

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO,  
FUNDO ESPERANZA BAJA, DISTRITO HUARAL - HUARAL - LIMA”**

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

**CÉSAR ALBERTO HERBOZO RIVERO**












**LIMA – PERÚ**

**2022**

## Document Information

Analyzed document	TSP_HERBOZO CESAR.pdf (D157407400)
Submitted	1/30/2023 10:43:00 PM
Submitted by	NÉSTOR MONTALVO ARQUIÑIGO
Submitter email	nmontalvo@lamolina.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	nmontalvo.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP_GONZALES_JESUS 0.8.09.22.pdf</b> Document TSP_GONZALES_JESUS 0.8.09.22.pdf (D145680428) Submitted by: dascencios@lamolina.edu.pe Receiver: hpcbioinformatica.unalm@analysis.arkund.com	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP MEZA COMPLETO FINAL (2).pdf</b> Document TSP MEZA COMPLETO FINAL (2).pdf (D154781322) Submitted by: msanchez@lamolina.edu.pe Receiver: msanchez.unalm@analysis.arkund.com	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP-Chapoñan_Lourdes_17-09-2022 .docx</b> Document TSP-Chapoñan_Lourdes_17-09-2022 .docx (D144333773) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 4
<b>SA</b>	<b>c64b251fab747a35e8b33f7367ece0ff10d903d3.docx</b> Document c64b251fab747a35e8b33f7367ece0ff10d903d3.docx (D64521646)	 5
<b>SA</b>	<b>GUBERT MERA_FINAL_urkun.docx</b> Document GUBERT MERA_FINAL_urkun.docx (D142812307)	 1
<b>SA</b>	<b>Tesis Ing Cherrez.pdf</b> Document Tesis Ing Cherrez.pdf (D20833693)	 1
<b>SA</b>	<b>PERFIL MAYO 6.docx</b> Document PERFIL MAYO 6.docx (D19796739)	 1
<b>W</b>	URL: <a href="http://www.avocadosource.com/Journals/2_Seminario/2_Seminario_Gardiazabal_Fertilizacion_y_Rieg...">http://www.avocadosource.com/Journals/2_Seminario/2_Seminario_Gardiazabal_Fertilizacion_y_Rieg...</a> Fetched: 1/30/2023 10:43:00 PM	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP-Chapoñan_Lourdes 24_01_2023docx.docx</b> Document TSP-Chapoñan_Lourdes 24_01_2023docx.docx (D157201441) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 6
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP-Chapoñan_Lourdes_17-09-2022 .docx</b> Document TSP-Chapoñan_Lourdes_17-09-2022 .docx (D144330874) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>TESIS DE GRADO JC- UNIFICADA - OCTUBRE-2015.pdf</b> Document TESIS DE GRADO JC- UNIFICADA - OCTUBRE-2015.pdf (D18433089)	 1

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO,  
FUNDO ESPERANZA BAJA, DISTRITO HUARAL - HUARAL - LIMA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. CÉSAR ALBERTO HERBOZO RIVERO**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. ABSALÓN VÁSQUEZ VILLANUEVA  
Presidente

Dr. NÉSTOR MONTALVO ARQUIÑIGO  
Asesor

Mag. SAÚL MOISÉS TORRES MURGA  
Miembro

Ing. FRANCISCO JAVIER ROJAS ALEJANDRO  
Miembro

LIMA – PERU

2022

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. GENERALIDADES.....	1
1.2. ALCANCES.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. RIEGO POR GOTEO PRESURIZADO.....	3
2.1.1. Sistema de riego por goteo presurizado.....	3
2.1.2. Ventajas y desventajas del riego por goteo presurizado.....	3
2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PRESURIZADO.....	4
2.2.1. Fuente de energía.....	4
2.2.2. Cabezal de control.....	5
2.2.3. Red de distribución.....	7
2.2.4. Dispositivos de medida, control y protección.....	8
2.2.5. Goteros.....	8
2.3. FACTORES PARA CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PRESURIZADO.....	9
2.3.1. Tipo de cultivo.....	9
2.3.2. Cantidad de agua disponible.....	9
2.3.3. Calidad del agua para riego.....	9
2.3.4. Suelo.....	9
2.3.5. Topografía.....	10
2.3.6. Clima.....	10
2.3.7. Energía necesaria.....	10
2.4. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS.....	11
2.4.1. Evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> ).....	11
2.4.2. Coeficiente de cultivo (K <sub>c</sub> ).....	11
2.4.3. Evapotranspiración del cultivo (ET <sub>c</sub> ).....	11

2.4.4. Necesidades netas de riego (Nn).....	11
2.4.5. Necesidades totales de riego (Nt) .....	12
2.5. PROGRAMACIÓN DE RIEGO .....	14
2.5.1. Frecuencia de riego.....	14
2.5.2. Tiempo de riego.....	14
2.5.3. Precipitación horaria.....	15
2.6. DISEÑO HIDRAULICO .....	15
2.6.1. Velocidad recomendable .....	15
2.6.2. Perdida de carga permisible en la subunidad de riego.....	15
2.6.3. Caudal en el lateral (Ql).....	16
2.6.4. Perdida de carga total en el lateral (HF) .....	16
2.6.5. Caudal de diseño del portolateral.....	17
2.6.6. Cálculo de la pérdida de carga en el portolateral.....	17
2.6.7. Diseño de la matriz.....	17
2.6.8. Requerimiento de potencia del sistema .....	18
2.7. CULTIVO DE PALTO .....	18
2.7.1. Origen .....	18
2.7.2. Morfología .....	19
2.7.3. Manejo agronómico .....	19
2.7.4. Densidad de plantación.....	20
2.7.5. Riego.....	21
<b>III. DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>	<b>22</b>
3.1. MATERIALES.....	22
3.1.2. Materiales y equipos .....	25
3.2. METODOLOGÍA .....	25
3.2.1. Recopilación de información básica.....	25
3.2.2. Balance hídrico .....	25
3.2.3. Diseño agronómico.....	26
3.2.4. Diseño hidráulico.....	26
3.2.5. Estimación del presupuesto .....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
4.1. INFORMACION BASICA .....	27
4.1.1. Cultivo .....	27
4.1.2. Agua.....	27

4.1.3. Suelo .....	29
4.1.4. Clima.....	30
4.1.5. Fuente de energía.....	31
4.2. BALANCE HIDRICO .....	31
4.3. DISEÑO AGRONOMICO .....	33
4.3.1. Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> ).....	33
4.3.2. Coeficiente de cultivo (K <sub>c</sub> ).....	33
4.3.3. Cálculo de evapotranspiración de cultivo (ET <sub>c</sub> ) .....	34
4.3.4. Demandas totales (N <sub>t</sub> ) .....	34
4.3.5. Selección del gotero.....	35
4.3.6. Número de emisores .....	35
4.3.7. Precipitación horaria .....	36
4.3.8. Parámetros de operación.....	36
4.4. DISEÑO HIDRÁULICO .....	39
4.4.1. Diseño del lateral de riego .....	39
4.4.2. Diseño de la línea portalateral .....	39
4.4.3. Diseño de la matriz .....	39
4.4.4. Arcos de riego .....	40
4.4.5. Cálculo del sistema de bombeo .....	40
4.4.6. Diseño del cabezal de riego .....	42
4.5. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO .....	44
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de Rp en terrenos con pendiente inferior al 5 por ciento .....	13
Tabla 2: Acceso a la zona del proyecto .....	24
Tabla 3: Análisis de agua.....	28
Tabla 4: Características geométricas del reservorio .....	29
Tabla 5: Análisis de suelo.....	30
Tabla 6: Datos climatológicos .....	30
Tabla 7: Balance hídrico.....	32
Tabla 8: Coeficiente de cultivo (Kc) para paltos .....	34
Tabla 9: Evapotranspiración de cultivo promedio (1999 – 2008).....	34
Tabla 10: Número de emisores por planta.....	36
Tabla 11: Precipitación horaria en mm/h .....	36
Tabla 12: Parámetros de operación según el turno de riego.....	37
Tabla 13: Requerimiento de la altura dinámica total del sistema – ADT.....	41
Tabla 14: Requerimiento de potencia de unidad de bombeo – diez turnos.....	42
Tabla 15: Cálculo de la demanda de agua .....	50
Tabla 16: Cálculo de la oferta de agua .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ilustración de la carga dinámica total (CDT).....	5
Figura 2: Esquema de la red de distribución .....	8
Figura 3: Palto en pleno brote y cuaja del fruto .....	20
Figura 4: Cultivo de palto con laterales de riego por goteo.....	21
Figura 5: Ubicación Distrito de Huaral .....	23
Figura 6: Zona del proyecto – Fundo Esperanza Baja.....	23
Figura 7: Metodología para el diseño del sistema de riego .....	25
Figura 8: Dimensionamiento del reservorio (metros).....	29
Figura 9: Balance hídrico .....	32
Figura 10: Evapotranspiración de referencia (1999 – 2008).....	33
Figura 11: Gotero Eolos 17 mm – 1,6 l/h.....	35
Figura 12: Gotero TopDrip PC 16 mm – 1,6 l/h .....	35
Figura 13: Esquema de distribución de los turnos de riego.....	38
Figura 14: Plano del cabezal de riego.....	44
Figura 15: Especificaciones técnicas del emisor no compensado .....	54
Figura 16: Especificaciones técnicas del emisor autocompensado .....	57



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Calculo de demanda y oferta de agua .....	50
Anexo 2: Método y resultado para determinar el coeficiente de uniformidad (CU) .....	51
Anexo 3: Especificaciones técnicas de emisor no compensado y autocompensado .....	53
Anexo 4: Parámetros del diseño agronómico para el cultivo de palto .....	58
Anexo 5: Calculo hidráulico de la porta lateral del sector más crítico.....	59
Anexo 6: Ficha técnica de la unidad de bombeo .....	61
Anexo 7: Presupuesto del sistema de riego .....	62
Anexo 8: Arco de riego .....	67

## RESUMEN

El proyecto se encuentra ubicado, políticamente, en el distrito de Huaral, provincia de Huaral, departamento Lima; geográficamente, a  $11^{\circ} 06' 48''$  de latitud Sur y  $77^{\circ} 27' 33''$  de longitud Oeste; con una altitud promedio de 290 m.s.n.m. El presente trabajo consistió en realizar el diseño del sistema de riego por goteo para el cultivo de palto, en un área de 8.89 has. Para realizar el diseño se tuvo en cuenta la información básica, como la oferta del recurso hídrico proveniente del río Chancay, a través de un canal revestido de primer orden, cuyo caudal es de 200 y 320 l/s en épocas de estiaje y avenida, respectivamente. Asimismo, datos de clima, suelo, topografía, cultivo, fuente de energía, entre otros. El diseño agronómico, consistió en determinar las necesidades de agua del cultivo y programación de riego, a partir de las características del agua, el suelo y el clima. El diseño hidráulico, consistió en determinar los diámetros de las tuberías laterales, portlaterales, matriz, el cabezal de riego y el sistema de bombeo. La estación de bombeo se diseñó, para satisfacer los requerimientos de 49.56 metros de presión, caudal máximo de 15.5 l/s y potencia estimada de 18.00 HP, para ello se seleccionó una bomba centrífuga Hidrostral modelo F50/160. Una vez instalado el sistema de riego propuesto, se recomienda realizar la capacitación de los operadores respecto al manejo del sistema y la programación de riego, el mantenimiento de los equipos y accesorios de riego periódicamente, lo cual garantizará un óptimo funcionamiento y una mayor durabilidad del sistema.

**Palabras claves: Sistema de riego por goteo, diseño agronómico, diseño hidráulico**

## **ABSTRACT**

The project is located, politically, in the district of Huaral, province of Huaral, department of Lima; geographically, at 11° 06' 48" South latitude and 77° 27' 33" West longitude; with an average altitude of 290 m.s.n.m. The present work consisted in carrying out the design of the drip irrigation system for the cultivation of avocado, in an area of 8.89 hectares. To carry out the design, basic information was considered, such as the supply of water resources from the Chancay River, through a lined channel of the first order, whose flow is 200 and 320 l/s in times of drought and flood, respectively. Likewise, data on climate, soil, topography, cultivation, energy source, among others. The agronomic design consisted of determining the water needs of the crop and irrigation programming, based on the characteristics of water, soil and climate. The hydraulic design consisted of determining the diameters of the lateral pipes, lateral pipes, matrix, the irrigation head, and the pumping system. The pumping station was designed to meet the requirements of 49.56 meters of pressure, maximum flow of 15.5 l/s and estimated power of 18.00 HP, for which a Hidrostal model F50/160 centrifugal pump was selected. Once the proposed irrigation system is installed, it is recommended to carry out the training of the operators regarding the management of the system and the irrigation programming, the maintenance of the irrigation equipment and accessories periodically, which will guarantee optimal operation and greater durability of the irrigation system. system.

**Keywords: Drip irrigation system, agronomic design, hydraulic design**

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. GENERALIDADES**

La fuente hídrica del presente proyecto es el río Chancay y es captada por la bocatoma Huayan, la cual deriva un caudal promedio anual de 1,0 m<sup>3</sup>/s hacia el canal principal revestido del mismo nombre; con esta dotación hídrica se abastece a la comisión de regantes Margen Izquierda de la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay - Huaral.

El sector Fundo Esperanza Baja ubicado en el distrito de Huaral, en el valle de Huaral, tiene una extensión total de 10,52 has, de las cuales, en solo 9.0 has se planteará el diseño del sistema de riego por goteo para el cultivo de palto, en un marco de plantación de 4 m x 3 m (distancia entre hileras de cultivo y plantas respectivamente).

Actualmente en la zona de estudio se realiza el sistema de riego parcelario es por gravedad (surcos, melgas e inundación), a través de canales de distribución de tierra e infraestructura rústica y por ende con pérdidas de agua por filtraciones y por mal manejo de aplicación.

La producción y el comercio de la palta vienen creciendo sostenidamente en el mercado internacional. A esto se suma que pequeñas organizaciones de productores tengan la posibilidad de acceder de una manera más directa a participar en los mercados internacionales, debido al buen trabajo que en estos últimos tiempos viene desarrollando el estado peruano para el levantamiento de las barreras arancelarias y fitosanitarias.

Teniendo en cuenta la situación actual del sistema de riego y la búsqueda por aumentar los rendimientos y la eficiencia en el uso de los recursos, se propone la implementación de riego por goteo para el cultivo de palto en un área de 9.0 has, que permita que todos los árboles reciban los nutrientes y el agua que necesitan.

En los terrenos del Fundo Esperanza Baja, el riego por goteo es una alternativa viable, debido a que es apropiado para una gran diversidad de cultivos, acorde con las características físicas y climáticas del valle de Huaral.

## **1.2. ALCANCES**

El presente trabajo consiste en diseñar el sistema de riego presurizado por goteo en el Fundo Esperanza Baja de 9.0 has, con el fin de incrementar los rendimientos y la eficiencia en el uso de los recursos hídricos, debido a que la disponibilidad de agua es de cada seis días.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar el sistema de riego por goteo para un área de 9.0 has del cultivo de palta hass en el Fundo Esperanza Baja.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el balance hídrico para el proyecto de 9.0 has.
- Realizar el diseño agronómico con el fin de determinar la evapotranspiración del cultivo, la demanda total de agua, la elección de los emisores, los parámetros de operación.
- Realizar el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo, que está comprendido por los laterales, los portlaterales, la tubería matriz, el arco de riego, el cabezal de riego y el sistema de bombeo.
- Estimar el presupuesto para el sistema de riego por goteo propuesto por hectárea.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. RIEGO POR GOTEO PRESURIZADO**

#### **2.1.1. Sistema de riego por goteo presurizado**

Según Armoni (1992) y Saldarriaga (2001), el sistema de riego por goteo, por definición, es un sistema de humedecimiento limitado al suelo, en el cual se aplica el agua únicamente a una parte del volumen del suelo ocupado por las raíces del cultivo, por medio de dispositivos que se conocen como goteros o emisores, de tal manera que las raíces obtengan el agua y los nutrientes necesarios para el crecimiento y la producción de la planta.

La localización del riego obliga a que sea necesario aplicarlo con una alta frecuencia, evitando el estrés hídrico. Tal necesidad se debe al hecho que el volumen de suelo humedecido es reducido y, por tanto, se tiene una baja capacidad de almacenamiento, siendo entonces preciso aplicar dosis pequeñas de riego.

#### **2.1.2. Ventajas y desventajas del riego por goteo presurizado**

Mendoza (2013), menciona las siguientes ventajas y desventajas del riego por goteo

##### **a. Ventajas**

- Se puede utilizar en todos los cultivos en hilera, es apropiado para hortalizas y frutales.
- Tiene una alta eficiencia en el uso del agua, se puede regar el triple del área regada con sistemas por gravedad y el doble del área regada por aspersión.
- Eficiencias de aplicación entre el 90 y 95 por ciento.
- Se puede utilizar en terrenos con pendientes altas.
- Es un método de fácil manejo, para su operación no necesita mano de obra experimentada.

- No es afectado por el viento.
- Dado que no se moja toda la superficie del terreno, sino únicamente en una franja, el desarrollo de malezas es muy bajo comparando con los otros métodos.
- Mejora la aplicación de fertilizantes.
- No existe erosión de los suelos.

**b. Desventaja**

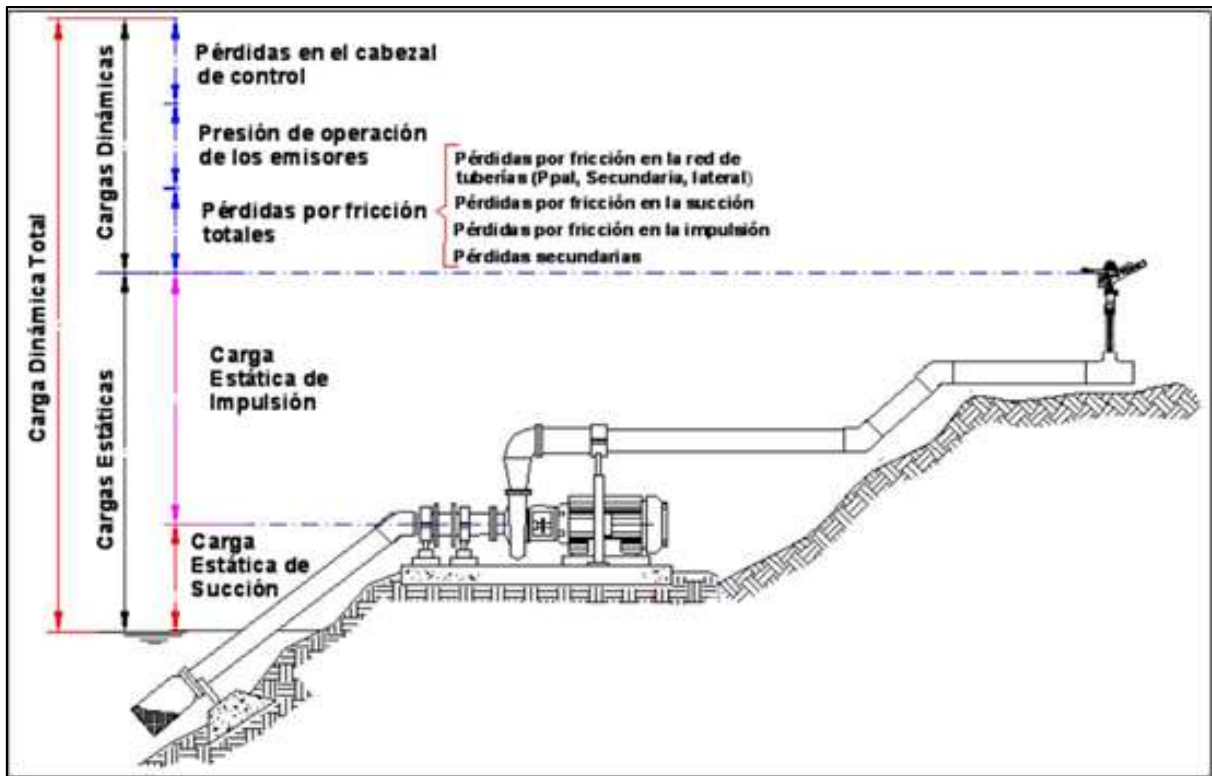
- La principal desventaja de este método es la facilidad con que los orificios de los goteros se obstruyen (taponamiento), principalmente cuando se utiliza agua de mala calidad y no se hace un filtrado adecuado.

## **2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PRESURIZADO**

### **2.2.1. Fuente de energía**

Según Mendoza (2013), los sistemas de riego por goteo necesitan de una fuente de energía para provocar la circulación del agua, superar las pérdidas de energía en el filtrado, tuberías y accesorios, y ofrecer a los emisores la presión necesaria. Esta energía necesaria puede obtenerse mediante equipos de bombeo (accionados por motores de combustión interna o motores eléctricos) o mediante la energía potencial que se genera a partir de la diferencia de nivel entre el sitio de derivación del agua y la parcela de riego.

A su vez, el total de la energía necesaria para el funcionamiento adecuado del sistema se conoce como carga dinámica total (CDT). El caudal y la CDT determinan la potencia de la bomba. Los diferentes componentes se muestran en la Figura 1.



**Figura 1: Ilustración de la carga dinámica total (CDT)**

FUENTE: Mendoza, 2013.

### 2.2.2. Cabezal de control

Según Fuentes (1999), el cabezal de riego o de control comprende un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. Del cabezal depende, en gran parte, el éxito o fracaso del riego, por lo que debe prestarse una gran importancia a su instalación, ya que desde él se regula el suministro de agua y un gran número de prácticas agrícolas, tales como la fertilización y la aplicación de pesticidas.

#### a. Sistema de filtrado

IFAPA (2010), indica que el sistema de filtrado es el componente principal del cabezal, compuesto por distintos tipos de filtros con los que se pretende eliminar las partículas y elementos que lleva el agua en suspensión que puedan ocasionar obturaciones en cualquier parte de la red de riego, principalmente en los emisores.

- Pre-filtrado: Según Fuentes (1999), cuando el agua contiene, en suspensión, una gran proporción de partículas inorgánicas (arena, limo, arcilla) hay que eliminar una buena



parte de ellas, antes de su ingreso al cabezal de riego. Esta separación de partículas se hace de dos formas:

- Depósito de decantación: Cuando la cantidad de partículas de limo y arcilla sobrepasa 200 ppm y los equipos de filtración se obturan continuamente.
- Hidrociclón: Es un dispositivo que permite la separación de las partículas de arena cuyo tamaño sea superior a 75 micras (equivalente a 200 mesh).
- Filtrado: Según Fuentes (1999), el filtrado del agua consiste en retener las partículas contaminantes en el interior de una masa porosa (filtro de arena) o sobre una superficie filtrante (filtro de malla y filtro de anillas).
- Filtro de arena: Sirve para retener contaminantes orgánicos (algas, bacterias, restos orgánicos) e inorgánicos (arenas, limos, arcillas, precipitados químicos). Consiste en un depósito metálico, de forma cilíndrica, en cuyo interior circula el agua a través de varias capas de arena silíceo o granítica.
- Filtro de anillas: Están constituidos por anillas planas (120 mesh) de material plástico provisto de ranuras. Las anillas están colocadas una sobre otra y comprimidas, formando el elemento filtrante.

#### **b. Sistema de fertirrigación**

Según IFAPA (2010), la fertirrigación consiste en la distribución del fertilizante a través del agua de riego. Es una práctica bastante sencilla y usual en riego localizado para aportar al cultivo los elementos nutritivos necesarios para un desarrollo adecuado.

Asimismo, lo más usual es que los elementos del sistema de fertirrigación se instalen en el cabezal. Sin embargo, en determinadas ocasiones se colocan en cabecera de cada unidad de riego si el sistema riega diferentes cultivos con distintas necesidades de abonado. Es indispensable que el equipo de fertirrigación se instale después de los filtros (hidrociclón o arena) y antes de la unidad de filtro de malla o anillas.

Los equipos de fertirrigación más usados son:

- Tanque de fertilización: Son depósitos conectados en paralelo a la red de distribución. El fertilizante se incorpora al agua por diferencia de presión entre la salida y la entrada.

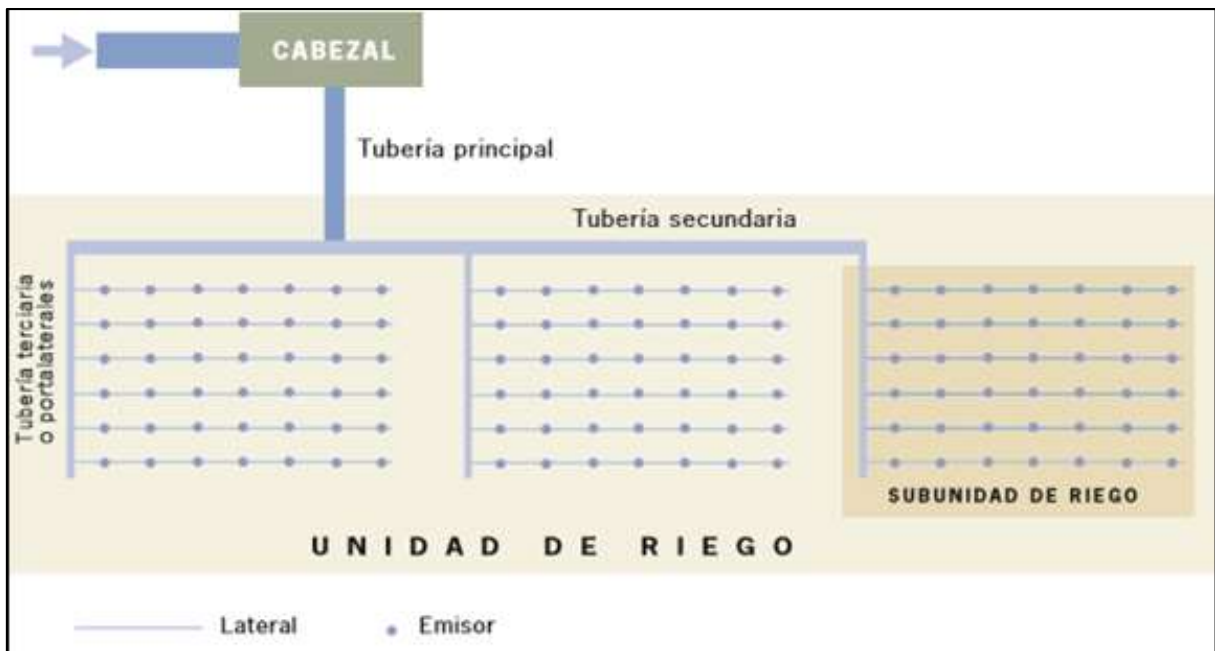
- Inyectores tipo Venturi: Consiste en un tubo conectado en paralelo a la tubería principal con un estrechamiento donde se produce una succión que hace que el fertilizante pase a la red.
- Inyectores: Son dispositivos que introducen la solución contenida en un depósito accionando una bomba eléctrica o hidráulica.

### **2.2.3. Red de distribución**

Según IFAPA (2010), la red de distribución está formada por tuberías, que llevan el agua filtrada y tratada desde el cabezal hasta las plantas. Las tuberías que se utilizan en los sistemas de riego localizado son normalmente de plástico, siendo los materiales más frecuentes el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno (PE) (Ver Figura 2).

La red de distribución está compuesta por:

- Tubería principal, es la tubería que conecta el cabezal con las áreas de riego (el área a regar se divide en unidades de riego).
- Tubería secundaria, es la tubería que transporta el agua desde la red principal hacia cada unidad de riego.
- Tubería terciaria, es la tubería que alimenta directamente los laterales de riego de cada subunidad de riego, se conoce también con el nombre de porta laterales.
- Laterales, son tuberías o mangueras a las que están conectados los emisores, por lo general sus diámetros fluctúan entre los 16 y 20 mm para sistemas de riego por goteo.



**Figura 2: Esquema de la red de distribución**

FUENTE: IFAPA, 2010.

#### 2.2.4. Dispositivos de medida, control y protección

Los dispositivos de medida (obtener información de la red), control (regular la circulación del agua en la red) y protección (evita que los elementos en la red sufran efectos indeseados), van instalados en la red de riego permitiendo un manejo y aplicación del agua en cada unidad de riego. Es importante conocer su función e interpretar su información, a fin de poder ser instalados en lugares apropiados y realizar mantenimientos o cambios de ser necesarios oportunamente.

Así se tiene: medidor de caudal o volumen (turbina o rotámetro), medidor de presión (manómetros), regulador de presión y caudal, válvulas, ventosas, entre otros.

#### 2.2.5. Goteros

Según Fuentes (1999), son dispositivos que controlan la salida de agua desde las tuberías laterales y están fijados a un espaciamiento determinado. Según el caudal que proporcionan se dividen en dos grupos:

- Emisores de bajo caudal, inferior a 16 l/h, suelen trabajar a una presión próxima a los 10 m.c.a. Comprende los goteros y las tuberías emisoras o cintas.

- Emisores de alto caudal, comprendido entre 16 y 200 l/h, suelen trabajar a una presión de 20 m.c.a. Comprende los difusores y los micro aspersores.

### **2.3. FACTORES PARA CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PRESURIZADO**

Cuando un sistema de riego por goteo está completo, se presta a muy pocas modificaciones. De aquí la importancia de prever desde un principio factores determinantes para lograr un diseño óptimo, los cuales se detallan a continuación:

#### **2.3.1. Tipo de cultivo**

Deberá tenerse en cuenta la alternativa de cultivos, cuyos sistemas radiculares no ocupan todo el volumen del suelo, por lo tanto, el riego localizado es más eficiente. Su elección dependerá principalmente de la densidad de plantación y envergadura del cultivo.

#### **2.3.2. Cantidad de agua disponible**

Según Mendoza (2013), la cantidad de agua disponible para el riego es fundamental tanto en la planificación como en la operación de los sistemas de riego. Asimismo, la capacidad de las fuentes superficiales debe estar respaldada en estudios hidrológicos y registros de aforos del curso o cuerpo de agua.

#### **2.3.3. Calidad del agua para riego**

Según Mendoza (2013), la calidad del agua de riego es fundamental para la elección del método de riego, el manejo de los sistemas y la selección del cultivo a implantar. Desde el punto de vista del riego, la calidad de agua se determina a partir de la salinidad, sodicidad y toxicidad.

#### **2.3.4. Suelo**

Según Fuentes (1999) y Mendoza (2013), el suelo es un sistema complejo compuesto por partículas sólidas (minerales y orgánicas), agua con sustancias en disolución (solución del suelo) y aire. Es importante conocer las variables que determinan sus cualidades con relación a la retención y absorción del agua de riego: textura, estructura, densidad aparente, porosidad, velocidad de infiltración, entre otros.

### **2.3.5. Topografía**

La base de un proyecto para sistemas de riego es el levantamiento topográfico de la zona de riego, la cual debe contener información planimétrica y altimétrica del terreno, para su posterior representación en el plano.

Se requiere un plano detallado de la topografía del terreno, para identificar límites divisorios de las parcelas, conocer su pendiente y estimar la variabilidad potencial de las presiones, definir la ubicación de las tuberías, ubicación de la fuente de abastecimiento para determinar la carga hidráulica disponible o necesaria para el sistema de riego, visualizar posibles obstáculos, el sentido del flujo y detectar posibles problemas durante la aplicación del agua. Asimismo, debería mostrar curvas de nivel espaciados de 1.0 a 5.0 m, dependiendo del tipo de sistema de riego, para estimar las pendientes naturales y el relieve del terreno con precisión.

### **2.3.6. Clima**

La información climatológica se emplea para determinar, analizar y fijar los factores que son adversos para la agricultura, tales como heladas, sequía, temperaturas extremas, granizo, vientos o lluvias torrenciales, debido a que las condiciones climáticas producen desequilibrios entre las precipitaciones y las necesidades de los cultivos durante su crecimiento y desarrollo.

### **2.3.7. Energía necesaria**

Todos los sistemas de riego presurizado requieren de una presión para su funcionamiento y para ello necesitan de una fuente de energía, como una bomba de impulsión mecánica y un motor, o la diferencia de la altura entre el punto de carga y de salida del agua.

Es importante evaluar la disponibilidad de los tipos de energía que existen en la zona del proyecto y su conveniencia, ya que existe un incremento en los costos de operación, mantenimiento y producción. En sistemas de riego que ya cuenten con un equipo de bombeo, deberá verificarse la potencia y su curva de rendimiento para ampliación de terrenos agrícolas e incremento en el consumo de agua.

## **2.4. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS**

Según Mendoza (2013), las necesidades hídricas de los cultivos expresan la cantidad de agua que es necesario aplicar para compensar el déficit de humedad del suelo durante un período vegetativo.

### **2.4.1. Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)**

Es la cantidad de agua consumida durante un determinado período de tiempo en un suelo cubierto de una vegetación homogénea, densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua (Fuentes, 1999).

### **2.4.2. Coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>)**

Según Fuentes (1999), el valor del coeficiente de cultivo depende de las características de la planta, y expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su período vegetativo.

### **2.4.3. Evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>)**

Para determinar la evapotranspiración del cultivo se utiliza el método FAO propuesto por Doorembos y Pruitt (1977), en el que la ET<sub>c</sub> se calcula mediante la relación:

$$ET_c \approx ET_o * K_c$$

Donde:

ET<sub>c</sub>: evapotranspiración del cultivo (mm/d)

ET<sub>o</sub>: evapotranspiración de referencia (mm/d)

K<sub>c</sub>: coeficiente de cultivo (adimensional)

### **2.4.4. Necesidades netas de riego (N<sub>n</sub>)**

Según Fuentes (1999), cuando el agua se aplica en toda la superficie a regar, las necesidades netas vienen dadas por la ecuación:

$$N_n \approx ET_c - P_e - G_w - \Delta w$$

Donde:

N<sub>n</sub>: necesidades netas (mm/d)

ETc: evapotranspiración del cultivo (mm/d)

Pe: precipitación efectiva (mm/d)

Gw: aportes capilares

$\Delta w$ : variaciones de almacenamiento

A efectos de diseño, las aportaciones por precipitación efectiva (Pe) no se consideran, ya que dada la gran frecuencia de riego (diaria, por lo general) resulta prácticamente imposible que llueva siempre entre dos intervalos de riego. Tampoco se consideran los aportes capilares (Gw), salvo casos especiales, ni las variaciones de almacenamiento ( $\Delta w$ ).

#### **2.4.5. Necesidades totales de riego (Nt)**

Las necesidades brutas o totales de riego se calculan teniendo en cuenta las necesidades netas, corregidas por la eficiencia de aplicación.

$$Nt \approx \frac{Nn}{Ea}$$

Donde:

Nt: necesidades totales de riego (mm/d)

Nn: necesidades netas de riego (mm/d)

Ea: eficiencia de aplicación

##### **a. Eficiencia de aplicación (Ea)**

Se define como la proporción entre la cantidad de agua almacenada en la zona del sistema radical (disponible para la planta) y la cantidad de agua aplicada por el sistema de riego. Teniendo en cuenta las clases de pérdida habidas en la parcela.

$$Ea \approx FL \times CU$$

Donde:

Ea: eficiencia de aplicación

FL: factor de lavado

CU: coeficiente de uniformidad del sistema de riego

- **Relación de percolación (Rp)**

En la Tabla 1, se muestran los valores aproximados de la relación de percolación (Rp), en terrenos con pendiente inferior al 5 por ciento.

**Tabla 1: Valores de Rp en terrenos con pendiente inferior al 5 por ciento**

Profundidad de raíces (m)	Textura del suelo			
	Muy arenosa	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,90	0,90	0,95	1,00
0,75 - 1,00	0,90	0,95	1,00	1,00
> 1,50	0,95	1,00	1,00	1,00

FUENTE: Fuentes, 1999

- **Factor de lavado (FL)**

El arrastre de sales presentes en el suelo se hace aplicando agua en exceso mediante el riego. La fracción de agua de riego que debe atravesar la zona radical para arrastrar el exceso de sales es el requerimiento de lavado (RL), cuya cantidad viene en función de la salinidad del agua de riego y de la tolerancia de los cultivos a la salinidad.

$$FL \approx 1 - RL$$

Donde:

FL: factor de lavado

RL: requerimiento de lavado

- **Coefficiente de uniformidad (CU)**

El CU es más exigente en riego localizado que en riego por aspersión, ya que en este último caso el agua moja toda la superficie regada y puede redistribuirse, mientras que en riego localizado los emisores de menor caudal afectan con más intensidad al reparto del agua.

En riego localizado se adopta el siguiente coeficiente de uniformidad para una subunidad de riego.

$$CU \approx \frac{q_{25}}{q_a}$$



Donde:

$q_a$ : caudal medio de todos los emisores

$q_{25}$ : caudal medio de todos los emisores que constituyen el 25 por ciento de más bajo caudal

Resumiendo: En condiciones normales de riego la eficiencia de aplicación ( $E_a$ ) depende: de la percolación ( $R_p$ ), de las exigencias de lavado ( $FL$ ) y de la uniformidad de la distribución ( $CU$ ).  $R_p$  y  $FL$  no se toman simultáneamente, sino que se toma sólo la de menor eficiencia, o sea, aquella que produce mayor pérdida de agua.

Si  $R_p < FL$ , la cantidad de agua perdida por percolación es mayor que la correspondiente a las exigencias de lavado, en cuyo caso:

$$E_a \approx R_p \times CU$$

Si  $FL < R_p$ , las exigencias de lavado son mayores que las pérdidas por percolación, en cuyo caso:

$$E_a \approx FL \times CU$$

## 2.5. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

### 2.5.1. Frecuencia de riego

La frecuencia de aplicación de agua es el número de veces que se riega en un tiempo determinado, mientras que el intervalo entre riegos es el tiempo transcurrido entre la aplicación de un riego y el siguiente (IFAPA, 2010).

### 2.5.2. Tiempo de riego

El tiempo de riego que se utilice para el diseño hidráulico de la instalación será el necesario para el período en que las necesidades de agua sean máximas y se calcula dependiendo del sistema de riego.

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

Donde:

Tr: tiempo de riego (h)

Nt: necesidades totales (mm/d)

Ph: precipitación horaria (mm/h)

### **2.5.3. Precipitación horaria**

Es la cantidad de agua que precipita en una hora en un área determinada.

$$Ph \approx \frac{q}{e \times d}$$

Donde:

Ph: precipitación horaria (mm/h)

q: caudal del emisor (l/h)

e: distancia entre emisores (m)

d: distancia entre laterales (m)

## **2.6. DISEÑO HIDRAULICO**

### **2.6.1. Velocidad recomendable**

Según el PSI (2006), el rango recomendable de velocidades es de 0.5 a 2.0 m/s, aunque se pueden aceptar valores máximos de 2.5 m/s en casos especiales. Las velocidades se calculan con la ecuación de continuidad.

### **2.6.2. Pérdida de carga permisible en la subunidad de riego**

Según el PSI (2006), para que se logre un 90 por ciento de uniformidad de riego, la pérdida total en la subunidad no deberá excederse del 20 por ciento de la presión nominal del emisor, en el caso de laterales no autocompensados. Así mismo, para laterales autocompensados, la pérdida total en la subunidad deberá estar dentro del rango permitido por el fabricante (mayor que el 20 por ciento exigido para laterales no autocompensados).

### 2.6.3. Caudal en el lateral (Ql)

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$Ql \approx \left(\frac{q}{e}\right) \times L$$

Donde:

Ql: caudal en el lateral (l/hr)

q: caudal del emisor (l/hr)

e: distancia entre emisores (m)

L: longitud del lateral (m)

### 2.6.4. Perdida de carga total en el lateral (HF)

#### a. Perdida de carga en el lateral (hf)

Para el cálculo de la pérdida de carga en el lateral se utiliza la ecuación de Blasius.

$$hf \approx 7.98 \times 10^5 \left(\frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}\right) \times L \quad (\text{diámetros} < 125\text{mm})$$

Donde:

hf: pérdida de carga (mca)

Q: caudal (l/s)

D: diámetro interno de la tubería (mm)

L: longitud de la tubería (m)

#### b. Cálculo del Factor de Cristiensen (Fc)

Ajuste necesario para compensar la disminución de la pérdida de descarga unitaria a lo largo de la tubería debido a la reducción del gasto en los tramos sucesivos a causa de salidas múltiples.

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

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 ( $m = 1.75$  para RLAF)

Por lo tanto, la pérdida de carga total es el producto de la pérdida de carga en el lateral por el factor de Christiansen ( $F_c$ ).

### 2.6.5. Caudal de diseño del portallateral

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

$$Q \approx N \text{ lateral} \times q \text{ lateral}$$

Donde:

N lateral: número de laterales

Q lateral: caudal de lateral

### 2.6.6. Cálculo de la pérdida de carga en el portallateral

La pérdida de carga en el portallateral se determina de la misma manera que en el lateral, con la ecuación de Darcy Weisbach y con la aproximación de Blasius.

### 2.6.7. Diseño de la matriz

Para seleccionar los diámetros de la matriz se debe tener en cuenta las pérdidas por fricción, los desniveles del terreno y la velocidad máxima permisible (0,5 a 2,0 m/s). Para estimar la pérdida de carga se utiliza la ecuación de Hazen – Williams:

$$hf \approx 1.13 \times 10^9 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \times D^{-4.871} \times L$$

Donde:

hf: pérdida de carga (mca)

Q: caudal (m<sup>3</sup>/h)

C: coeficiente de rugosidad

D: diámetro interno de la tubería (mm)

L: longitud de la tubería (m)

Para el cálculo de las pérdidas de carga secundarias o por singularidades se define un porcentaje fijo de las pérdidas primarias (alrededor de 5 por ciento).

### **2.6.8. Requerimiento de potencia del sistema**

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

$$Pb \approx \frac{Q \times H}{270 \times e}$$

$$Pm \approx Pb \times Fs$$

Donde:

Pb: Potencia bomba (HP)

Pm: Potencia motor (HP)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/h)

H: Carga total (m.c.a.)

e: Eficiencia de bombeo (%)

Fs: Factor de servicio

## **2.7. CULTIVO DE PALTO**

### **2.7.1. Origen**

Según Ataucusi (2015), el origen del palto (Persea Americana Mill) se remonta a la época precolombina, en la que se encontraba disperso en las zonas tropicales y subtropicales que iban desde Perú hasta México. Asimismo, dice que hay muchas variedades de palto, pero pocas son aptas para el mercado local o de exportación, las más conocidas son Fuerte, Hass y Nabal, que se comercializan todo el año con marcada demanda y variada estacionalidad de producción.

### 2.7.2. Morfología

Según Franciosi (2003) y Kohler (2002), el palto es una planta siempre verde, perenne y con características leñosas, aunque de madera quebradiza. El 80 por ciento de su sistema radicular se encuentra a menos de un metro de profundidad, además, la absorción de agua o nutrientes se realiza principalmente por el ápice de las raíces a través de los tejidos primarios. Esto hace que el sistema radical del palto sea muy susceptible a los excesos de humedad que provocan asfixias e infecciones por hongos patógenos.

### 2.7.3. Manejo agronómico

- a. **Clima:** Para el caso del cultivar Hass, éste se desarrolla mejor en climas subtropicales y en valles interandinos del Perú, con alturas superiores a los 2000 m.s.n.m.

Según Franciosi (2003), la luminosidad es otro factor climático de bastante importancia para el buen comportamiento del palto en un lugar determinado. Indica también que la humedad relativa de la atmósfera tiene mucho que ver con la receptividad del estigma. En climas semidesérticos, cuando la humedad relativa desciende por debajo del 50 por ciento los líquidos estigmáticos se desecan por lo que la germinación de los granos de polen se ve seriamente afectada. Menciona, además, que la velocidad del viento no deberá superar los 10 km/h (2,77 m/s), es un importante medio que favorece a la polinización. El uso de cortinas rompe vientos o cortavientos es lo más indicado en la lucha contra los efectos negativos de este factor ambiental.

- b. **Suelo:** Según Franciosi (2003), se debe buscar en lo posible suelos de textura media, relativamente profundos y con buen drenaje pues es una de las especies más sensibles a la asfixia radicular. En cuanto al pH del suelo, se considera adecuado un nivel de 6,5. El palto puede tolerar sin problemas suelos por debajo de los 2 mmhos/cm; cuando esa concentración empieza a elevarse aparecen en las plantas los síntomas foliares característicos; quemaduras en las puntas y en los márgenes de las hojas las cuales, en casos graves pueden caer masivamente.

- c. **Agua:** Según Gardiazabal (2008), los períodos más importantes de necesidades de agua para no afectar la producción son durante los procesos de floración y cuaja en primavera y durante el verano en que la fruta está en los primeros estados de desarrollo y la demanda atmosférica es máxima (ver Figura 3).



**Figura 3: Paltos en pleno brote y cuaja del fruto**

FUENTE: Gardiazabal, 2008.

#### **2.7.4. Densidad de plantación**

Según Gardiazabal (2008), las distancias de plantación han pasado por muchos cambios en los últimos años, con una clara tendencia a aumentar las densidades de plantación y a reducir el tamaño de los árboles para facilitar su manejo. Una de las bases para el manejo de árboles tan grandes y vigorosos como los paltos en marcos de plantación menores, es el desarrollo de técnicas de poda efectivas y el hecho que en plantaciones que están a 3 m o menos de distancia entre los árboles, la competencia a nivel de raíces hace que las plantas vegeten menos y sean más pequeñas y productivas.

Debido a lo anterior hay dos esquemas que se están recomendando en la actualidad, uno de alta densidad ya más probado, con distancias que van de 5 a 6 m entre hileras y 2 a 3 m sobre la hilera, y otro de muy alta densidad que implica marcos de plantación de 3 m x 3 m o incluso menores.

El mismo autor menciona que la poda se hace de manera lateral y requiere cada cierto tiempo (3 a 4 años) realizar podas más fuertes para controlar el tamaño de los árboles y asegurar la iluminación de la canopia. Sistemas de este tipo se han mostrado altamente productivos y fáciles de manejar.

#### 2.7.5. Riego

- a. **Riego por goteo:** Gardiazabal (2004), indica que el riego por goteo es eficiente en cultivos de palto siempre y cuando se cuente con suelo de buena calidad (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 por ciento o más, que significa poner tres líneas de goteros en 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 si los árboles están a una distancia de 6 x 6 m (ver Figura 4).



**Figura 4: Cultivo de palto con laterales de riego por goteo**

FUENTE: Fundo Esperanza Baja.



### **III. DESARROLLO DEL TRABAJO**

#### **3.1. MATERIALES**

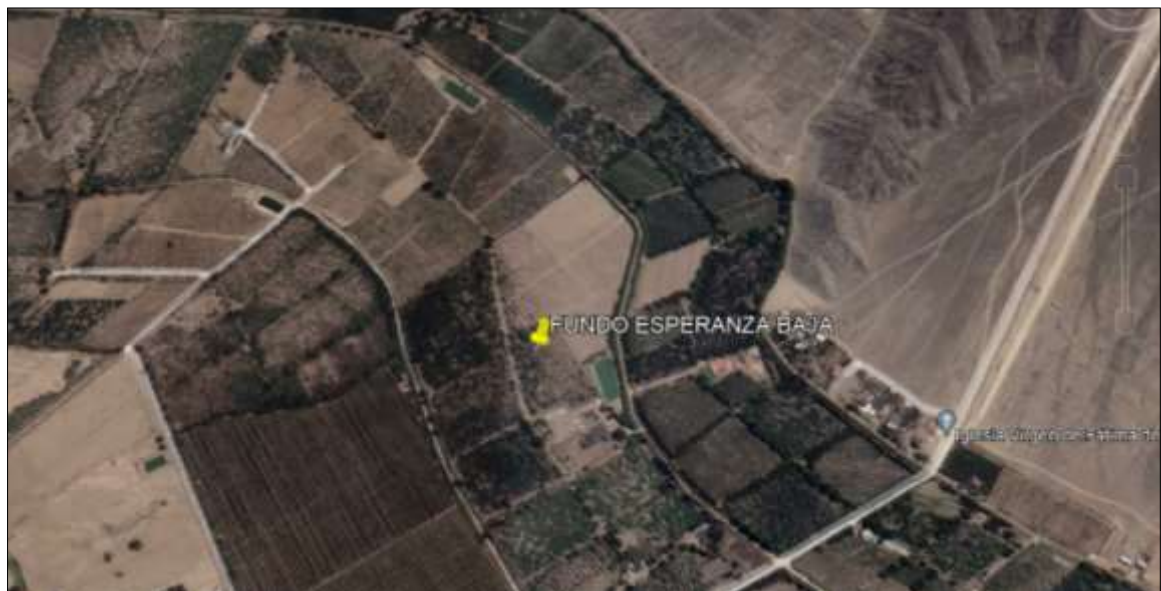
##### **3.1.1. Localización y características generales del área de estudio**

- a. Ubicación:** La zona de estudio del presente trabajo se encuentra en la costa norte del país, aproximadamente, a 80 km de la ciudad de Lima. Se trata de la parte baja y media de la cuenca del río Chancay. Políticamente, el área de interés pertenece al departamento de Lima, provincia de Huaral, distrito de Huaral y sector Esperanza baja. Geográficamente, está comprendida entre  $11^{\circ}06'48''$  de latitud sur y  $77^{\circ}27'33''$  de longitud oeste, a una altitud de 290 m.s.n.m. (Ver figuras 5 y 6).



**Figura 5: Ubicación Distrito de Huaral**

FUENTE: INEI



**Figura 6: Zona del proyecto – Fundo Esperanza Baja**

FUENTE: Google earth

- b. Vías de acceso:** En la Tabla 2 se presenta la información necesaria para acceder a la zona del proyecto, a través de un medio de transporte vehicular.

**Tabla 2: Acceso a la zona del proyecto**

<b>Tramo</b>	<b>Distancia (Km)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Estado</b>
Lima - Huaral	80	1,0	Asfaltado	Bueno
Huaral - Esperanza Central	7	0,3	Asfaltado	Bueno
Esperanza Central - Fundo Esperanza Baja	2	0,15	Trocha carrozable	Regular

- c. Extensión:** La extensión del terreno es de 10,52 has; para el presente trabajo, se aprovechará 8,89 has, para la implementación del sistema de riego por goteo.
- d. Fisiografía:** La zona presenta un relieve poco accidentado, conformada por pampas áridas y valles con formación de suelos agrícolas fértiles, los cuales son empleados en la agricultura y ganadería.
- e. Clima:** El clima de la zona es cálido, con temperaturas variables y precipitaciones muy bajas. La información climatológica obtenida para el presente trabajo corresponde a la Estación Meteorológica Huayan, ubicada en las coordenadas 11° 27' 10,11" S y 77° 07' 19,22" W, a una altitud de 346 msnm.
- f. Recurso hídrico:** La fuente de agua proviene del río Chancay, captada mediante la bocatoma Huayan, derivándose el agua a través de un canal principal revestido, canales de distribución y laterales sin revestir; con caudal variable de 200 a 320 l/s en estiaje y avenida, respectivamente.

### 3.1.2. Materiales y equipos

- Wincha, estacas, Estación total, GPS y prismas
- Lapiceros, lápices, cuaderno de apuntes.
- Plano topográfico, datos climatológicos.
- Información del análisis de suelo y agua y cultivo.
- Libros y manuales.
- Software: AutoCAD, CROPWAT, entre otros
- Laptop, impresora y plotter

### 3.2. METODOLOGÍA

En la Figura 7 se presenta, esquemáticamente, la metodología empleada para alcanzar el objetivo propuesto, diseño del sistema de riego por goteo.



Figura 7: Metodología para el diseño del sistema de riego

#### 3.2.1. Recopilación de información básica

Se recopiló información referente al cultivo, agua, suelo, topografía, clima y fuentes de energía.

#### 3.2.2. Balance hídrico

Con la información recopilada y levantada en campo, se realizó el balance hídrico para el proyecto de 8.89 has de áreas agrícola.

### **3.2.3. Diseño agronómico**

Para ello, se realizaron las siguientes actividades: Estimación de la evapotranspiración de referencia ( $ET_o$ ); asignación de coeficientes de cultivo ( $K_c$ ); estimación de la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ); estimación de la eficiencia de riego; estimación de las necesidades totales de riego; características del emisor; precipitación horaria; parámetros de operación.

### **3.2.4. Diseño hidráulico**

Que comprendió el cálculo del diámetro de tuberías laterales, portlaterales, matriz, arco de riego; cálculo de la altura dinámica total para determinar el sistema de bombeo; diseño del cabezal de riego.

### **3.2.5. Estimación del presupuesto**

Con los resultados del diseño hidráulico, se estimó el presupuesto correspondiente al proyecto para poder determinarla por hectárea.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. INFORMACION BASICA**

#### **4.1.1. Cultivo**

Se trata del cultivo de palto, con un marco de plantación de 4 m x 3 m, distancia entre hileras y plantas respectivamente.

#### **4.1.2. Agua**

La calidad de agua para riego según las Normas de Riverside (US Soil Salinity Laboratory) corresponde a la clase C2S1; es decir agua de buena calidad para la mayoría de los cultivos y ligeramente peligroso para plantas muy sensibles y suelos impermeables. En la Tabla 3 se presenta los resultados del análisis del agua de riego.

**Tabla 3: Análisis de agua**

<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>
pH	7,42
CE (mS/cm)	0,45
Cationes (meq/L)	4,73
Calcio (Ca)	3,24
Magnesio (Mg)	0,70
Sodio (Na)	0,76
Potasio (k)	0,03
Aniones (meq/L)	4,83
Carbonatos	0,00
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	2,63
Cloruros (Cl)	0,81
Nitratos	0,02
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	1,37
SAR	0,49
Boro (ppm)	0,19

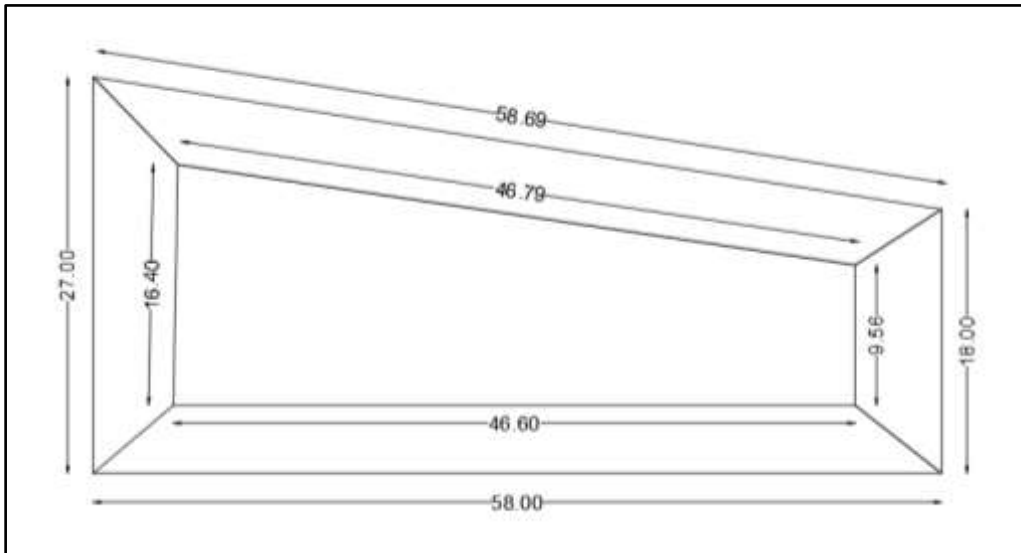
FUENTE: Fundo Esperanza Baja

Adicionalmente está establecido un reservorio que servirá de almacenamiento del recurso hídrico, para satisfacer los requerimientos de agua en el momento oportuno para las 9.0 has de área agrícola.

El volumen neto de agua es de 2025.00 m<sup>3</sup> para cada cuatro días de frecuencia de riego otorgado por la comisión de regantes, una altura de agua de 3.40 m, un borde libre de 0.2 m y un talud de 1:0.5; su revestimiento se contempló con geomembrana HDPE reforzada de 1,00 mm de espesor. En la Tabla 4, se muestra las características del reservorio. Las medidas del reservorio se pueden apreciar en la Figura 8.

**Tabla 4: Características geométricas del reservorio**

Descripción	Resultados
Área mayor (m <sup>2</sup> )	1,305.00
Área menor (m <sup>2</sup> )	604.87
Altura muerta	3.40
Volumen (m <sup>3</sup> )	3171.44



**Figura 8: Dimensionamiento del reservorio (metros)**

#### 4.1.3. Suelo

La clase textural del suelo es arena franca, con buenas características agronómicas, sin concentraciones que pudieran resultar perjudiciales para el cultivo a implementar. Los resultados del análisis del suelo del área de interés se presentan en la Tabla 5.

En general, son suelos permeables, su capacidad de retención de agua o capacidad de campo es baja, y también lo es el agua disponible por las plantas o agua útil, por tanto, deben ser regados frecuentemente. Así mismo, son fáciles de trabajar y no presentan problemas de aireación.



**Tabla 5: Análisis de suelo**

Descripción	Resultados
MO (%)	0,86
p (ppm)	49,34
K <sub>2</sub> O	126
pH	8,26
CE (mS/cm)	0,25
CaCO <sub>3</sub> (%)	4,42
Textura	Arena Franca

FUENTE: Fundo Esperanza Baja

#### 4.1.4. Clima

La información climatológica obtenida para el presente trabajo corresponde a la Estación Meteorológica Huayan. En la Tabla 6 se presenta los valores promedio para el periodo 1999 al 2008.

**Tabla 6: Datos climatológicos**

Mes	Temperatura media (°C)	Humedad (%)	Viendo (Km/día)	Insolación (horas)	Radiación (MJ/m <sup>2</sup> /día)
Enero	24	78	115	8,6	23,6
Febrero	26	74	115	8,2	22,9
Marzo	25	75	144	7,9	21,7
Abril	24	76	115	7,9	20,0
Mayo	24	81	115	8,2	18,6
Junio	18	84	115	8,4	17,8
Julio	18	82	86	8,0	17,7
Agosto	18	79	86	8,2	19,6
Septiembre	20	77	115	9,0	22,6
Octubre	21	76	173	8,5	23,0
Noviembre	22	81	144	8,5	23,3
Diciembre	24	79	144	8,7	23,6

FUENTE: Estación meteorológica Huayan

#### **4.1.5. Fuente de energía**

Para el suministro de energía eléctrica en la estación de bombeo, el sector Esperanza baja cuenta con energía trifásica.

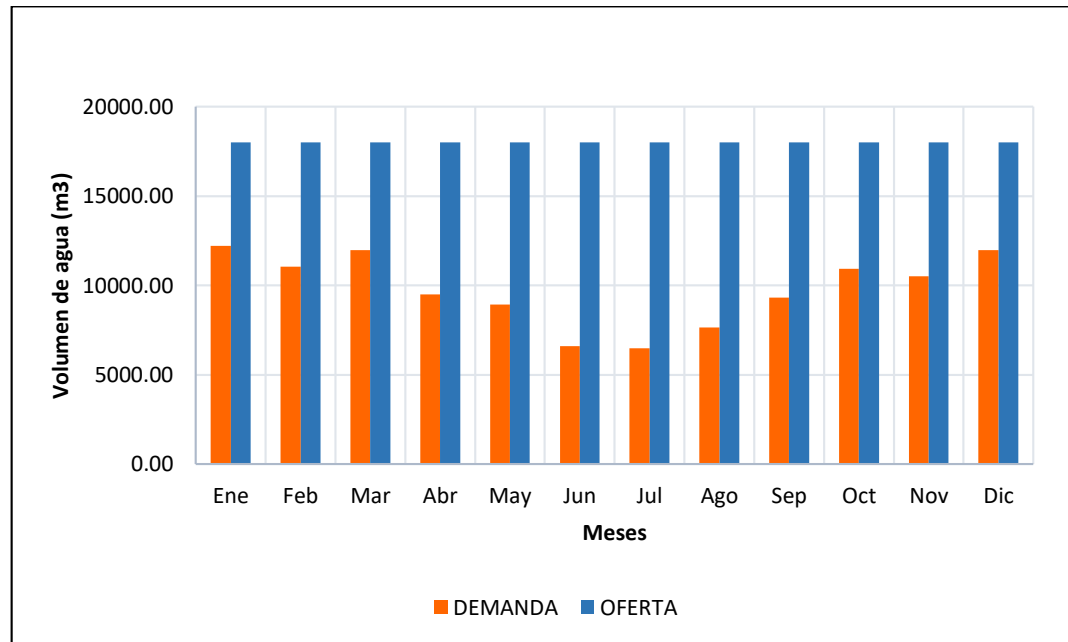
La potencia necesaria para el transformador será de 25,8 KW, de acuerdo con la potencia del motor estimado para el sistema de bombeo, fertilización y un margen de seguridad de 25 por ciento de ambos.

#### **4.2. BALANCE HIDRICO**

Se realizó el balance hídrico con proyecto, para 8,89 has de áreas agrícola (ver Tabla 7 y Figura 9). La oferta anual es de 216,027.00 m<sup>3</sup> y la demanda anual es de 117,130.34 m<sup>3</sup>. Se puede apreciar que la demanda de agua requerida para el cultivo de palto en situación del proyecto es cubierta por la oferta disponible, y el mes de máxima demanda es enero. Desde el punto de vista hídrico el sistema de riego por goteo es técnicamente viable.

**Tabla 7: Balance hídrico**

Descripción	Meses												Total, Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Volumen Ofertado (m <sup>3</sup> )	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	216027.00
Volumen Demandado (m <sup>3</sup> )	12207.02	11047.66	11988.17	9488.24	8940.79	6596.59	6489.66	7656.86	9307.52	10925.04	10518.96	11963.85	117130.34
Balance Hídrico (m <sup>3</sup> )	5795.23	6954.59	6014.09	8514.01	9061.46	11405.66	11512.59	10345.39	8694.73	7077.21	7483.29	6038.40	98896.66



**Figura 9: Balance hídrico**

En el Anexo 1, se muestran los cálculos para la demanda y oferta de agua del cultivo propuesto.

### 4.3. DISEÑO AGRONÓMICO

#### 4.3.1. Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)

Para la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), se utilizó el método de Penman-Monteith, utilizando en datos de temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento e insolación (Estación Meteorológica Huayan). Para ello usó el programa de cómputo CROPWAT, tal como puede apreciarse en la Figura 10.

The screenshot shows the 'ETo Penman-Monteith Mensual' software interface. The input fields are: País: PERU, Estación: HUAYAN, Altitud: 290 m., Latitud: 11.06 °S, and Longitud: 77.27 °W. Below the inputs is a table with 8 columns: Month, Temp Min (°C), Temp Max (°C), Humidity (%), Wind (km/día), Sun (horas), Rad (MJ/m²/día), and ETo (mm/día). The table contains monthly data from January to December, plus an 'Average' row.

Month	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidity %	Wind km/día	Sun horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
January	15.0	33.6	78	115	8.6	23.6	5.02
February	17.8	33.6	74	115	8.2	22.9	5.03
March	17.0	33.6	75	144	7.9	21.7	4.93
April	15.8	31.6	76	115	7.9	20.0	4.20
May	15.4	31.6	81	115	8.2	18.6	3.83
June	11.8	24.0	84	115	8.4	17.8	2.92
July	11.8	23.2	82	86	8.0	17.7	2.78
August	9.8	25.8	79	86	8.2	19.6	3.28
September	12.2	27.8	77	115	9.0	22.6	4.12
October	12.2	29.6	76	173	8.5	23.0	4.68
November	14.2	29.0	81	144	8.5	23.3	4.47
December	16.2	32.0	79	144	8.7	23.6	4.92
Average	14.1	29.6	79	122	8.3	21.2	4.18

Figura 10: Evapotranspiración de referencia (1999 – 2008)

#### 4.3.2. Coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>)

Los valores utilizados fueron determinados por la Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda., en la zona de Quillota, Valparaíso, Chile, en base a ensayos durante dos años en un huerto comercial de paltos, en el que fueron evaluados los valores recomendados por Meyer et al. (1990) para paltos en California. Los valores de K<sub>c</sub> utilizados se muestran en la Tabla 8, cuyo valor de 0,75 es para zonas calurosas en los meses de noviembre a marzo.

**Tabla 8: Coeficiente de cultivo (Kc) para paltos**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Kc	0.75	0.75	0.75	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.75	0.75

FUENTE: Gardiazabal, 2008.

#### 4.3.3. Cálculo de evapotranspiración de cultivo (ETc)

Para el cálculo se consideró la evapotranspiración de referencia correspondiente a febrero, con el valor crítico (5.03 mm/día) y un coeficiente de cultivo de 0,75.

**Tabla 9: Evapotranspiración de cultivo promedio (1999 – 2008)**

Descripción	Unidad	Valor
Evapotranspiración - Eto	mm/día	5.03
Coeficiente cultivo – Kc		0.75
Evapotranspiración cultivo - Etc	mm/día	3.77

Al no haber precipitación efectiva ni aporte capilar, la necesidad neta fue igual a la evapotranspiración del cultivo.

#### 4.3.4. Demandas totales (Nt)

Conociendo el valor de la demanda neta, el cálculo de la necesidad total está en función de la eficiencia de aplicación.

El cálculo de la eficiencia de aplicación de riego se obtuvo del producto de un 10 por ciento por pérdidas de percolación, 18 por ciento para el requerimiento de lavado de sales y 96 por ciento de coeficiente de uniformidad, resultando un 79 por ciento de eficiencia de aplicación.

Finalmente, el cálculo de la demanda total para el cultivo de palto resultó una lámina de riego, en máxima demanda, de 4.43 mm/día o una dosis de riego de 33.28 l/planta/d. En el Anexo 2, se muestra el método y el resultado de la determinación del coeficiente de uniformidad.

#### 4.3.5. Selección del gotero

- Área agrícola con pendiente entre 0 a 2 por ciento: Se escogió emisores no autocompensados Eolos de 17 mm - 1,6 l/h (Figura 11), debido a que el terreno es relativamente plano. En la Figura 15 del Anexo 3, se muestra el catálogo con las especificaciones técnicas del emisor.



**Figura 11: Gotero Eolos 17 mm – 1,6 l/h**

FUENTE: Catalogo de Eurodrip

- Área agrícola con pendiente mayores a 2 por ciento: Se escogió emisores autocompensados TopDrip PC 16 mm – 1,6 l/h (Figura 12), para obtener una mejor uniformidad de riego. En la Figura 16 del Anexo 3, se muestran el catálogo con las especificaciones técnicas del emisor.



**Figura 12: Gotero TopDrip PC 16 mm – 1,6 l/h**

FUENTE: Catalogo de NAANDANJAIN

#### 4.3.6. Número de emisores

Se obtuvo de la multiplicación de la separación entre plantas y el espaciamiento entre goteros, tal como se puede ver en la Tabla 10.

**Tabla 10: Número de emisores por planta**

Descripción	Unidad	Valor
Área del proyecto	has	8.89
Separación entre hileras	m	4.00
Separación entre plantas	m	3.00
Número de goteros	und	30.00

#### 4.3.7. Precipitación horaria

En la Tabla 11, se muestra el valor de precipitación horaria. En el Anexo 4, se muestra los parámetros de diseño agronómico.

**Tabla 11: Precipitación horaria en mm/h**

Descripción	Unidad	Valor
Área del proyecto	has	8.89
Precipitación horaria	mm/h	4.00
Precipitación horaria	m <sup>3</sup> /h/ha	40.00

#### 4.3.8. Parámetros de operación

El sector de riego total fue dividido en diez turnos de riego y 17 unidades de control manejados a través de válvulas hidráulicas de 2". La operación contempla el funcionamiento de 10 turnos de riego, con un tiempo de riego de 1.00 h, para cada turno y un tiempo total de 10.00 horas por día (ver Tabla 12). En la Figura 13, se muestra el esquema de la distribución de turnos de riego en el campo.

**Tabla 12: Parámetros de operación según el turno de riego**

BENEFICIARIO	N° SECTORES	AREA		CAUDAL				CULTIVO	TIPO DE EMISOR DE RIEGO	DOSIS TOTAL DE RIEGO		TIEMPO RIEGO (hr)
		VALVULA (Ha)	TURNO (Ha)	VALVULA		TURNO						
				m3/hr	l/s	m3/hr	l/s					
I	1	0.58	1.16	25.76	7.16	51.44	14.29	Palto (4x3)	Manguera Topdrip autocompensada (q=1.6 l/h @ 0.4) - Naandanjain	44.38	38.26	1.00
	9	0.58		25.68	7.13							
II	2	0.62	0.62	27.53	7.65	25.86	7.18	Palto (4x3)	Manguera Topdrip autocompensada (q=1.6 l/h @ 0.4) - Naandanjain	44.38	71.62	1.00
III	3	0.99	0.99	44.04	12.23	44.04	12.23	Palto (4x3)	Manguera Topdrip autocompensada (q=1.6 l/h @ 0.4) - Naandanjain	44.38	44.76	1.00
IV	4	0.68	0.68	30.30	8.42	30.30	8.42	Palto (4x3)	Manguera Topdrip autocompensada (q=1.6 l/h @ 0.4) - Naandanjain	44.38	65.17	1.00
V	6	0.47	0.91	20.66	5.74	40.45	11.24	Palto (4x3)	Manguera Topdrip autocompensada (q=1.6 l/h @ 0.4) - Naandanjain	44.38	48.24	1.00
	8	0.45		19.79	5.50							
VI	5	0.43	0.85	19.16	5.32	37.61	10.45	Palto (4x3)	Manguera Eolos (q=1.6 l/h @ 0.4) - Eurodrip	44.38	52.21	1.00
	7	0.42		18.45	5.13							
VII	11	0.76	0.76	33.76	9.38	33.76	9.38	Palto (4x3)	Manguera Topdrip autocompensada (q=1.6 l/h @ 0.4) - Naandanjain	44.38	47.72	1.00
VIII	10	0.59	0.90	26.39	7.33	40.18	11.16	Palto (4x3)	Manguera Topdrip autocompensada (q=1.6 l/h @ 0.4) - Naandanjain	44.38	49.31	1.00
	12	0.31		13.79	3.83							
XI	13	0.45	1.01	20.00	5.56	44.82	12.45	Palto (4x3)	Manguera Eolos (q=1.6 l/h @ 0.4) - Eurodrip	44.38	43.94	1.00
	15	0.45		19.87	5.52							
	17	0.11		4.94	1.37							
X	14	0.49	1.01	21.87	6.08	44.98	12.49	Palto (4x3)	Manguera Eolos (q=1.6 l/h @ 0.4) - Eurodrip	44.38	48.77	1.00
	16	0.52		23.11	6.42							
<b>Total proyectado</b>			<b>8.89</b>								<b>510.00</b>	<b>10.00</b>



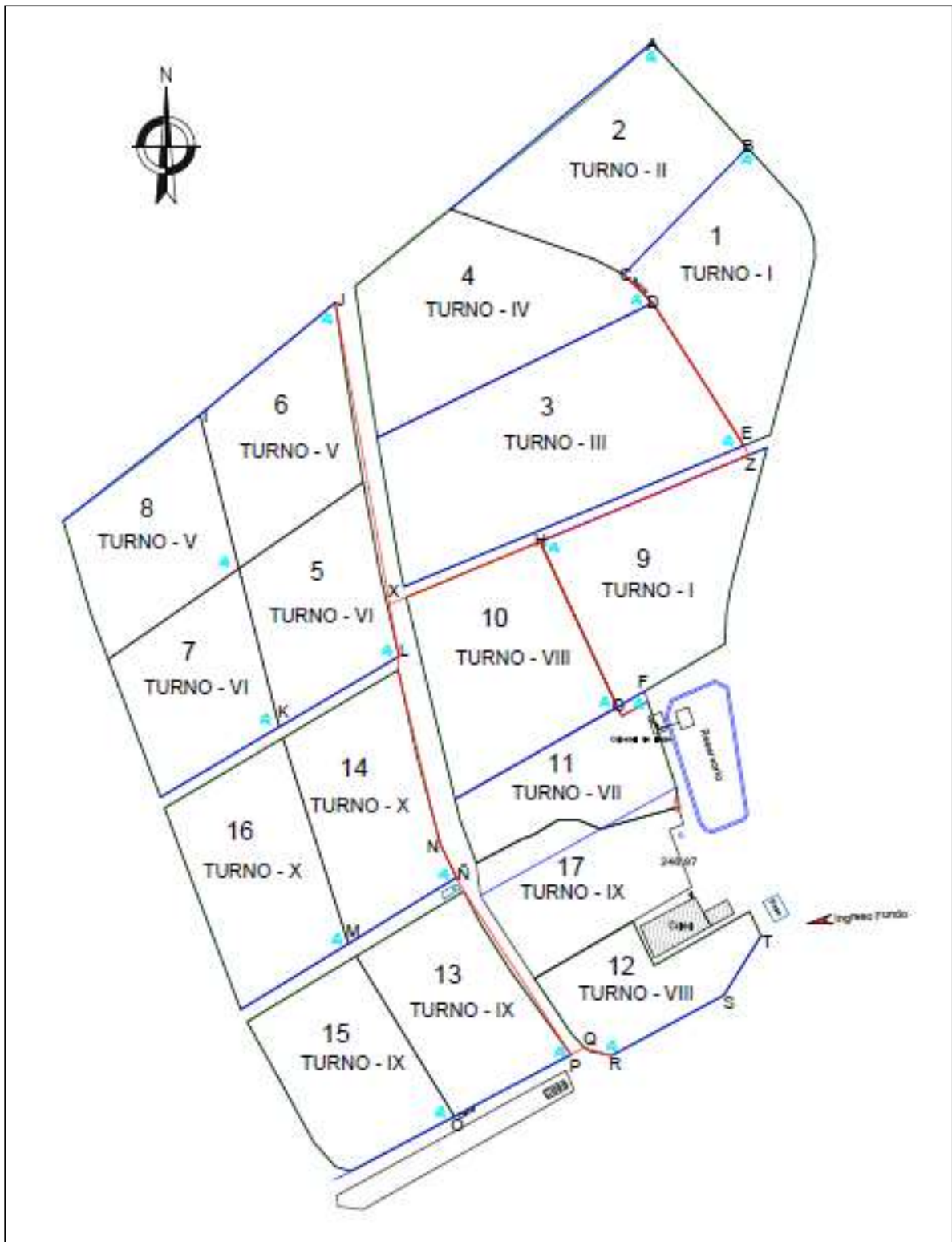


Figura 13: Esquema de distribución de los turnos de riego

#### **4.4. DISEÑO HIDRÁULICO**

Para el diseño de matrices y portalaterales se utilizó la ecuación de pérdidas de carga de Hazen – Williams y Darcy Weisbach, con la aproximación de Blasius, respectivamente. 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 de 48, 63, 75, 110 y 160 mm, en PVC, instaladas a un metro de profundidad promedio, para evitar cualquier daño debido al peso de maquinaria o trabajo de equipos durante la preparación del suelo.

##### **4.4.1. Diseño del lateral de riego**

El diseño del lateral fue realizado para cada subunidad (17) en los diez turnos. La longitud máxima de lateral fue de 94 m; el mayor caudal de diseño del lateral fue de 0,26 l/s, perteneciente a la válvula 14 del turno X y el menor caudal de diseño de 0,116 l/s, perteneciente a la válvula 17 del turno IX.

Se seleccionó los siguientes laterales de riego de goteo para el sistema parcelario:

- Para un área de 2.87 ha, se empleó tres laterales de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera Eolos de PE de 17 mm, clase – 15 mil, con emisores de 1,6 l/h, espaciados cada 0,4 m.
- Para un área de 6.02 ha, se empleó tres laterales de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera Top drip autocompensada de PE de 17 mm clase – 15 mil, con emisores de 1,6 l/h, espaciados cada 0,4 m.

##### **4.4.2. Diseño de la línea portalateral**

Se consideró tuberías de PVC, clase 5 y 7,5, con diámetros nominales de 50, 63, 75 y 90 mm. La longitud máxima fue de 159 m; el mayor caudal, 12.23 l/s, perteneciente a la válvula 3 del turno III; y, el menor caudal, 7.15 l/s, perteneciente a la válvula 1 del turno I. En el Anexo 5, se muestra las hojas de cálculo del diseño hidráulico de la línea portalateral.

##### **4.4.3. Diseño de la matriz**

Se consideró tuberías de PVC, clase 7,5, con diámetros nominales de 90, 110 y 160 mm. La velocidad máxima fue de 1.80 m/s, que está dentro del rango de velocidad propuesto como diseño ( $\leq 2,0$  m/s). El máximo caudal fue de 15.5 l/s, perteneciente al turno IX. En la figura 14, se muestra el plano del cabezal del riego por goteo.

#### **4.4.4. Arcos de riego**

Se tomó en cuenta el caudal de ingreso, el diseño de las portalaterales y matriz, así como la información técnica de válvulas y accesorios.

Se ubicaron al inicio de las subunidades, conformadas por 17 válvulas hidráulicas, con estrangulador de 63 mm - 2", de polipropileno con conexión rosca interna. Asimismo, cada válvula estará complementada con una válvula de tres vías y un piloto regulador de 8 mm, para un rango de regulación de 10 a 60 m.c.a, con la finalidad de regular la presión y realizar la apertura y cierre del flujo de cada sector de riego. También, cada arco tiene una válvula de aire de ½", de simple efecto, y un punto de toma de presión.

En el Anexo 8, se presenta el plano de los arcos de riego del sistema.

#### **4.4.5. Cálculo del sistema de bombeo**

##### **a. Requerimiento de presión del sistema**

Además de las pérdidas por fricción y considerando la topografía (variables en cada turno de riego), se definió: pérdidas en el cabezal de riego, 6,0 m.c.a; de presión en válvulas y en accesorios (10 por ciento de la matriz); el desnivel topográfico; y, un tres por ciento por seguridad. Así se obtuvo alturas dinámicas totales, entre 28.10 y 49.56 m.c.a. La pérdida de carga en el arco de riego se consideró equivalente a 2,5 m.

La pérdida de carga en la matriz dependió del diámetro de la tubería y la longitud del tramo; el turno X fue el más lejano al cabezal de riego y el que presentó mayor pérdida de carga en la matriz con 49.56 m.

El desnivel topográfico fue la diferencia de posición de cada válvula sobre la estación de bombeo, en la Tabla 13 se observa que la válvula 9 del turno III, se encuentra en contra pendiente del terreno.

Asimismo, en la Tabla 13 se observa que el requerimiento de presión máxima fue de 49.56 m.c.a, del turno X.

**Tabla 13: Requerimiento de la altura dinámica total del sistema – ADT**

PARAMETRO	PERDIDA (m.c.a.)										
	Turnos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Presión en la subunidad	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Perdida de carga en el arco de riego	7.40	8.67	3.61	5.10	4.16	3.52	1.61	7.41	7.41	5.55	
Perdida de carga en la matríz	2.42	1.67	1.11	1.08	1.63	1.06	0.04	1.06	2.94	3.82	
Perdida de carga en accesorios (10%)	0.24	0.17	0.11	0.11	0.16	0.11	0.00	0.11	0.29	0.38	
Perdida de carga en cabezal de riego	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Margen de Seguridad (5%)	1.33	1.35	1.07	1.14	1.12	1.06	0.91	1.25	1.36	1.31	
<b>ADT</b>	<b>27.89</b>	<b>28.35</b>	<b>22.39</b>	<b>23.93</b>	<b>23.57</b>	<b>22.24</b>	<b>19.06</b>	<b>26.33</b>	<b>28.50</b>	<b>27.56</b>	
<b>PERDIDA EN SUBUNIDADES</b>											
Portarregante 1	2.68	3.84	2.29	2.33	1.43	1.17	0.98	1.16	1.17	0.60	
Válvula 1	7.80	3.62	3.86	3.82	5.30	5.21	7.73	6.45	6.96	9.34	
Portarregante 2	1.59				1.42	1.09		2.57	1.25	0.66	
Válvula 2	3.74				3.77	4.50		0.88	5.91	10.28	
<b>ADT final</b>	<b>43.69</b>	<b>35.82</b>	<b>28.54</b>	<b>30.08</b>	<b>35.50</b>	<b>34.21</b>	<b>27.77</b>	<b>37.39</b>	<b>43.79</b>	<b>49.56</b>	

#### b. Requerimiento de potencia del sistema

La altura dinámica total máxima (ADT) fue estimada en 49.56 m.c.a, con un caudal máximo de 15.5 l/s. Para la selección de la unidad de bombeo, se ha considerado la válvula más crítica (válvula 16) del turno X, calculando la potencia de la bomba y el motor en base a los datos de la ADT y el caudal por turno de riego (el más alto de todos los turnos).

En el Anexo 6, se presenta la ficha técnica para la bomba seleccionada (modelo 50-160 Hidrostral).

La bomba será accionada por un motor eléctrico trifásico con una potencia máxima de 19,14 KW. Asimismo, se estimó una eficiencia de la bomba de 73 por ciento y un factor de servicio de 1,15 sobre la potencia calculada de la unidad de bombeo (ver Tabla 14).

**Tabla 14: Requerimiento de potencia de unidad de bombeo – diez turnos**

<b>CALCULO DE UNIDAD DE BOMBEO</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Hf (mts)</b>
Caudal total (lps)	15.5
Altura dinámica total (mts)	49.56
<b>Potencia estimada (HP)</b>	<b>18</b>

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

##### **a. Sistema de filtrado**

Cuenta con filtros primarios, conformados por tres filtros de grava de 36” de diámetro y conexión vitaulic, de 3”, con una capacidad de diseño de 36 m<sup>3</sup>/h; y, filtros secundarios, compuestos por tres filtros de anillas, de 3” de diámetro, y conexión vitaulic con efecto helicoidal, con una capacidad de diseño de 36 m<sup>3</sup>/h cada uno.

El retrolavado, tanto de los filtros primarios como de los secundarios, será por operación manual de las válvulas hidráulicas de retrolavado, de 3” x 3” x 2”, considerando la diferencia de presiones que se produzca entre la salida e ingreso de estos, para lo cual se revertirá el flujo de agua limpia, cerrando la entrada de agua del sistema hacia el filtro y eliminando el agua sucia producto del retrolavado mediante una tubería de PVC de 63 mm, clase – 7.5.

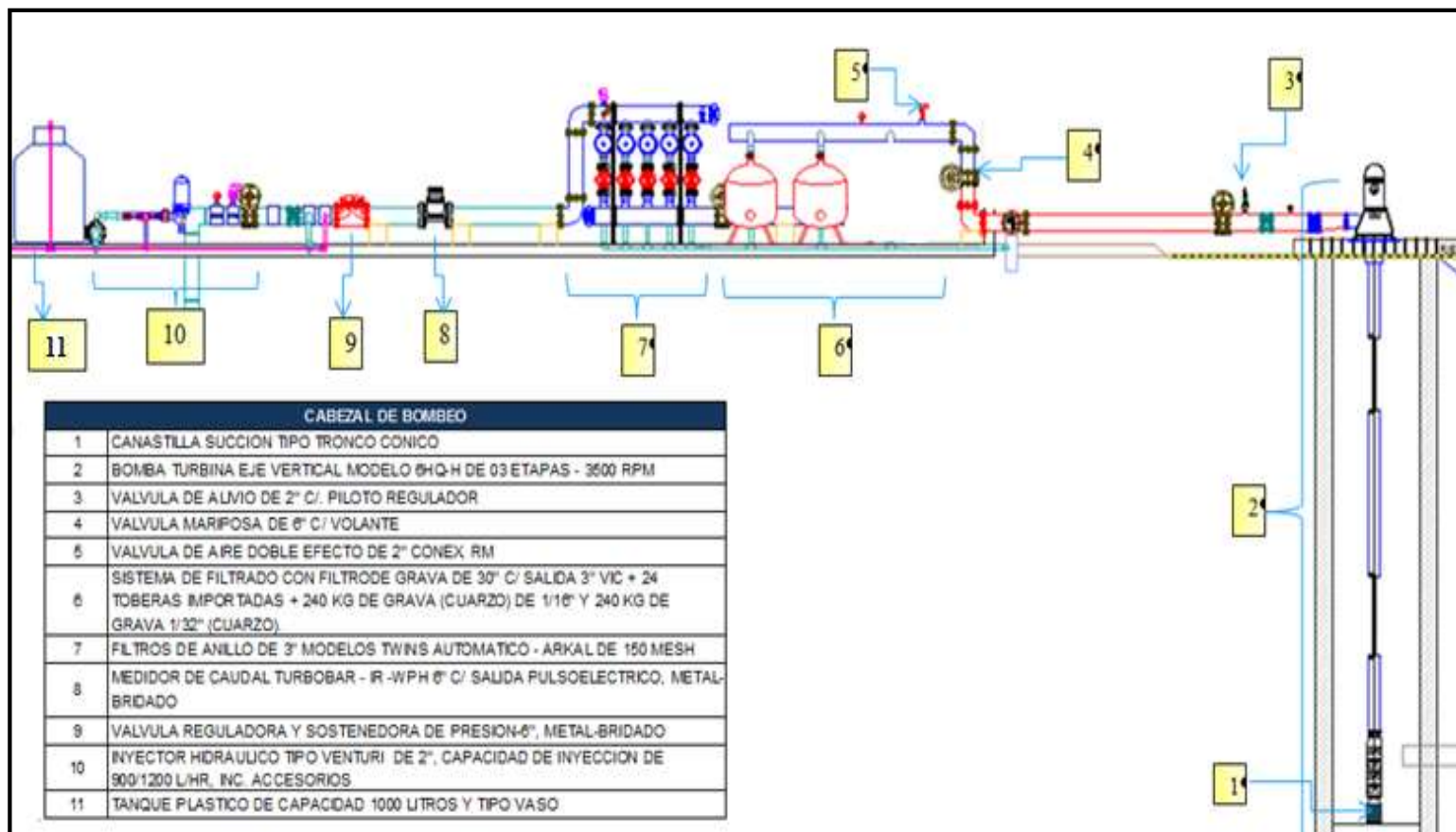
##### **b. Sistema de fertilización**

Para el equipo de fertilización, se seleccionó tres inyectores venturis de 1”; además, un filtro de anillas de 1”, para minimizar los sedimentos de mezcla de la fertilización; también, tres tanques de plástico, de 1000 l (tipo vaso), para realizar la mezcla de fertilizantes.

La inyección del sistema de fertilización se acoplará con disposición en paralelo a la tubería matriz después del filtrado.

**c. Sistema de control**

El sistema de control considerado en el cabezal de filtrado, contempla 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 m<sup>3</sup>/h, 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 (6") y una válvula de alivio (2") en la descarga de la bomba para el control de sobre - presiones; manómetros de glicerina (0 – 10 bares) en el cabezal; y, válvulas de aire, doble efecto de 2".



**Figura 14: Plano del cabezal de riego**

#### 4.5. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO

El presupuesto correspondiente al proyecto asciende a la suma de S/. 200,761.00 soles; en dicho costo no se incluye las obras civiles, tales como: zanjado, tapado, entre otros. En el Anexo 7, se muestra el presupuesto de instalación del sistema de riego por goteo.

## V. CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño del sistema de riego por goteo para 9.0 has de palta hass, de acuerdo con los datos básicos como oferta de agua, clima, topografía, suelo y fuente de energía
- Del balance hídrico del proyecto para las 9.0 has con cultivo de palto, se tiene que la demanda anual (117,130.34 m<sup>3</sup>) requerida es cubierta por la oferta anual (216,027.00 m<sup>3</sup>) disponible, considerando que los meses de déficit de agua son de octubre a marzo y los meses de superávit son de abril a septiembre.
- Se logró determinar el diseño agronómico, de acuerdo con la cantidad de agua necesaria para el cultivo de palta hass. Asimismo, se determinó el número de emisores por planta, tiempo de riego por turno, número de turnos por día y la descarga máxima por turno. Se estableció los parámetros de operación del sistema, el cual permitirá el funcionamiento de 17 válvulas y 10 turnos de riego, cada uno con un tiempo de riego de 1.00 hr, haciendo un total de 10 horas al día y un intervalo de riego de 4 días
- En el diseño hidráulico se logró determinar la red de tuberías en la conducción, distribución y aplicación del sistema de riego. La tubería matriz será de PVC clase 7.5 con diámetros nominales de 90mm, 110mm y 160 mm; y fueron diseñadas para velocidades no mayores a 2,5 m/s. Las tuberías portalaterales tienen diámetros de 50mm, 63mm , 75 mm y 90mm; las tuberías laterales de riego de 17 mm.

La altura dinámica total del sistema es de 49.56 m.c.a; con un caudal máximo de 15.50 l/s con una potencia estimada de 18.00 hp. El equipo de bombeo será accionado



por un motor eléctrico trifásico, con una potencia de 19,14 KW. La unidad de bombeo tiene una eficiencia de trabajo del 75 por ciento y un factor de servicio de 1.12, sobre la potencia calculada de la unidad de bombeo.

El cabezal de riego cuenta con tres filtros de grava, de 36" de diámetro, con una capacidad de diseño de 36 m<sup>3</sup>/h cada uno; cuatro filtros de anillas de 3" de diámetro; un medidor de caudal de 6", fabricado en metal; una válvula reguladora y sostenedora de presión de 6"; válvula mariposa de 6"; válvula de check de 6"; y, una válvula de alivio de 2", en la descarga de la bomba para el control de sobre presiones. También, manómetros de glicerina (0 – 14 bares) en el cabezal y válvulas de aire doble efecto de 2".

- La propuesta del sistema de riego por goteo representa un costo de inversión de S/. 200,761.00 soles, lo que representa un estimado de 5,500.00 dólares/ha.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Puesta en marcha el sistema de riego por goteo diseñado, se recomienda realizar la capacitación de los operadores del manejo del sistema y la programación de riego.
- Debido a que la separación entre hileras es de 4.0 m se recomienda colocar 4 hileras separadas proporcionalmente para poder tener más área mojada y así coberturar una mejor lámina de riego.
- Evaluar el sistema de riego por goteo en funcionamiento para verificar la uniformidad, hacer mediciones de las presiones con manómetro en la entrada de los arcos de riego, así como en los laterales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armoni, S. (1992). El riego por goteo. Shefayim, IL, Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola – CINADCO. 100 p.
- Ataucusi, S. (2015). Manejo técnico del cultivo del palto. Editado por: Cáritas del Perú. Arequipa, Perú. Programa PARA Buenaventura. 41 p.
- Bralts, V.F.; Edward, D.M.; Wu, I-Pai. (1987). Drip irrigation design and evaluation based on the statistical uniformity concept: Advances in Irrigation. Ed. Academic Press. Orlando, US. Vol. 4. p 67-117.
- Doorembos, J. y Pruitt, W.O. (1977). Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje N° 24. Roma, IT.
- Franciosi, R. (2003). El palto, producción, cosecha y postcosecha. Lima, Perú: Ediciones Cimagraf. 225 p.
- Gardiazabal, F. (2004). Riego y nutrición en paltos. Valparaíso, Chile. 21 p. Recuperado de [http://www.avocadosource.com/Journals/2\\_Seminario/2\\_Seminario\\_Gardiazabal\\_Fertilizacion\\_y\\_Riego\\_SPAN.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/2_Seminario/2_Seminario_Gardiazabal_Fertilizacion_y_Riego_SPAN.pdf)
- Gardiazabal, F. (2008). Palto y cítricos: generalidades del cultivo. Valparaíso, Chile. 26 p.
- Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). (2010). Manual de riego para agricultores – Módulo 4: Riego localizado. Edita Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, España. 158 p.
- Mendoza, A.E. (2013). Riego por goteo. La Libertad, SV, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. 98 p.
- Pizarro, F. (1996). Riegos localizados de alta frecuencia. (2a ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 513 p.
- Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI). (2006). Guía para la elaboración de expedientes técnicos de riego presurizado. Lima, Perú. 61 p.

## **VIII. ANEXOS**

## Anexo 1: Calculo de demanda y oferta de agua

### Tabla 15: Cálculo de la demanda de agua

Descripción	Unidad	Meses												Total Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Días de mes	días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Area Total	ha	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89
Eto	mm/día	5.02	5.03	4.93	4.20	3.83	2.92	2.78	3.28	4.12	4.68	4.47	4.92	
Eto	mm/mes	155.62	140.84	152.83	126.00	118.73	87.60	86.18	101.68	123.60	145.08	134.10	152.52	
Kc		0.75	0.75	0.75	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.75	0.75	
Etc	mm/mes	116.72	105.63	114.62	90.72	85.49	63.07	62.05	73.21	88.99	104.46	100.58	114.39	
precipitacion efectiva	mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento Hidrico	mm/mes	116.72	105.63	114.62	90.72	85.49	63.07	62.05	73.21	88.99	104.46	100.58	114.39	
Requerimiento Neto	m3/ha/mes	1167.15	1056.30	1146.23	907.20	854.86	630.72	620.50	732.10	889.92	1044.58	1005.75	1143.90	
Eficiencia de Riego		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
Requerimiento Bruto		1373.12	1242.71	1348.50	1067.29	1005.71	742.02	730.00	861.29	1046.96	1228.91	1183.24	1345.76	
Requerimiento Bruto	m3/ha/días	44.29	44.38	43.50	35.58	32.44	24.73	23.55	27.78	34.90	39.64	39.44	43.41	
Tiempo	hr	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
Mr	lt/seg/ha	0.68	0.68	0.67	0.55	0.50	0.38	0.36	0.43	0.54	0.61	0.61	0.67	
Caudal Requerido	lt/seg	6.08	6.09	5.97	4.88	4.45	3.39	3.23	3.81	4.79	5.44	5.41	5.96	
Caudal Requerido	m3/seg	0.0061	0.0061	0.0060	0.0049	0.0045	0.0034	0.0032	0.0038	0.0048	0.0054	0.0054	0.0060	
Volumen	m3/mes	12207.02	11047.66	11988.17	9488.24	8940.79	6596.59	6489.66	7656.86	9307.52	10925.04	10518.96	11963.85	117130.34

### Tabla 16: Cálculo de la oferta de agua

Descripción	Unidad	Meses												Total Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
N° de días al mes	días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Caudal asignado Fundo E	m3/hr	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00
Tiempo de riego por dota	hr/ha	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
Área del proyecto	ha	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89
Tiempor de riego total po	hr	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445	4.445
Frecuencia de cada dota	días	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Número de riegos al mes	N°	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Volumen ofertado para e	m3	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	18002.25	216027.00
	m3/ha	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	2025.00	24300.00

## Anexo 2: Método y resultado para determinar el coeficiente de uniformidad (CU)

Para una subunidad se adoptó el siguiente criterio:

- Dentro de la subunidad se eligen cuatro laterales: el primero, el último y dos intermedios, situados respectivamente, a 1/3 del primero y a 1/3 del último.
- Dentro del lateral se eligen cuatro goteros: el primero, el último y dos intermedios escogidos con el mismo criterio anterior.
- Se mide el caudal que reciben los 16 goteros y se aplica el CU.

$$CU \approx \frac{q_{25}}{q_a}$$

Donde:

$q_a$ : caudal medio de todos los emisores considerados

$q_{25}$ : caudal medio de los emisores que constituyen el 25 por ciento de caudal más bajo

Para determinar el caudal de los 16 goteros, se calculó la presión hidráulica a la entrada de cada gotero y se empleó la ecuación del gotero.

$$Q \approx K \times H^x$$

Donde:

Q: caudal del emisor (l/hr)

K: coeficiente de descarga (para nuestro emisor 0.461) x: exponente de descarga (para nuestro emisor 0.54) H: presión hidráulica a la entrada del emisor (m)

De esta forma obtuvimos los siguientes valores en una subunidad:

H: presión hidráulica
Q: caudal del gotero

9.96
1.59

9.45
1.55

8.94
1.5

8.88
1.5

10.32
1.63

9.81
1.58

9.26
1.53

9.11
1.52

10.56
1.65

10.01
1.59

9.42
1.55

9.19
1.53

10.54
1.64

9.97
1.59

9.33
1.54

9.0
1.51

Finalmente:

$$q_{25} \approx 1.51$$

$$q_a \approx 1.57$$


$$CU \approx 96\%$$

### Anexo 3: Especificaciones técnicas de emisor no compensado y autocompensado

#### Eolos Specifications

EMITTER FLOW DATA FOR 8 MIL DRIPLINE					
Nominal Emitter Flow Rate (LPH)	Constant K <sup>2</sup> (liter)	Flow Exponent $x$	Coefficient of Variation (CV)	Friction Factor (Kf)	Flow Rate (LPH) @ 1 bar
0,8	0,79	0,49	0,025	0,10	0,79
1,3	1,15	0,54	0,010	0,10	1,15
1,6	1,50	0,54	0,013	0,10	1,50
2,6	2,30	0,50	0,022	0,08	2,30
3,8	3,80	0,50	0,020	0,10	3,80


\* These data may vary slightly to the pipe thickness and layout.



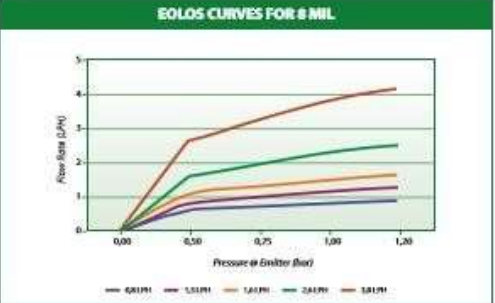
# Eolos

## Flat Dripline

**LOWEST**  
**Cv**  
**IN THE**  
**INDUSTRY**



#### EMITTER FLOW CURVES FOR 8 MIL



EMITTER FLOW PATH SPECIFICATIONS			
Nominal Emitter Flow Rate (LPH)	Flow Path Width (mm)	Flow Path Depth (mm)	Required Filtration (mesh)
0,8	0,60	0,50	120*
1,3	0,70	0,60	120*
1,6	0,70	0,65	120*
2,6	0,80	0,80	120*
3,8	1,00	0,90	120*


\* 200 or smaller mesh filtration is required when equal conditions are present.

#### Customer Benefits & Product Application

- Large turbulent flow path emitters are injection molded in our Isolyta, Greece facility where they are welded into our seamless Eolos dripline using only the highest grade resins, ensuring product quality and availability you can count on.
- Industry leading CV values (< 2%) and the highest operating pressures available means unmatched uniformity performance for your plants and reliability for you.
- Wide range of mil thicknesses, emitter flows and spacing (including custom spacing) in both 17mm and 23mm diameters provides design flexibility for virtually any planting needs.
- Ideal applications include crops such as tomatoes, peppers, melons, cotton, grapes, potatoes and other row crops for both surface and shallow subsurface.

#### Abbreviations

ID – Inside Diameter  
 OD – Outside Diameter  
 LPH – Liters Per Hour



55th Km National Road Athens-Lamia,  
 P.O. Box 34, 320 11 Isolyta, Greece  
 Tel: +30 22620 54800, Fax: +30 22620 54801  
 e-mail: sales@eurodrip.gr  
 Website: www.eurodrip.gr

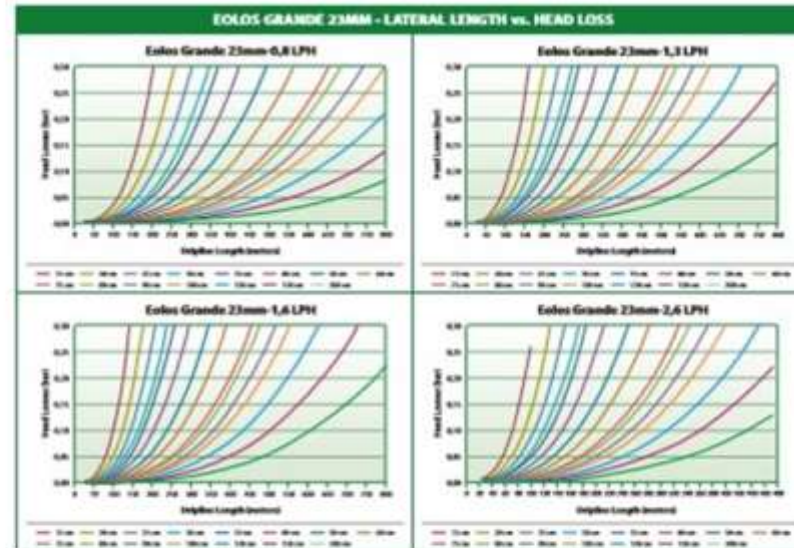
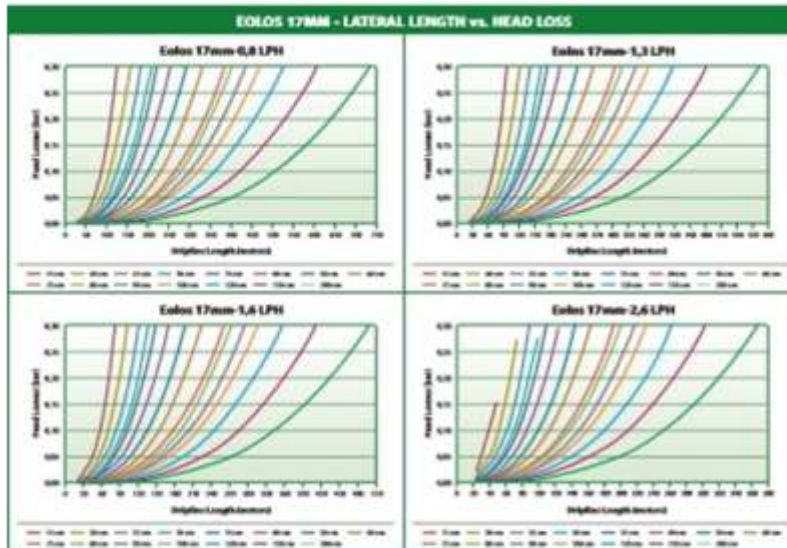
For more information, please visit  
[www.eurodrip.gr](http://www.eurodrip.gr)



## Eolos Specifications

EOLOS 17MM DRIPLINE SPECIFICATIONS						
MM	Wall Thickness (mm)	ID (mm)	OD (mm)	Cell Length (m) Spacing: 30	Cells per Pallet	Max Operating Pressure (bar)
5	0,135	16,10	16,40	3000	20	0,8
6	0,150	16,10	16,40	2500	20	1,0
8	0,200	16,10	16,50	2500	20	1,2
10	0,250	16,10	16,60	2300	20	1,4
12	0,300	16,10	16,70	1700	20	1,5
15	0,370	16,10	16,85	1300	20	1,8
18	0,450	16,10	17,00	1000	20	2,0
24	0,600	16,10	17,30	850	20	2,5
36	0,900	16,10	17,90	500	20	3,0

EOLOS GRANDE 23MM DRIPLINE SPECIFICATIONS						
MM	Wall Thickness (mm)	ID (mm)	OD (mm)	Cell Length (m) Spacing: 30	Cells per Pallet	Max Operating Pressure (bar)
8	0,200	22,20	22,60	1800	20	1,0
10	0,250	22,20	22,70	1600	20	1,3
12	0,300	22,20	22,80	1450	20	1,4
15	0,370	22,20	22,95	1250	20	1,6
18	0,450	22,20	23,10	700	20	1,8
24	0,600	22,20	23,40	500	20	2,0



For more information, please visit  
[www.eurodrip.gr](http://www.eurodrip.gr)



Figura 15: Especificaciones técnicas del emisor no compensado

TUBERÍA INTEGRADA DE BAJO Y MEDIO ESPESOR CON GOTEROS AUTOCOMPENSANTES (PC) PLANOS

# TopDrip



Modelos de líneas de goteo innovadoras, de mínimo costo, autocompensantes (PC) y antisifón (PC AS) de pared delgada a media basados en el laberinto de cascada.



TopDrip PC  
1.0, 1.6, 2.0, 2.2 l/h



TopDrip PC AS  
1.0, 1.6, 2.0, 2.2 l/h

### APLICACIONES

- Cultivos en hileras tal como caña de azúcar, hortalizas, etc.
- Riego por goteo subterráneo (SDI)
- Topografía variable
- Riego de hileras largas con alta uniformidad

### ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS

- Gotero preciso de presión compensada
- Bajo CV: 3,0%
- Laberinto de cascada incorporado para una máxima resistencia al taponamiento
- Protección contra la intrusión de raíces
- Doble mecanismo físico de autolimpieza
- Permite laterales más largos con EU de 95%
- Pasajes de agua grandes para una óptima durabilidad a bajas caudales
- Entrada de agua de canal múltiple para operación bajo una pesada carga de suciedad
- Espaciamiento corto de goteros que crea una franja continua húmeda

### TOPDRIP – EMBALAJE Y EMBARQUE

Carretes de cartón						
Díámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mil)	Longitud exterior de rollo* (m)	Botinas por palés	Botinas por contenedor de 20 pies	Botinas por contenedor de 40 pies	Botinas por contenedor 1K de 40 pies
16	15	2250	16	320	640	720
16	25	2250	16	320	640	720
16	35	1750	16	320	640	720
16	25	400	16	320	640	720
20	15	550	16	320	640	720
20	25	500	16	320	640	720
20	35	450	16	320	640	720
20	25	375	16	320	640	720

\* El espaciado de goteros puede afectar la longitud del rollo

### DATOS TÉCNICOS

Díámetro nominal	Espesor de pared		DI (mm)	DE (mm)	Presión máxima (bar)	KD	Conexión	
	mil	mm					Con	Con
16	15	0.33	16.3	16.06	1.4	0.4	•	•
	25	0.38	16.2	16.96	1.8	0.4	•	•
	35	0.45	15.8	16.78	2.5	0.4	•	•
	25	0.62	15.4	16.06	3.5	0.4	•	•
20	15	0.33	20.2	20.06	1.4	0.3	•	•
	25	0.38	20.2	20.96	1.8	0.3	•	•
	35	0.45	19.8	20.78	2.5	0.3	•	•
	25	0.62	19.4	20.06	3.5	0.3	•	•

### MODELO ESPECIAL PC AS:

- Diseño antisifón que evita la succión en etapa de drenaje
- Recomendado para riego por goteo subterráneo

### DATOS TÉCNICOS

- Caudal: 1.0, 1.6, 2.0, 2.2 l/h
- Rango de regulación de presión: 0.4 – 2.5 bar
- Presión de operación: 0.4 – 2.5 bar, de acuerdo al espesor de la pared
- Espesor de pared: 13-25 mil, 0.33-0.63 mm
- Grado de filtración recomendada: 130 micrones (120 mesh)





TUBERIA INTEGRADA DE BAJO Y MEDIO ESPESOR CON GOTEROS AUTOCOMPENSANTES (PC) PLANOS

# TopDrip 16 mm

PERDIDA DE CARGA (m) EN RELACION A LA LONGITUD DEL LATERAL (m), CAUDAL DEL GOTERO Y ESPACIAMIENTO (cm)

**TopDrip 16, 1.8 Dk, P.E. 13-15, 80 16.2**

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.1	0.1				
60	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1		
80	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
100	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1
120	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
140	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3
160	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
180	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
200	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6
220	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7
240	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8
260	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9
280	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0
300	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
320	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
340	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3
360	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4
380	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
400	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6
420	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7
440	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
460	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9
480	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0
500	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1

**TopDrip 16, 1.8 Dk, P.E. 15-16, 80 16.8**

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.1	0.1				
60	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1		
80	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
100	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1
120	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
140	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3
160	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
180	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
200	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6
220	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7
240	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8
260	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9
280	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0
300	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
320	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
340	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3
360	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4
380	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
400	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6
420	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7
440	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
460	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9
480	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0
500	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1

**TopDrip 16, 1.8 Dk, P.E. 15-16, 80 17.4**

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.1	0.1				
60	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1		
80	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
100	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1
120	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
140	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3
160	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
180	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
200	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6
220	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7
240	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8
260	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9
280	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0
300	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
320	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
340	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3
360	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4
380	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
400	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6
420	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7
440	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
460	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9
480	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0
500	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1

**TopDrip 16, 1.8 Dk, P.E. 15-16, 80 16.2**

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1		
60	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
80	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1
100	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
120	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3
140	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
160	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
180	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6
200	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7
220	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8
240	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9
260	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0
280	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
300	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
320	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3
340	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4
360	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
380	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6
400	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7
420	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
440	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9
460	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0
480	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1
500	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2

**TopDrip 16, 1.8 Dk, P.E. 15-16, 80 17.4**

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1		
60	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
80	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1
100	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
120	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3
140	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
160	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
180	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6
200	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7
220	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8
240	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9
260	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0
280	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
300	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
320	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3
340	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4
360	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
380	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6
400	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7
420	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
440	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9
460	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0
480	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1
500	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2

**TopDrip 16, 1.8 Dk, P.E. 15-16, 80 17.4**

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1		
60	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
80	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1
100	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
120	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3
140	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
160	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
180	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6
200	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7
220	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8
240	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9
260	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0
280	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
300	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
320	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3
340	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4
360	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
380	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6
400	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7
420	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
440	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9
460	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0
480	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1
500	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2

\* Presión mínima de trabajo 0,4 bar. Presión máxima de trabajo de acuerdo al espesor de la pared.

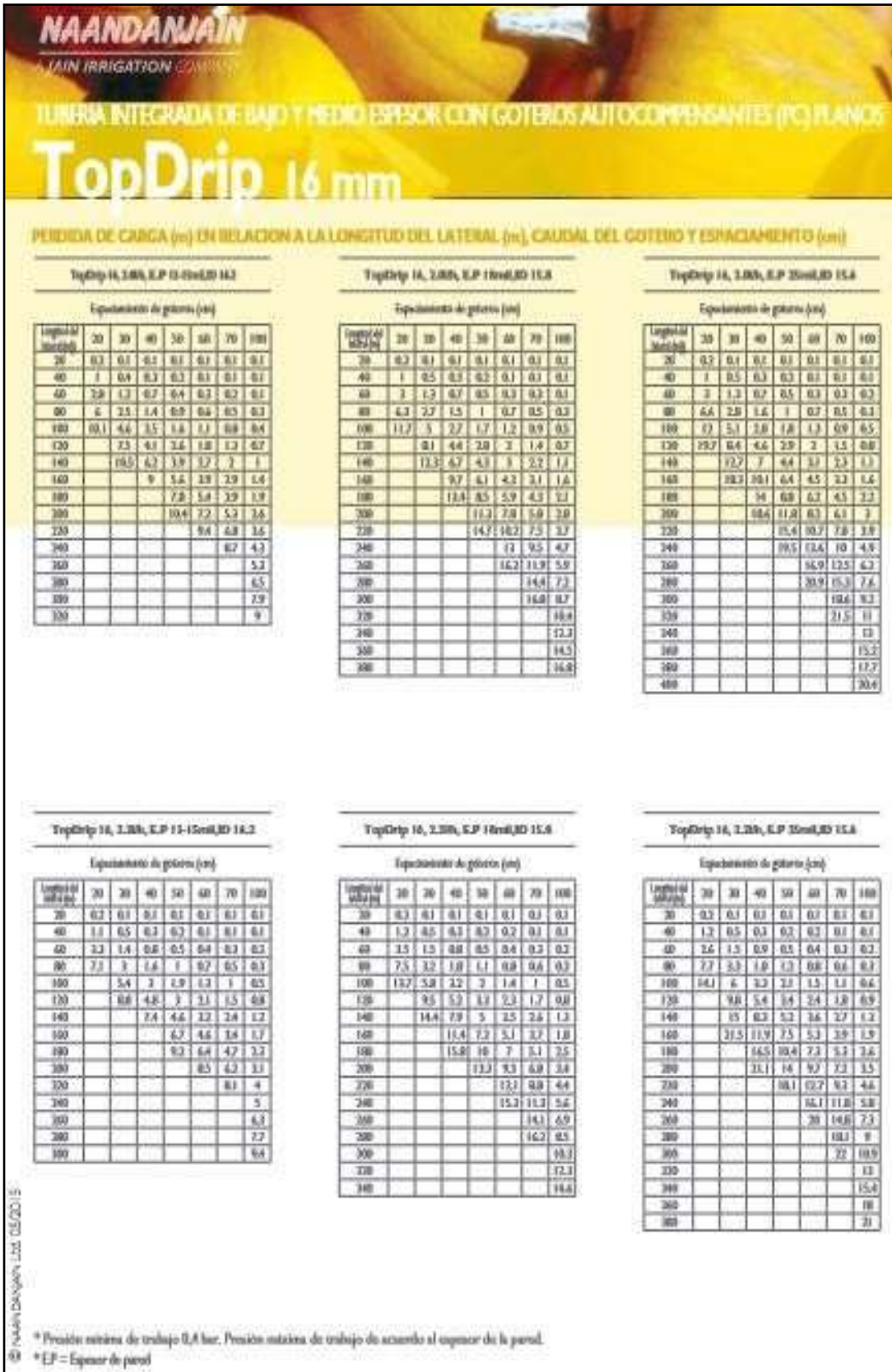


Figura 16: Especificaciones técnicas del emisor autocompensado

#### Anexo 4: Parámetros del diseño agronómico para el cultivo de palto

VARIABLES	UNIDAD	PARÁMETROS
Superficie	has	8.89
Fuente de agua		Reservorio
Factor de lavado	%	82
Pérdida por percolación	%	90
Coefficiente uniformidad de riego	%	96
Eficiencia de aplicación	%	85
Distanciamiento entre plantas	m	3.0
Distancia entre hileras de cultivo	m	4.0
ETo máximo	mm/día	5.02
Factor de cultivo máximo	Kc	0.75
ETc	mm/día	3.76
Precipitación efectiva	mm/día	0.00
Lámina neta por reponer (en máx. demanda)	mm/día	3,31
Lámina total por reponer	mm/día	4,2
Tipo de riego a emplear		Manguera Eolos PE 17mm - C 15MIL, Q= 4.0 l/h/m (1.60 l/h @ 0.40) y Manguera Topdrip Autocompensada PE16mm - C 15 MIL, Q= 4.00 l/h/m (1.60 l/h @ 0.40)
Caudal del emisor	l/h	1,6
Distancia entre emisores	m	0,4
Número de laterales / hilera cultivo		4/1
Tasa de irrigación	mm/h	4.44
Capacidad de riego	m <sup>3</sup> /h/ha	44.4
Número de emisores por planta	und	30.00
Longitud máxima de laterales	m	98.00
Intervalo de riego	día	1.00
Tiempo máximo de riego / turno	h	1.00
Número de turnos / día		10.00
Tiempo máximo de riego / día	h	10.00
Nº de válvulas por turno		2.00 – 3.00
Descarga máxima por turno	l/s	22,22
Volumen máx. requerido del sistema por día	m <sup>3</sup> /d	44.4

**Anexo 5: Calculo hidráulico de la porta lateral del sector más crítico**

**Turno III – Porta lateral Válvula E - Subunidad 3**

SECT	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD	PERDIDA	PERDIDA	PERDIDA	VELOCID.	OBSERVAC.
#	(l/s)	ACUM.	INTERNO	(metros)	ACUM.	HF	ACUM.	ACUM.	CRITICA	
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
1	0.359	0.359	85.5	5	5	0.000	0.000	0.001	0.063	O.K.
2	0.359	0.718	85.5	5	10	0.001	0.002	0.003	0.125	O.K.
3	0.359	1.078	85.5	5	15	0.003	0.005	0.007	0.188	O.K.
4	0.359	1.437	85.5	5	20	0.005	0.010	0.014	0.250	O.K.
5	0.359	1.796	85.5	5	25	0.007	0.017	0.024	0.313	O.K.
6	0.359	2.155	85.5	5	30	0.010	0.027	0.039	0.375	O.K.
7	0.359	2.514	85.5	5	35	0.013	0.040	0.057	0.438	O.K.
8	0.359	2.874	85.5	5	40	0.017	0.057	0.081	0.500	O.K.
9	0.359	3.233	85.5	5	45	0.020	0.077	0.110	0.563	O.K.
10	0.359	3.592	85.5	5	50	0.025	0.102	0.145	0.626	O.K.
11	0.359	3.951	85.5	5	55	0.029	0.131	0.187	0.688	O.K.
12	0.359	4.310	85.5	5	60	0.034	0.165	0.235	0.751	O.K.
13	0.359	4.669	85.5	5	65	0.039	0.204	0.290	0.813	O.K.
14	0.359	5.029	85.5	5	70	0.044	0.248	0.353	0.876	O.K.
15	0.359	5.388	85.5	5	75	0.050	0.298	0.424	0.938	O.K.
16	0.359	5.747	85.5	5	80	0.056	0.354	0.504	1.001	O.K.
17	0.359	6.106	85.5	5	85	0.062	0.416	0.593	1.064	O.K.
18	0.359	6.465	85.5	5	90	0.069	0.485	0.690	1.126	O.K.
19	0.359	6.825	85.5	5	95	0.076	0.561	0.798	1.189	O.K.
20	0.359	7.184	85.5	5	100	0.083	0.644	0.916	1.251	O.K.
21	0.359	7.543	85.5	5	105	0.090	0.734	1.044	1.314	O.K.
22	0.359	7.902	85.5	5	110	0.098	0.831	1.183	1.376	O.K.

<b>23</b>	0.359	8.261	85.5	5	115	0.106	0.937	1.333	<b>1.439</b>	<b>O.K.</b>
<b>24</b>	0.359	8.621	85.5	5	120	0.114	1.051	1.495	<b>1.501</b>	<b>O.K.</b>
<b>25</b>	0.359	8.980	85.5	5	125	0.122	1.173	1.669	<b>1.564</b>	<b>O.K.</b>
<b>26</b>	0.359	9.339	85.5	5	130	0.131	1.304	1.856	<b>1.627</b>	<b>O.K.</b>
<b>27</b>	0.359	9.698	85.5	5	135	0.140	1.444	2.055	<b>1.689</b>	<b>O.K.</b>
<b>28</b>	0.359	10.057	85.5	5	140	0.149	1.593	2.267	<b>1.752</b>	<b>O.K.</b>
<b>29</b>	0.359	10.416	85.5	5	145	0.158	1.751	2.492	<b>1.814</b>	<b>O.K.</b>
<b>30</b>	0.359	10.776	85.5	5	150	0.168	1.920	2.732	<b>1.877</b>	<b>O.K.</b>
<b>31</b>	0.359	11.135	85.5	5	155	0.178	2.098	2.985	<b>1.939</b>	<b>O.K.</b>
<b>32</b>	0.359	11.494	85.5	5	160	0.188	<b>2.286</b>	3.253	<b>2.002</b>	<b>O.K.</b>

**Cálculo de Perdida de Carga Lateral de riego - Válvula E - Subunidad 3**

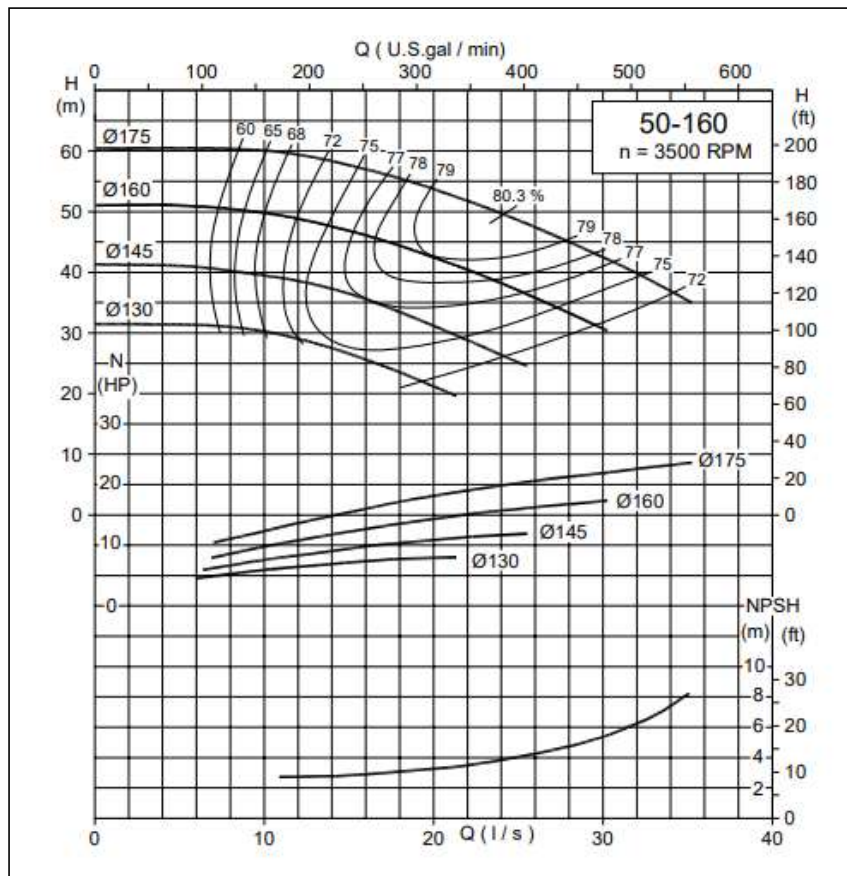
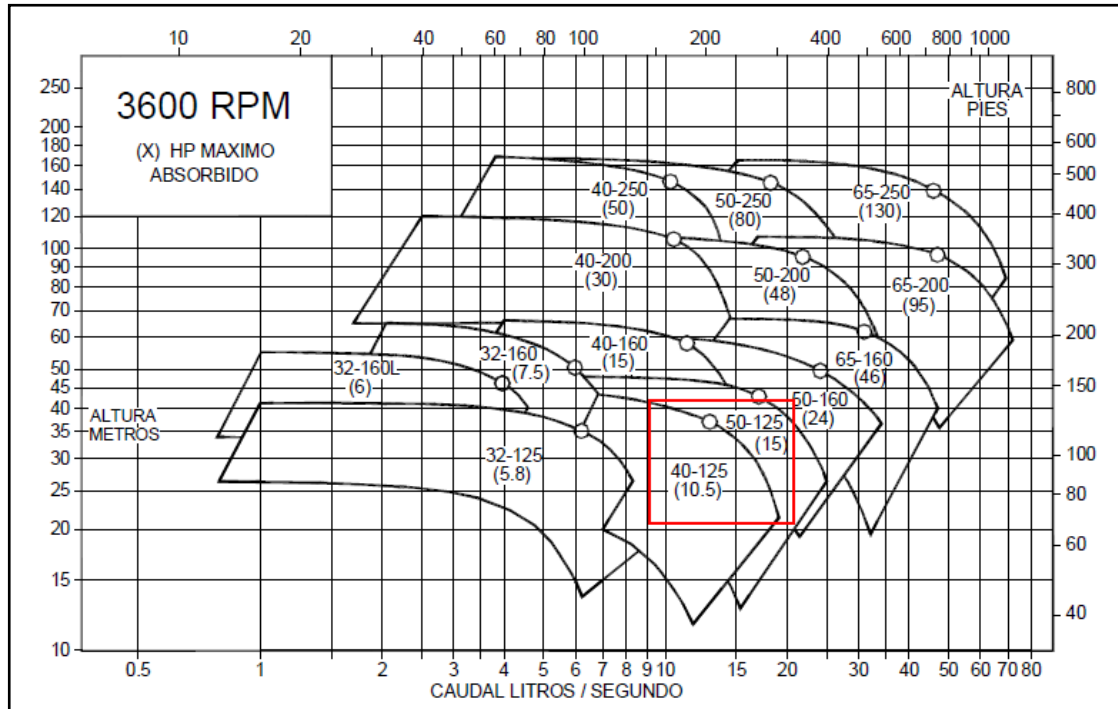
<b>SECT</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>PERDIDA</b>	<b>PERDIDA</b>	<b>PERDIDA</b>	<b>VELOCID.</b>	<b>OBSERVAC.</b>
<b>#</b>	<b>ACUM.</b>	<b>INTERNO</b>	<b>ACUM.</b>	<b>HF</b>	<b>ACUM.</b>	<b>ACUM.</b>	<b>ACUM.</b>	<b>CRITICA</b>		
	<b>(l/s)</b>	<b>(l/s)</b>	<b>(mm.)</b>	<b>(metros)</b>	<b>(metros)</b>	<b>(metros)</b>	<b>(metros)</b>	<b>(PSI)</b>	<b>(mps)</b>	
1	0.180	0.180	16.00	74.00	74.00	11.03	11.03	15.70	<b>0.89</b>	<b>O.K.</b>
						Fc=0.35	<b>3.86</b>	5.49		Presión final

**MODULO (Matriz - Turno III) - Línea Secundaria**

<b>SECT</b>	<b>AREA</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>PERDIDA</b>	<b>PERDIDA</b>	<b>PERDIDA</b>	<b>VELOCID.</b>	<b>OBSERVAC.</b>
<b>#</b>	<b>ACUM.</b>	<b>INTERNO</b>	<b>ACUM.</b>	<b>HF</b>	<b>ACUM.</b>	<b>ACUM.</b>	<b>ACUM.</b>	<b>CRITICA</b>			
	<b>(ha)</b>	<b>(l/s)</b>	<b>(l/s)</b>	<b>(mm.)</b>	<b>(metros)</b>	<b>(metros)</b>	<b>(metros)</b>	<b>(metros)</b>	<b>(PSI)</b>	<b>(mps)</b>	
Z-H	0.99	5.75	5.75	85.5	99.00	99.00	1.11	<b>1.11</b>	1.58	<b>1.00</b>	<b>O.K.</b>



## Anexo 6: Ficha técnica de la unidad de bombeo





## Anexo 7: Presupuesto del sistema de riego

MATRIZ Y PORTAREGANTES						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.		P. UNIT.	P. TOTAL
1	TUBERIA 50MM UF C-5 PVC	m	90	S/	20.00	S/ 1,800.00
2	TUBERIA 63MM UF C-5 PVC	m	847	S/	27.00	S/ 22,869.00
3	TUBERIA 75MM UF C-5 PVC	m	918	S/	35.00	S/ 32,130.00
4	TUBERIA 90MM UF C-5 PVC	m	561	S/	65.00	S/ 36,465.00
5	TUBERIA 110MM UF C-5 PVC	m	105	S/	90.00	S/ 9,450.00
6	MANGUERA 63MM C-8 X 100 MT - NACIONAL	rollo	3	S/	360.00	S/ 1,080.00
7	MANGUERA 50MM C-8 X 100 MT - NACIONAL	rollo	2	S/	260.00	S/ 520.00
8	MANGUERA 20MM X 100 MT - NACIONAL (cerco)	rollo	13	S/	60.00	S/ 780.00
9	CODO 2" X 90° - PVC	und	3	S/	7.50	S/ 22.50
10	CODO 3" X 90° - PVC	und	1	S/	9.50	S/ 9.50
11	CODO 2. 1/2" X 90° - PVC	und	1	S/	5.50	S/ 5.50
12	TEE 2" - PVC	und	22	S/	12.00	S/ 264.00
13	TEE 3" - PVC	und	18	S/	18.00	S/ 324.00
14	TEE 4" - PVC	und	2	S/	25.00	S/ 50.00
15	REDUC 4"X3" - PVC	und	3	S/	12.00	S/ 36.00
16	REDUC 3"X2. 1/2" - PVC	und	5	S/	10.00	S/ 50.00
17	REDUC 3"X2" - PVC	und	2	S/	10.00	S/ 20.00
18	REDUC 2. 1/2"X2" - PVC	und	3	S/	8.00	S/ 24.00
19	REDUC 2"X1. 1/2" - PVC	und	2	S/	6.00	S/ 12.00
20	TAPON 1. 1/2" - PVC	und	2	S/	5.00	S/ 10.00
21	TAPON 2" -PVC	und	6	S/	7.50	S/ 45.00

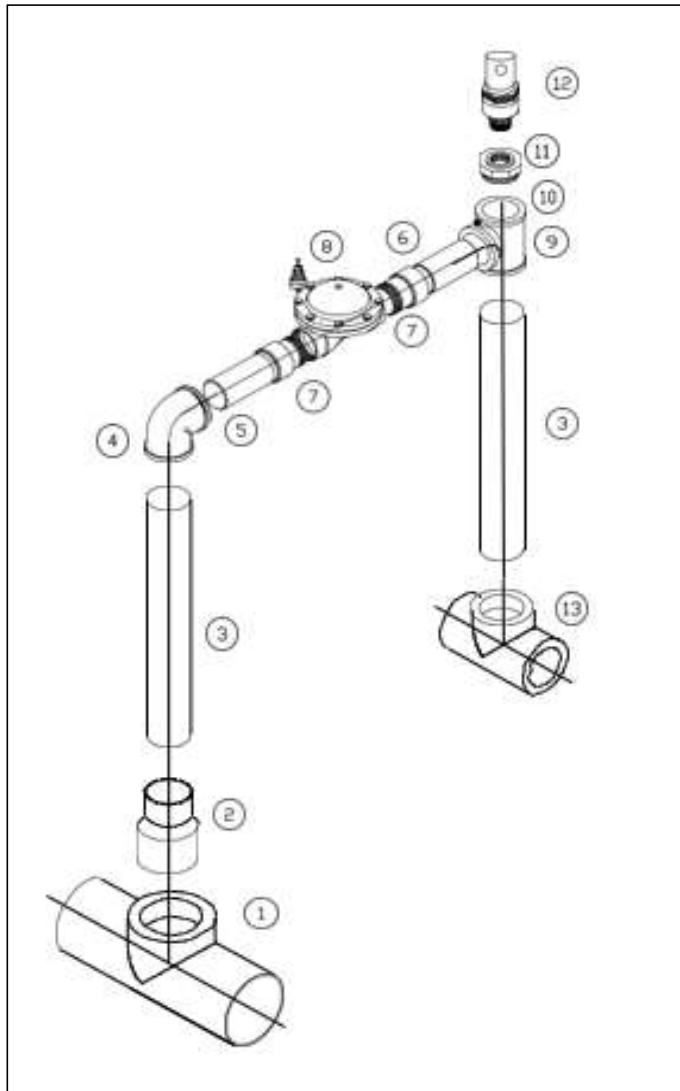
22	TAPON HDPE COMPRESION 63MM	und	4	S/ 10.00	S/ 40.00
23	CODO HDPE COMPRESION 63MM X 2"	und	4	S/ 20.00	S/ 80.00
24	TAPON 3" - PVC	und	5	S/ 9.50	S/ 47.50
25	CURVA 1. 1/2" X 45° - PVC	und	1	S/ 5.50	S/ 5.50
					<b>S/ 106,139.50</b>
<b>ARCO DE RIEGO</b>					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
26	VALV HIDR 2" - DOROT	und	8	S/540.00	S/4,320.00
27	VALV HIDR 3" - DOROT	und	8	S/780.00	S/6,240.00
28	VALV AIRE 1" - GESTIRIEGO	und	16	S/12.00	S/192.00
29	ABRAZADERA COLLARIN 63X1" - PVC	und	8	S/6.50	S/52.00
30	ABRAZADERA COLLARIN 90X1" - PVC	und	8	S/9.50	S/76.00
31	UPR 2" - PVC	und	20	S/4.00	S/80.00
32	UPR 3" - PVC	und	16	S/7.00	S/112.00
33	UNION UNIVERSAL DE 2" - PVC	und	16	S/12.00	S/192.00
34	UNION UNIVERSAL DE 3" - PVC	und	16	S/18.00	S/288.00
35	NIPLE 2" PVC	und	16	S/2.50	S/40.00
36	NIPLE 3" PVC	und	16	S/5.00	S/80.00
37	CODO 2" X 90° - PVC	und	16	S/6.00	S/96.00
38	CODO 3" X 90° - PVC	und	16	S/8.00	S/128.00
39	MANOMETRO 0-6 BAR	und	2	S/30.00	S/60.00
40	AGUJA MANOMETRICA R/H 1/4"	und	2	S/12.00	S/24.00
41	TOMA MANOMETRICA R/M 1/4"	und	16	S/3.50	S/56.00
42	ABRAZADERA COLLARIN 63X1/2" PVC	und	8	S/6.50	S/52.00

43	ABRAZADERA COLLARIN 90X1/2" PVC	und	8	S/9.50	S/76.00
44	BUSHIN 1/2" X 1/4" TEFEN	und	16	S/6.00	S/96.00
45	SIERRA	und	2	S/25.00	S/50.00
46	HOJA DE SIERRA	und	20	S/3.00	S/60.00
47	PEGAMENTO OATEY 6" GRANDE	und	8	S/180.00	S/1,440.00
					<b>S/13,810.00</b>
<b>CABEZAL Y SISTEMA DE FILTRADO</b>					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
<b>SISTEMA DE FILTRADO</b>					
48	FILTRO DE MALLA 3" T/TEE SCANAWAY - AMIAD	und	4	S/560.00	S/2,240.00
49	VALVULA ESFERICA 3"	und	12	S/60.00	S/720.00
50	VALVULA HIDRAULICA 3" DE TRES SALIDAS P/DESFOGUE	und	6	S/780.00	S/4,680.00
51	VALVULA DE AIRE DE 2" DOBLE EFECTO	und	2	S/120.00	S/240.00
52	FILTRO DE GRAVA 3" SERIE 650	und	2	S/1,450.00	S/2,900.00
53	VALVULA SOSTENEDORA DE PRESION 3"	und	1	S/560.00	S/560.00
54	MANOMETRO 0-10 BAR	und	6	S/30.00	S/180.00
55	BUSHIN 1/2" X 1/4" TEFEN	und	6	S/6.00	S/36.00
56	ABRAZADERA COLLARIN 90 X 2" PVC	und	8	S/9.50	S/76.00
57	TAPON 3" PVC	und	4	S/12.00	S/48.00
58	CODO 3" PVC	und	8	S/10.00	S/80.00
59	TEE 3" PVC	und	12	S/12.00	S/144.00
60	TUBERIA 90MM C-5 PVC	mt lineal	30	S/65.00	S/1,950.00
<b>BOMBA Y SUCCION</b>					
61	MANGUERA DE SUCCION 2" CORRUGADA NARANJA	mt lineal	18	S/20.00	S/360.00

62	VALVULA CHECK 2" DE SUCCION CON CANASTILLA	und	1	S/140.00	S/140.00
63	ABRAZADERA 2" FIERRO	und	2	S/8.50	S/17.00
64	VALVULA COMPUERTA DE 2"	und	2	S/125.00	S/250.00
65	UNION UNIVERSAL 2" PVC	und	5	S/12.00	S/60.00
66	ELECTROBOMBA CENTRIFUGA 2" 15 HP F 50/200 - PEDROLLO	und	1	S/1,350.00	S/1,350.00
67	VALVULA CHECK 2"	und	1	S/140.00	S/140.00
68	VALVULA ESFERICA 2" DOBLE UNIV - NAAN	und	2	S/60.00	S/120.00
69	CODO 2" R/H HDPE	und	2	S/12.00	S/24.00
70	TEE 2" R/H HDPE	und	1	S/15.00	S/15.00
71	NIPLE ROSCADO 2" R/M HDPE	und	2	S/5.00	S/10.00
72	TUBERIA 63MM C-5 PVC	mt lineal	5	S/25.00	S/125.00
					<b>S/16,465.00</b>
<b>LATERALES Y CONEXIONES</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNIT.</b>	<b>P. TOTAL</b>
73	Manguera Topdrip autocompensada (q=1,6 l/h @ 0.4) - Naandanjain	rollo	50	S/750.00	S/37,500.00
74	VALVULA RAMAL CINTA - MANGUERA 16MM	und	1200	S/1.30	S/1,560.00
75	CONECTOR INICIAL 16MM + E. SOMBRERO - AZUD	und	1200	S/0.55	S/660.00
76	TAPON 17MM CINTA	und	1200	S/0.35	S/420.00
77	Manguera Eolos (q=1,6 l/h @ 0.4) - Eurodrip	rollo	30	S/580.00	S/17,400.00
78	BROCA 16MM TALADRO	und	8	S/22.00	S/176.00
79	TALADRO AUTOMATICO	und	1	S/25.00	S/25.00
					<b>S/57,741.00</b>
<b>FERTIRRIGACION Y ACCESORIOS</b>					

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
80	TANQUE ROTOPLAST 600 lt	und	3	S/900.00	S/2,700.00
81	MEZCLADORA	und	3	S/540.00	S/1,620.00
82	ELECTROBOMBA 0.5 HP	und	1	S/150.00	S/150.00
83	INYECTOR VENTURI 1"	und	1	S/85.00	S/85.00
84	UNION UNIVERSAL 1" - PVC	und	2	S/5.00	S/10.00
85	ABRAZADERA COLLARIN 110MM X 1"	und	2	S/15.50	S/31.00
86	TUBERIA 32MM C-5 PVC	mt lineal	25	S/15.00	S/375.00
87	TEE 1" S/P - PVC	und	5	S/5.00	S/25.00
88	CODO 1" S/P - PVC	und	5	S/3.50	S/17.50
89	CODO 1" R/H HDPE	und	2	S/5.00	S/10.00
90	NIPLE MACHON ROSCADO 1" HDPE	und	2	S/3.00	S/6.00
91	VALVULA ESFERICA 1" DOBLE UNIVERSAL - NAAN	und	3	S/5.00	S/15.00
92	VALVULA OBLICUA DE 1" HDPE - PLASSON	und	1	S/65.00	S/65.00
93	UPR 1" - PVC	und	18	S/2.50	S/45.00
94	VALVULA DE AIRE 1" DOBLE EFECTO	und	4	S/35.00	S/140.00
95	ABRAZADERA COLLARIN 32MM X 1" PVC	und	4	S/6.50	S/26.00
96	VALVULA CHECK DE 1" HDPE - PLASSON	und	1	S/65.00	S/65.00
97	VALVULA VOLUMETRICA 4" C/BRIDAS	und	1	S/580.00	S/580.00
98	VALVULA SOSTENEDORA DE PRESION 4" C/BRIDAS	und	1	S/640.00	S/640.00
					<b>S/6,605.50</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>S/200,761.00</b>

## Anexo 8: Arco de riego



ARCO DE RIEGO PVC 63MM C/VALVULA HIDRAULICA 2"

Nº	ACCESORIOS
①	TEE DE PVC DE Ø VARIABLE
②	REDUCCIÓN DE Ø VARIABLE X 63MM
③	NIPLE DE PVC Ø 63MM X 1.20M C-7.5
④	CODO PVC DE Ø 63MM x 90° INYECTADA SP
⑤	NIPLE PVC DE 63MMX0.15M C 7.5 SP
⑦	ADAPTADOR REDUCTOR UPR PVC 63MMX2"
⑧	VALVULA HIDRAULICA DE 2" CON PILOTO R.
⑨	TEE PVC DE 63MM INYECTADA SP
⑩	ADAPTADOR DE PVC 63MMX2" ESPIGA/RH
⑪	BUSHING DE P*P*2"X1"Y 1"x1/2" RM-RH
⑫	VALVULA DE AIRE/VACIO DE 1/2" RM
⑬	TEE PVC 63MM S/P O CODO PVC 63MM SP