	71,20	0,80	20,80	0,00	0,02	0,40	O.K.
27	0,061	1,64	71,20	0,80	21,60	0,00	0,02	0,41	O.K.
28	0,061	1,70	71,20	0,80	22,40	0,00	0,03	0,43	O.K.
29	0,061	1,77	71,20	0,80	23,20	0,00	0,03	0,44	O.K.
30	0,061	1,83	71,20	0,80	24,00	0,00	0,03	0,46	O.K.
31	0,061	1,89	71,20	0,80	24,80	0,00	0,04	0,47	O.K.
32	0,061	1,95	71,20	0,80	25,60	0,00	0,04	0,49	O.K.
33	0,061	2,01	71,20	0,80	26,40	0,00	0,04	0,50	O.K.
34	0,061	2,07	71,20	0,80	27,20	0,00	0,05	0,52	O.K.
35	0,061	2,13	71,20	0,80	28,00	0,00	0,05	0,54	O.K.
36	0,061	2,19	71,20	0,80	28,80	0,00	0,05	0,55	O.K.
37	0,061	2,25	71,20	0,80	29,60	0,00	0,06	0,57	O.K.
38	0,061	2,31	71,20	0,80	30,40	0,00	0,06	0,58	O.K.
39	0,061	2,37	71,20	0,80	31,20	0,00	0,07	0,60	O.K.
40	0,061	2,43	71,20	0,80	32,00	0,00	0,07	0,61	O.K.
41	0,061	2,50	71,20	0,80	32,80	0,00	0,08	0,63	O.K.
42	0,061	2,56	71,20	0,80	33,60	0,01	0,08	0,64	O.K.
43	0,061	2,62	71,20	0,80	34,40	0,01	0,09	0,66	O.K.
44	0,061	2,68	71,20	0,80	35,20	0,01	0,09	0,67	O.K.
45	0,061	2,74	71,20	0,80	36,00	0,01	0,10	0,69	O.K.
46	0,061	2,80	71,20	0,80	36,80	0,01	0,10	0,70	O.K.
47	0,061	2,86	71,20	0,80	37,60	0,01	0,11	0,72	O.K.
48	0,061	2,92	71,20	0,80	38,40	0,01	0,12	0,73	O.K.
49	0,061	2,98	71,20	0,80	39,20	0,01	0,12	0,75	O.K.
50	0,061	3,04	71,20	0,80	40,00	0,01	0,13	0,76	O.K.
51	0,061	3,10	71,20	0,80	40,80	0,01	0,14	0,78	O.K.
52	0,061	3,17	71,20	0,80	41,60	0,01	0,15	0,79	O.K.
53	0,061	3,23	71,20	0,80	42,40	0,01	0,15	0,81	O.K.
54	0,061	3,29	71,20	0,80	43,20	0,01	0,16	0,83	O.K.
55	0,061	3,35	71,20	0,80	44,00	0,01	0,17	0,84	O.K.
56	0,061	3,41	71,20	0,80	44,80	0,01	0,18	0,86	O.K.
57	0,061	3,47	71,20	0,80	45,60	0,01	0,19	0,87	O.K.
58	0,061	3,53	71,20	0,80	46,40	0,01	0,20	0,89	O.K.
							0,00		Desnivel a Favor
							0,20		Presión final

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE PERDIDA DE CARGA

LATERAL VALVULA 1

SECT	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
#	(l/s)	ACUM.	INTERNO	(metros)	ACUM.	HF	ACUM.	CRITICA	
	(l/s)	(l/s)	(m.m.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(m ps)	
1	0,114	0,114	15,90	103,00	103,00	3,59	3,59	0,58	O.K.
						F _c =0,38	1,62		
						L.Equiva(m)	0,10		
							-0,50		Desnivel a Favor
							1,12		Presión final

Nota: la pérdida de carga acumulada, no debe ser mayor a 2,81 1,31

Notas:

Long. tramo portregante(m) 46
 Espaciamento entre hilera: 0,8
 Numero de cintas/portareg: 58

Como calcular el caudal en el lateral
 Long. Tramo(m): 103
 Q emisior 1,6
 Esp. gotero (m) 0,4
 Q en lateral(l/hr) 412
 Q en lateral(l/hr) 0,114

Caudal en la Valvula (ps): 3,50 (sale de cuadro de parametros de operación)
 Presion de trabajo del gotero (m) 10,00
 Presion en subunidad (m) 10,99

TURNO 7: PORTARREGANTES VALVULA 39

SECT #	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (m.m.)	LONGITUD (metros)	LONGITUD ACUM. (metros)	PERDIDA HF (metros)	PERDIDA ACUM. (metros)	VELOCID. CRITICA (m ps)	OBSERVAC.
1	0,178	0,18	71,20	1,60	1,60	0,00	0,00	0,04	O.K.
2	0,178	0,36	71,20	1,60	3,20	0,00	0,00	0,09	O.K.
3	0,178	0,53	71,20	1,60	4,80	0,00	0,00	0,13	O.K.
4	0,178	0,71	71,20	1,60	6,40	0,00	0,00	0,18	O.K.
5	0,178	0,89	71,20	1,60	8,00	0,00	0,00	0,22	O.K.
6	0,178	1,07	71,20	1,60	9,60	0,00	0,01	0,27	O.K.
7	0,178	1,24	71,20	1,60	11,20	0,00	0,01	0,31	O.K.
8	0,178	1,42	71,20	1,60	12,80	0,00	0,01	0,36	O.K.
9	0,178	1,60	71,20	1,60	14,40	0,00	0,02	0,40	O.K.
10	0,178	1,78	71,20	1,60	16,00	0,01	0,02	0,45	O.K.
11	0,178	1,96	71,20	1,60	17,60	0,01	0,03	0,49	O.K.
12	0,178	2,13	71,20	1,60	19,20	0,01	0,04	0,54	O.K.
13	0,178	2,31	71,20	1,60	20,80	0,01	0,05	0,58	O.K.
14	0,178	2,49	71,20	1,60	22,40	0,01	0,06	0,63	O.K.
15	0,178	2,67	71,20	1,60	24,00	0,01	0,07	0,67	O.K.
16	0,178	2,84	71,20	1,60	25,60	0,01	0,08	0,71	O.K.
17	0,178	3,02	71,20	1,60	27,20	0,01	0,09	0,76	O.K.
18	0,178	3,20	71,20	1,60	28,80	0,02	0,11	0,80	O.K.
19	0,178	3,38	71,20	1,60	30,40	0,02	0,13	0,85	O.K.
20	0,178	3,55	71,20	1,60	32,00	0,02	0,14	0,89	O.K.
21	0,178	3,73	71,20	1,60	33,60	0,02	0,16	0,94	O.K.
22	0,178	3,91	71,20	1,60	35,20	0,02	0,19	0,98	O.K.
23	0,178	4,09	71,20	1,60	36,80	0,02	0,21	1,03	O.K.
24	0,178	4,27	71,20	1,60	38,40	0,03	0,23	1,07	O.K.
25	0,178	4,45	71,20	1,60	40,00	0,03	0,26	1,12	O.K.
26	0,178	4,62	71,20	1,60	41,60	0,03	0,29	1,16	O.K.
27	0,178	4,80	71,20	1,60	43,20	0,03	0,32	1,21	O.K.
28	0,178	4,98	71,20	1,60	44,80	0,03	0,36	1,25	O.K.
29	0,178	5,16	71,20	1,60	46,40	0,04	0,39	1,30	O.K.
30	0,178	5,33	71,20	1,60	48,00	0,04	0,43	1,34	O.K.
31	0,178	5,51	71,20	1,60	49,60	0,04	0,47	1,38	O.K.
32	0,178	5,69	71,20	1,60	51,20	0,04	0,51	1,43	O.K.
33	0,178	5,87	71,20	1,60	52,80	0,04	0,55	1,47	O.K.
34	0,178	6,05	71,20	1,60	54,40	0,05	0,60	1,52	O.K.
35	0,178	6,22	71,20	1,60	56,00	0,05	0,65	1,56	O.K.
36	0,178	6,40	71,20	1,60	57,60	0,05	0,70	1,61	O.K.
37	0,178	6,58	71,20	1,60	59,20	0,05	0,76	1,65	O.K.
38	0,178	6,76	71,20	1,60	60,80	0,06	0,81	1,70	O.K.
39	0,178	6,93	71,20	1,60	62,40	0,06	0,87	1,74	O.K.
40	0,178	7,11	71,20	1,60	64,00	0,06	0,93	1,79	O.K.
41	0,178	7,29	71,20	1,60	65,60	0,06	1,00	1,83	O.K.
42	0,178	7,47	71,20	1,60	67,20	0,07	1,07	1,88	O.K.
43	0,178	7,65	71,20	1,60	68,80	0,07	1,14	1,92	O.K.
44	0,178	7,82	71,20	1,60	70,40	0,07	1,21	1,96	O.K.
45	0,178	8,00	71,20	1,60	72,00	0,08	1,29	2,01	O.K.
46	0,178	8,18	71,20	1,60	73,60	0,08	1,37	2,05	O.K.
47	0,178	8,36	71,20	1,60	75,20	0,08	1,45	2,10	O.K.
48	0,178	8,53	71,20	1,60	76,80	0,09	1,53	2,14	O.K.
49	0,178	8,71	71,20	1,60	78,40	0,09	1,62	2,19	O.K.
50	0,178	8,89	71,20	1,60	80,00	0,09	1,71	2,23	O.K.
							0,00		Desnivel a Favor
							1,71		Presión final

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE PERDIDA DE CARGA

LATERAL VALVULA 1

SECT #	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (m.m.)	LONGITUD (metros)	LONGITUD ACUM. (metros)	PERDIDA HF (metros)	PERDIDA ACUM. (metros)	VELOCID. CRITICA (m ps)	OBSERVAC.
1	0,112	0,11	15,90	101,00	101,00	3,41	3,41	0,57	O.K.
						Fc=0,36	1,53		
						L.Equiva(m)	0,10		
							-0,50		Desnivel a Favor
							1,03		Presión final

Nota: la pérdida de carga acumulada, no debe ser mayor a 3.57 2.75

Notas:


Long. tramo portegante(m) 80
 Espaciamento entre hilera: 1,6
 Numero de cintas/portareg: 50

Como calcular el caudal en el lateral
Long. Tramo(m): 101
Q emisor 1,6
Esp.gotero (m) 0,4
Q en lateral(l/hr) 404
Q en lateral(l/hr) 0,112

Caudal en la Valvula (lps): 0,112 (base de cuadro de parametros de operación)
 Presion de trabajo del gotero (m) 10,00
 Presion en subunidad (m) 12,06

9.5. Diseño de cabezal de riego

A. Selección de bomba

 <p>SOLUCIONES CON TECNOLOGIA</p>		DESCRIPCIÓN No. H26 OFERTA No VL- VL-0958821631 ITEM No. 1	
BOMBA TURBINA VERTICAL TABLA TÉCNICA			
MODELO DE EQUIPO BOMBA BOM-L-06-HMSS-Lub x agua			
CODIGO			
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA	
Tipo de instalación:	Cisterna	Caudal (lps):	19.4
Líquido a bombear:	Agua limpia	A.D.T. (m):	47.6
Temperatura fluido (°C):	25	Eficiencia (%):	78.6
Gravedad específica:	1	Potencia absorbida (hp):	15.7
Nivel de pH:	7	Potencia Abs. Máx. (hp):	15.7
Temperatura ambiente (°C):	-	Velocidad de Oper. (rpm):	1750
Altitud (metros):	800	NPSH requerido (m):	2.9
Caudal (lps):	19.41	Sumergido mínimo (pulg):	18.00
A.D.T. (m):	47.64	Recubrimiento de parcelana:	SI
Tipo de lubricación:	Agua		
Nivel estático (m):	-		
Nivel dinámico (m):	-		
Profundidad inst. (m):	-		
Profundidad pozo (m):	6.53		
Díametro pozo (pulg):	-		
Presión descarga (psi):	-		

DATOS BOMBA		MOTOR ELÉCTRICO	
Marca:	HIDROSTAT	Marca:	WEG
Tipo de Bomba:	HMSS	Tipo:	Cerrado
Tipo de impulsor:	Cerrado	Eficiencia:	Estándar
Díametro de descarga:	5 pulg	Forma de Construcción:	REC
No. de etapas:	6	Eje de motor:	Sólido
Díametro del impulsor:	146.5	Grado de protección:	IP55
Díametro exterior bomba:	7.75 pulg	Frame:	160 M
Tipo de canastilla:	Cesto	Factor de servicio:	1.15
Tipo de lubricación:	Agua	Potencia nominal (hp):	20
Longitud / Ø Tubo succión:	- / -	Potencia consuegla (hp):	-
		Velocidad nominal (rpm):	1765
		Voltaje Fases Hz:	440 V 3 60
		Tipo de arranque:	Estrella-Triángulo

COLUMNA DESCARGA	
Díam. columna exterior:	5"
Díam. Columna interior:	1"
Longitud:	4.6 m (15 pies)
Díam. separadores (pulg):	-
No. de separadores:	-

SOPORTE DE RODAMIENTOS	
Tipo:	Alto empuje

MATERIALES DE FABRICACIÓN		SISTEMA DE ENLACE	
Ejecución metalúrgica:	STD 1	Prensado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Tazón:	Fierro fundido	Mecánico:	<input type="checkbox"/>
Impulsor:	Bronce ASTM B504 872	Marca:	
Eje bomba:	Acero inoxidable AISI 416	Modelo:	
Bodina tazón:	Bronce ASTM B143, 1A	Materiales:	
Canastilla succión:	Fe. Galvanizado	Cód. Marc:	
Columna exterior:	Acero ASTM A-53 Gr. B (schedule 40)		
Eje columna:	Acero al carbono C-1045		
Linterna descarga:	Fierro Fundido gris ASTM A48 CL-30B		
funda ^{ca} :	-		
Anillo desgaste Tazón:	-		
Anillo desgaste impulsor:	-		
Doc. anidescg. Prensado:	-		

SISTEMA TRANSMISIÓN	
Tipo:	Acople rígido
Marca:	Hidrostat
Modelo:	HPSS-1

PRUEBAS	
Prueba de desempeño	No.
Prueba hidráulica	No.
Certificado NPSH	No.
Otros	-



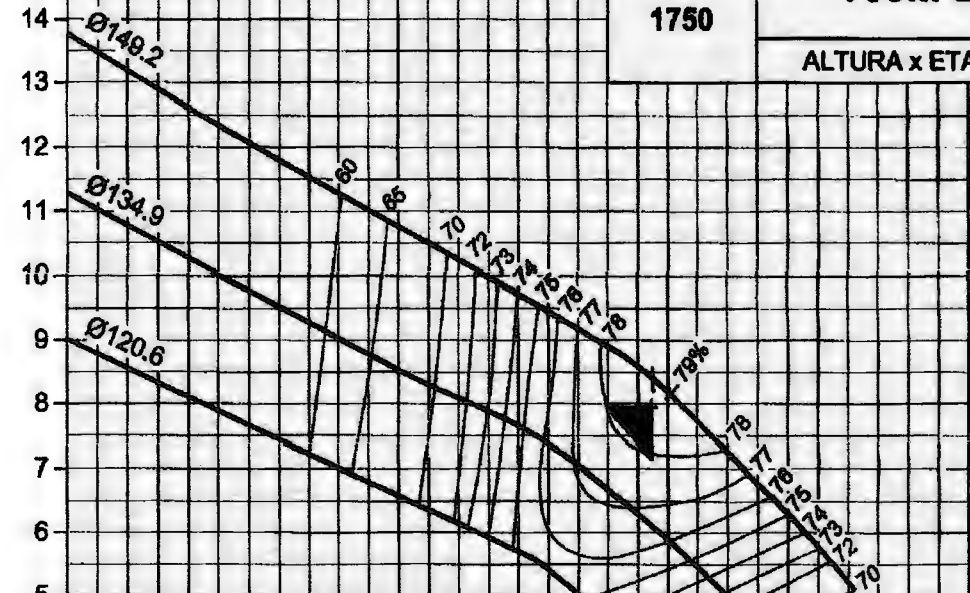
Hydrostal
SOLUCIONES CON TECNOLOGIA

B08M-L
T08M-L

ALTURA x ETAPA

RPM
1750

H
(m)



THRUST
(LBS)

300

200

100

0

NPSH

THRUST

N

(HP)

3

2

1

0

Q (L/S)

NPSH
(m)

10

6

4

2

0

N

(HP)

3

2

1

0

CURVA DE OPERACION SEGUN NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2

Ø IMPULSOR: INDICADO
Ø TAZON: 7.314"

- Curvas mostradas son para tazones de fierro fundido gris aporcelanados e impulsores de bronce pulidos y para 4 etapas o más.
- Para tazones sin aporcelanar multiplicar: η x 0.96 y H x 0.96
- Para tazones o impulsores en inoxidable: η x 0.93 y H x 0.93
- De 1 a 3 etapas reducir la eficiencia según indica la tabla.

No. Etapas: 1 2 3
Puntos a Restar: -3 -2 -1

SUMERG. MINIMA
10"

Dib.: W. Legua S.

Rev:

Aprob:

Fecha: 14/06/2011

14-01588-4Z

¡¡CURVAS 102-LINEA 2 CURVAS COMPLETAS LINEA 2 NUEVO FORMATO 08M-L-01-1750-RP1.dwg

9.6. Planos

A. Plano del sistema de riego por goteo.

MAPA DE UBICACION DEL PROGRAMA FRUTALES

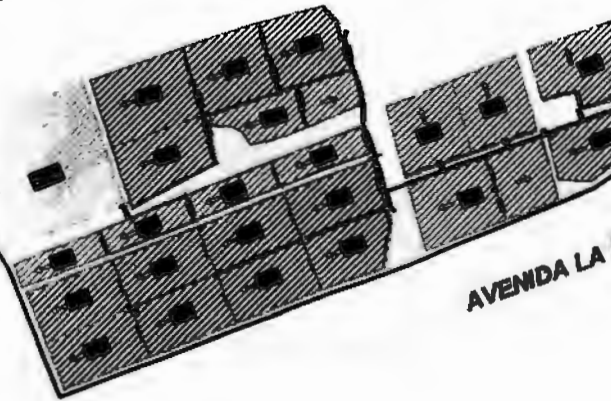
AVENIDA LA UNIVERSIDAD

CAMPUS UNIVERSITARIO

PROGRAMA EL FUNDO

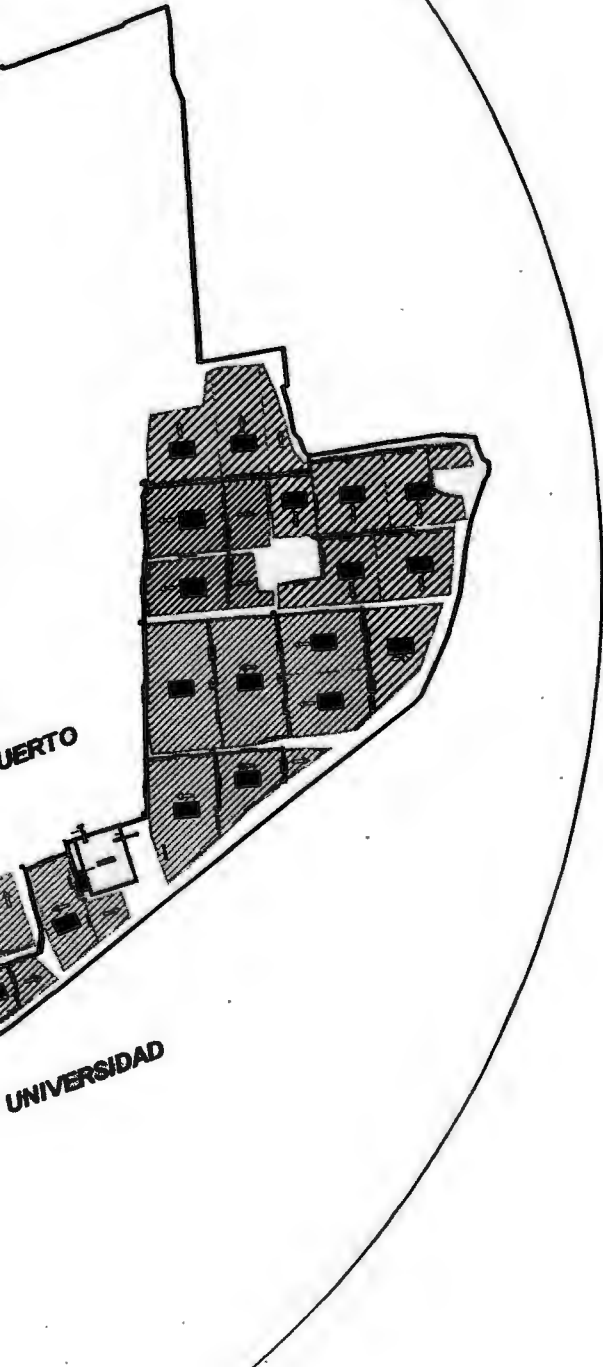
PROGRAMA DE ORNAMENTALES

PROGRAMA EL H



AVENIDA LA

A DE



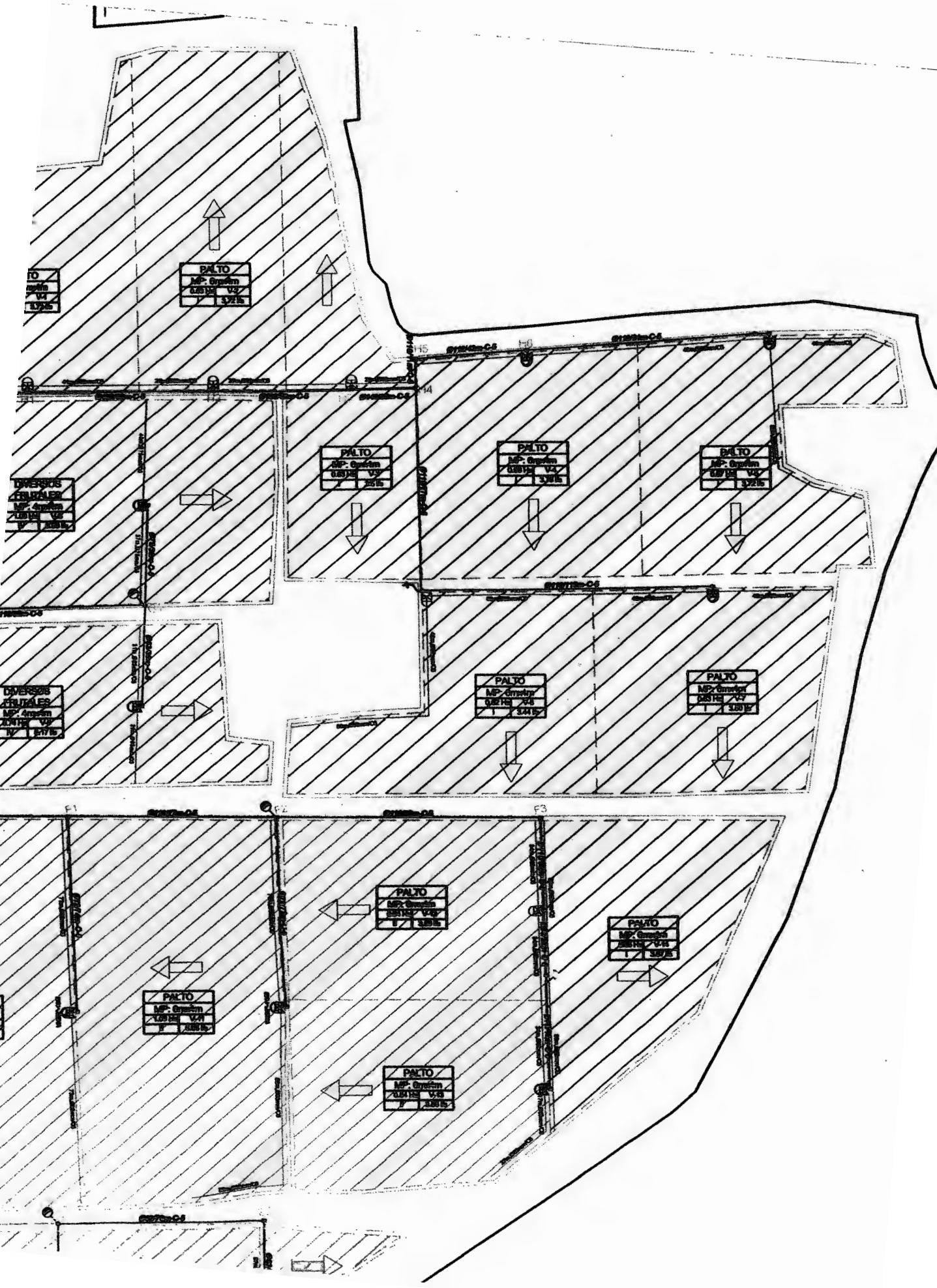
PARAMETROS D

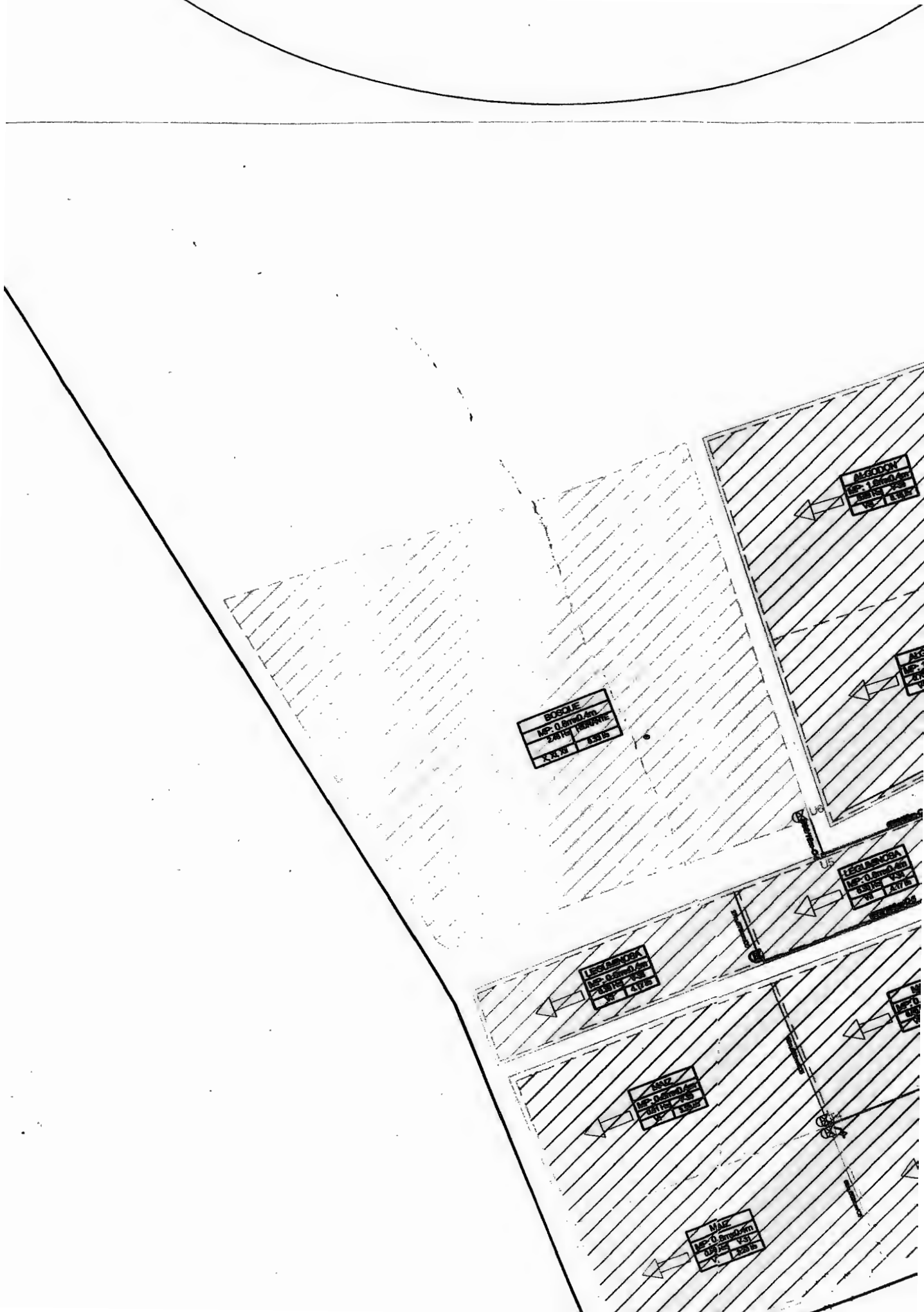
TURNOS	N° SECTORES	AREA		
		VALVULA	TURNO	VAL
		(Ha)	(Ha)	m3/hr
I	1	0,670	5,24	13,40
	2	0,680		13,60
	3	0,630		12,60
	4	0,680		13,60
	5	0,670		13,40
	6	0,620		12,40
	7	0,630		12,60
	14	0,660		13,20
II	10	1,110	4,95	22,20
	11	1,090		21,80
	12	0,640		12,80
	13	0,640		12,80
	16	0,890		17,80
	15	0,580		11,60
III	17	0,730	4,82	14,60
	18	0,650		13,00
	19	0,860		17,20
	20	0,690		13,80
	21	0,680		13,60
	22	1,210		24,20
IV	8	1,030	1,77	30,90
	9	0,740		22,20
V	24	0,600	4,81	12,00
	25	0,580		11,60
	26	0,590		11,80
	27	0,630		12,60
	28	0,600		12,00
	29	0,610		12,20
	30	0,610		12,20
	31	0,590		11,80
VI	32	0,330	1,89	16,50
	33	0,300		15,00
	34	0,300		15,00
	35	0,300		15,00
	36	0,660		33,00
VII	37	0,670	2,96	22,33
	38	0,710		23,67
	39	0,880		29,33
	40	0,700		23,33
TOTAL		26,440		

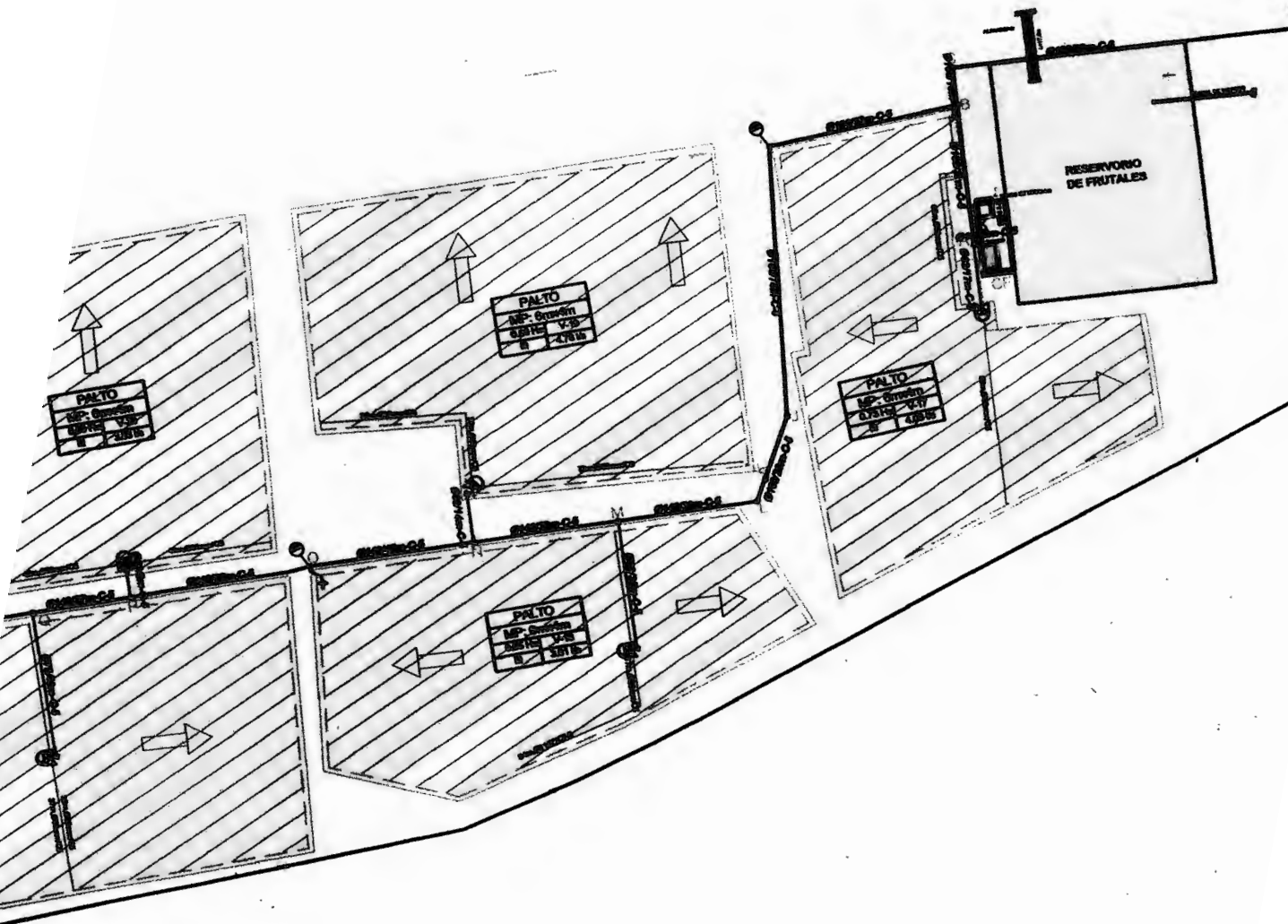
IRRIAGACIÓN - AREA AGRICOLA "FRUTALES-FUNDO" (A=26,44 ha)

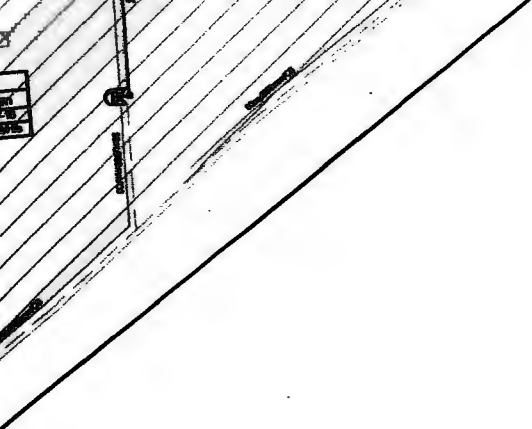
CANTIDAD	TURNO		CULTIVO	TIPO DE EMISOR DE RIEGO	DOSIS TOTAL DE RIEGO		TIEMPO RIEGO (hr)
	m3/hr	l/s			m3/ha/día	m3/día	
	2	3			0	3	
104,80	29,11	Palto (4x6)	Manguera Compensada (q=1.6 l/h, @0.4 y 3 Lat/1 H cultivo) - UNIRAIN 17010-CNL/NETAFIN	38,99	204,32	1,95	
7	3	3	3	4	0	7	
99,00	27,50	Palto (4x6)	Manguera Compensada (q=1.6 l/h, @0.4 y 3 Lat/1 H cultivo) - UNIRAIN 17010-CNL/NETAFIN	38,99	193,01	1,95	
6	1	3	3	8	2	3	1
96,40	26,78	Palto (4x6)	Manguera Compensada (q=1.6 l/h, @0.4 y 3 Lat/1 H cultivo) - UNIRAIN 17010-CNL/NETAFIN	38,99	187,94	1,95	
8	7	3	3	8	2	3	1
53,10	14,75	Diversos Frutales	Manguera Compensada (q=1.6 l/h, @0.4 y 3 Lat/1 H cultivo) - UNIRAIN 17010-CNL/NETAFIN	48,74	86,27	1,62	
3	2	8	0	3	9	9	8
96,20	26,72	Maiz (0.8x0.4)	Manguera simple (q=1.6 l/h, @0.5m y 1 Lat/1 H cultivo)-STREAMLINE 16125-NETAFIN	51,74	248,87	2,59	
8	7	7	7	7	7	7	
94,50	26,25	Leguminosa (0.8x0.4)	Manguera simple (q=1.6 l/h, @0.4m y 1 Lat/1 H cultivo)-STREAMLINE 16125-NETAFIN	61,38	116,01	1,23	
0	7	5	8	7	5	8	
98,67	27,41	Algodon (1.6x0.4)	Manguera simple (q=1.6 l/h, @0.3m y 1 Lat/1 H cultivo)-STREAMLINE 16125-NETAFIN	55,56	164,45	1,67	
							12,96











Sector de riego
 Tubo PVC 160mm UF-C5
 Tubo PVC 140mm UF-C5
 Tubo PVC 110mm UF-C5
 Tubo PVC 80mm UF-C5
 Tubo PVC 75mm UF-C5
 Tubo PVC 63mm UF-C5
 Tubo Portalateral PVC 63mm UF-C5
 Arco Riego 2" Tipo I
 Arco Riego 2" Tipo II
 Arco Riego 2" Tipo III
 Arco Riego 2" Tipo IV
 Arco Riego 3" Tipo I
 Arco Riego 3" Tipo II
 Válvula Aire D.E. 2"
 Purga Red C/ Válvula 3"
 Codo Ancho y Nudo
 Dirección Lateral Gotero

Cultivo	
Marco Plantación	
Area (ha)	N° Válvula
N° Turno	Caudal (l/s)

TURNOS-FRUTALES	
	TURNO 1
	TURNO 2
	TURNO 3
	TURNO 4
	TURNO 5
	TURNO 6
	TURNO 7

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL PROGRAMA DE FRUTALES - UNALM