



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



**TESIS**

**Mejoramiento del sistema de riego por goteo en 2.00  
ha del fundo Jorge Chávez, distrito Cayaltí,  
Lambayeque**

*Para optar el título profesional de:*

***INGENIERA AGRÍCOLA***

*Autor:*

Bach. Marilyn Jilary Izasiga Barturen

*Asesor:*

Ing. M.Sc. Juan Vicente Hernández Alcántara

Lambayeque - Perú

2024



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



**TESIS**

**Mejoramiento del sistema de riego por goteo en 2.00  
ha del fundo Jorge Chávez, distrito Cayaltí,  
Lambayeque**


*Para optar el título profesional de:*


*INGENIERA AGRÍCOLA*


*Autor:*

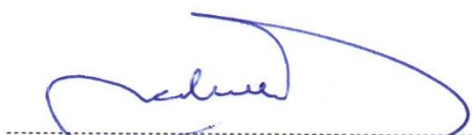
Bach. Marilyn Jilary Izasiga Barturen

Aprobado por:

  
Ing. M.Sc. Jorge S. Cumpa Reyes  
presidente

  
Ing. M.Sc. Victoriano Celis Jiménez  
secretario

  
Ing. M.Sc. Víctor A. Jiménez Drago  
Vocal

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

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta investigación a Dios, por las bendiciones que, a diario derrama sobre mí, siendo además mi guía en todo momento.

A mis padres: María Lily Barturen León y Luis Alberto Izasiga Zavaleta, por haberme formado como una persona con buenos valores, así como por su apoyo incondicional en mi formación profesional.

A mis hermanos, amigos y compañeros que estuvieron apoyándome durante este proceso.

***Marilyn Jilary Izasiga Barturen***

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, elevo mi eterno agradecimiento a Dios quién es el encargado de guiar mis pasos, por el regalo de la vida, por todas las bendiciones e infinita bondad hacia mi persona y mi familia.

Especialmente, quiero agradecer a mi asesor, Ingeniero Juan Hernández Alcántara, por haberme orientado con sus consejos, conocimientos y experiencias para elaborar este proyecto, además por su predisposición de apoyarme desde el primer día.

Al propietario del fundo “Jorge Chávez” del distrito de Cayaltí, por haberme brindado la oportunidad e interés, así como todas las facilidades de realizar la presente investigación, dentro de su propiedad.

Por último, agradezco a mi familia quienes me acompañaron en este proceso, motivándome a convertirme en una profesional y mejor persona.

## RESUMEN

La presente tesis investigación tuvo como objetivo principal: Realizar una propuesta de mejoramiento del sistema de riego por goteo para 2.00 ha de palta del fundo Jorge Chávez ubicado en Cayaltí, para optimizar la eficiencia de aplicación y asegurar la productividad y rentabilidad del cultivo. De acuerdo al tipo y nivel de investigación esta se considera de tipo aplicada y de nivel descriptivo.

En primer lugar, se realizó un diagnóstico del estado situacional del área en estudio, mediante la recopilación de la información básica: fuente de agua y energía, propiedades físico-químicas del suelo y del agua, topografía, parámetros climáticos y otros.

Para el cálculo de balance hídrico con proyecto se tuvo en cuenta la fuente de agua subterránea constituida por un pozo tubular, con un tiempo de bombeo de 7 hrs/día y con un caudal promedio de 4.55 l/s, además de ello el sistema cuenta con un reservorio de 198 m<sup>3</sup>, suficiente para cubrir las necesidades de demanda anual de 29,901.92 m<sup>3</sup>/ha, considerando una eficiencia teórica del 90%.

Respecto al diseño agronómico, se obtuvo una precipitación horaria de 1.28 mm/hr y una capacidad de riego por ha de 3.56 l/s/ha, para la operación del sistema se consideraron 4 turnos de 0.50 ha, con una capacidad de 6.40 m<sup>3</sup>/hr/turno y para el diseño hidráulico se calcularon las pérdidas de carga en laterales y portalateral utilizando las fórmulas de Hazen William y Blasius.

Finalmente, el presupuesto será de s/.12,802.55 por ha, incluido el I.G.V.

**Palabras claves:** Riego por goteo, pozo tubular, precipitación horaria, turnos, diseño hidráulico, laterales, balance hídrico.

## ABSTRACT

The main objective of this research thesis was: To make a proposal to improve the drip irrigation system for 2.00 hectares of avocado on the Jorge Chávez farm located in Cayaltí, to optimize the application efficiency and ensure the productivity and profitability of the crop. According to the type and level of research, it is considered applied and descriptive level.

Firstly, a diagnosis of the situational status of the area under study was carried out, by collecting basic information: source of water and energy, physical-chemical properties of soil and water, topography, climatic parameters and others.

To calculate the water balance with the project, the groundwater source consisting of a tubular well was taken into account, with a pumping time of 7 hrs/day and an average flow rate of 4.55 l/s. In addition, the system has with a reservoir of 198 m<sup>3</sup>, sufficient to cover the annual demand needs of 29,901.92 m<sup>3</sup>/ha, considering a theoretical efficiency of 90%.

Regarding the agronomic design, an hourly rainfall of 1.28 mm/hr and an irrigation capacity per ha of 3.56 l/s/ha were obtained. For the operation of the system, 4 shifts of 0.50 ha were considered, with a capacity of 6.40 m<sup>3</sup>/ha. hr/shift and for the hydraulic design, the load losses in laterals and lateral portal were calculated using the formulas of Hazen William and Blasius.

Finally, the budget will be s/.12,802.55 per hectare, including the I.G.V.

**Keywords:** Drip irrigation, tubular well, hourly precipitation, shifts, hydraulic design, laterals, water balance.

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>4</b>
RESUMEN.....	5
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
INDICE DE IMAGENES.....	10
INDICE DE GRAFICOS.....	10
PLANOS:.....	11
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.3.    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.3.1.    Objetivo General.....	14
1.3.2.    Objetivos Específicos.....	14
1.4.    JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	15
1.5.    LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1.    ANTECEDENTES.....	16
2.2.    BASES TEÓRICAS.....	17
2.3.    DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	22
2.4.    HIPÓTESIS.....	23
2.4.1.    Hipótesis General.....	23
2.4.2.    Hipótesis Específicas.....	23
2.5.    OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	24
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>25</b>
3.1.    TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.2.    DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.2.1.    Ubicación del área de estudio.....	25
3.3.    POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
3.4.    TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	28
3.4.1.    Técnicas para la recolección de datos.....	28

3.4.2.	<i>Instrumento para la recolección de datos.....</i>	<i>28</i>
3.5.	<i>RECOLECCIÓN DE DATOS.....</i>	<i>29</i>
3.5.1.	<i>Parámetros climáticos de la zona de estudio.....</i>	<i>30</i>
3.6.	<i>ANÁLISIS DE DATOS.....</i>	<i>36</i>
3.6.1.	<i>Cálculo de la Evapotranspiración de referencia .....</i>	<i>36</i>
3.6.2.	<i>Cálculo de la oferta de agua: .....</i>	<i>41</i>
3.6.3.	<i>Cálculo de la demanda de agua y balance hídrico.....</i>	<i>42</i>
3.6.4.	<i>Propiedades físicas del suelo. ....</i>	<i>49</i>
3.6.5.	<i>Diseño Agronómico: .....</i>	<i>60</i>
3.6.6.	<i>Diseño hidráulico: .....</i>	<i>66</i>
3.6.7.	<i>Componentes del cabezal de riego: .....</i>	<i>74</i>
	<b><i>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</i></b>	<b><i>77</i></b>
	<b><i>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i></b>	<b><i>78</i></b>
5.1.	<i>CONCLUSIONES .....</i>	<i>78</i>
5.2.	<i>RECOMENDACIONES .....</i>	<i>79</i>
	<b><i>CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</i></b>	<b><i>80</i></b>
	<b><i>CAPITULO VII ANEXOS.....</i></b>	<b><i>81</i></b>
	<i>PANEL FOTOGRAFÍCO: .....</i>	<i>81</i>
	<i>RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELOS: .....</i>	<i>82</i>
	<i>RESULTADOS DEL ANALISIS DE AGUA .....</i>	<i>83</i>
	<i>PRESUPUESTO .....</i>	<i>84</i>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA N° 01.- Operacionalización de Variables</i> .....	24
<i>TABLA N° 02.- Ubicación del fundo Jorge Chávez</i> ... ..	26
<i>TABLA N° 03.- Vías de acceso</i> .....	27
<i>TABLA N° 04.- Temperaturas</i> ... ..	31
<i>TABLA N° 05.- Precipitación</i> ... ..	32
<i>TABLA N° 06.- Humedad relativa</i> ... ..	33
<i>TABLA N° 07.- Oferta De Agua Subterránea (Pozo Tubular O Noria)</i> .....	41
<i>TABLA N° 08.- Coeficientes de ajuste Kc de cultivo-Palta</i> .....	42
<i>TABLA N° 09.- Cronograma mensual de cultivos</i> .....	43
<i>TABLA N° 10.- Coeficiente o Kc de los cultivos</i> .....	43
<i>TABLA N° 11.- Evapotranspiración de referencia (ETo)</i> ... ..	44
<i>TABLA N° 12.- Precipitación Efectiva (Ppe)</i> ... ..	44
<i>TABLA N° 13.- Demanda de agua sin proyecto</i> ... ..	45
<i>TABLA N° 14.- Demanda de agua con proyecto</i> ... ..	46
<i>TABLA N° 15.- Balance hídrico sin proyecto</i> ... ..	47
<i>TABLA N° 16.- Balance hídrico con proyecto</i> ... ..	48
<i>TABLA N° 17.- Datos de campo y toma de lecturas – infiltración</i> ... ..	55
<i>TABLA N° 18.- Mínimos cuadrados</i> ... ..	56
<i>TABLA N° 19.- Diseño Agronómico</i> ... ..	63
<i>TABLA N° 20.- Parámetros de diseño</i> ... ..	64
<i>TABLA N° 21.- Turnos de riego</i> ... ..	65
<i>TABLA N° 22.- Pérdidas de Carga en Línea de Conducción y Red de Tuberías</i> <i>Matrices</i> .....	69
<i>TABLA N° 23.- Altura dinámica total</i> ... ..	70
<i>TABLA N° 24.- Requerimiento de Potencia</i> .....	70
<i>TABLA N° 25.- Parámetros de diseño</i> ... ..	71
<i>TABLA N° 26.- Parámetros de Operación</i> ... ..	72
<i>TABLA N° 27.- Resultados del Análisis de agua</i> ... ..	87
<i>TABLA N° 28.- Resumen presupuesto</i> ... ..	88

## INDICE DE IMÁGENES

<i>IMAGEN N° 01.- Esquema de un sistema presurizado.....</i>	<i>21</i>
<i>IMAGEN N° 02.- Ubicación Geográfica .....</i>	<i>26</i>
<i>IMAGEN N° 03.- Vías de acceso a la zona de estudio .....</i>	<i>27</i>
<i>IMAGEN N° 04.- Estación Meteorológica Cayaltí.....</i>	<i>30</i>
<i>IMAGEN N° 05.- Velocidad del viento .....</i>	<i>34</i>
<i>IMAGEN N° 06.- Dirección del viento .....</i>	<i>35</i>
<i>IMAGEN N° 07.- Insolación .....</i>	<i>35</i>
<i>IMAGEN N° 08.- Evapotranspiración de referencia.....</i>	<i>36</i>
<i>IMAGEN N° 09.- Triángulo de texturas .....</i>	<i>49</i>
<i>IMAGEN N° 10.- Filtro de grava retro lavado.....</i>	<i>74</i>
<i>IMAGEN N° 11.- Filtro de malla.....</i>	<i>75</i>
<i>IMAGEN N° 12.- Inyector Venturi.....</i>	<i>76</i>

## INDICE DE GRAFICOS

<i>GRÁFICO N° 01.- Temperaturas.....</i>	<i>32</i>
<i>GRÁFICO N° 02.- Precipitación media acumulada.....</i>	<i>33</i>
<i>GRÁFICO N° 03.- Humedad relativa .....</i>	<i>34</i>
<i>GRÁFICO N° 04.- Balance hídrico sin proyecto.....</i>	<i>47</i>
<i>GRÁFICO N° 05.- Balance hídrico con proyecto.....</i>	<i>48</i>
<i>GRÁFICO N° 06.- Infiltración ajustada.....</i>	<i>59</i>
<i>GRÁFICO N° 07.- Infiltración promedio .....</i>	<i>59</i>
<i>GRÁFICO N° 10.- Infiltración acumulada.....</i>	<i>59</i>

## **FOTOGRAFÍAS:**

- *Fotografía N° 01. Reconocimiento de la zona de estudio.*
- *Fotografía N° 02. Diagnóstico -Ubicación de fuentes de agua – Pozo tubular.*
- *Fotografía N° 03. Evaluación de los componentes del sistema – Reservorio.*
- *Fotografía N° 04. Evaluación de los componentes del sistema – Sistema de bombeo.*
- *Fotografía N° 05. Aforo por el método volumétrico en el ingreso del reservorio.*
- *Fotografía N° 06. Recorrido junto al propietario de la parcela.*
- *Fotografía N° 07. Extracción de muestras de suelo.*
- *Fotografías N° 08 y N°09. Calicata y muestras de suelo obtenidas.*
- *Fotografía N° 10. Línea de conducción hacia el reservorio.*
- *Fotografía N° 11. Cultivos instalados en el fundo*

## **PLANOS:**

- *Lámina N°01: Plano perimétrico y de ubicación.*
- *Lámina N°02: Plano Satelital.*
- *Lámina N°03: Planteamiento hidráulico.*
- *Lámina N°04: Detalle Válvula de aire.*
- *Lámina N°05: Detalle de Arco de riego.*
- *Lámina N°06: Detalle Portalaterales.*
- *Lámina N°07: Detalle Desfogue de Matriz.*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, generar rentabilidad en la agricultura se ha convertido en el gran reto de los productores agrarios, teniendo en consideración el 100% de la superficie agrícola nacional obtenemos que sólo el 36% del total cuenta con un tipo de riego y solo un 12% es presurizado (aspersión, goteo y microaspersión).

Así mismo durante los últimos años, los constantes cambios climáticos han ocasionado escasez del recurso hídrico; por lo cual es indispensable implementar acciones estratégicas que permitan conservar y aprovechar eficientemente el recurso hídrico.

El riego por goteo es un sistema presurizado en el que el agua se dispensa y distribuye a través de tuberías cerradas que requieren presión. Desde el punto de vista agronómico, se les llama locales porque mantienen un área lo suficientemente húmeda para que los cultivos crezcan bien. También se conoce como alta frecuencia, lo que permite regar una o dos veces al día, o todos los días, según el tipo de suelo y las necesidades de la planta.

Frente a esta problemática en la presente investigación se tuvo como finalidad, realizar una propuesta de mejoramiento del sistema de riego por goteo para optimizar la eficiencia de aplicación en 2.00 ha de palta; la elección del cultivo fue teniendo en cuenta cultivos de agroexportación que le brinden a los agricultores mejores rendimientos y mayor rentabilidad del fundo Jorge Chávez ubicado en Cayaltí.

## **CAPITULO I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El fundo “Jorge Chávez”, se encuentra ubicado en el distrito de Cayaltí, de la provincia de Chiclayo, región Lambayeque, cuenta actualmente con un área bajo riego por goteo de 2.00 ha y se aprovecha para la siembra de frejol y hortalizas (lechuga, culantro, cebolla china y rabanito). De acuerdo al diagnóstico inicial, dentro de los componentes del sistema presurizado, el fundo cuenta con una fuente de agua subterránea, la cual es extraída mediante una electrobomba a través de un pozo tubular de 55 metros de profundidad que sirve como fuente de almacenamiento a un reservorio revestido de geomembrana de dimensiones 12.00 m de largo, 8.00 m de ancho y 2.00 m de profundidad. Actualmente el reservorio se encuentra en mal estado de conservación ya que presenta sedimentación y la geomembrana no está bien anclada a la corona de los diques de contorno. También se cuenta con un tanque de marca Eternit de capacidad de 600 litros, utilizado como medio de mezclas de abono para fertirriego. El agua del reservorio es conducida al campo por medio de una tubería de 3 pulgadas, hasta la cabecera de parcela donde es distribuida con mangueras para la aplicación de riego. Cabe mencionar que dichas instalaciones parcelarias se han realizado de manera empírica por el propietario; pues no se ha considerado los criterios agronómicos ni parámetros de diseño necesarios para la operación del sistema.

Ante la problemática descrita anteriormente, en el presente proyecto de investigación se planteó realizar el mejoramiento del sistema de riego por goteo en 2.00 del fundo Jorge Chávez, de igual modo dentro de la propuesta se ha considerado el cambio de cultivos actuales (frejol, culantro, cebolla china y hortalizas) por el de palta, ya que el riego por goteo permitirá optimizar la eficiencia de aplicación de manera uniforme y según requerimiento del cultivo y a la vez mejorar la producción

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Dentro de la presente investigación se tuvo como propósito determinar sí: *¿El mejoramiento del sistema de riego por goteo en 2.00 ha del fundo Jorge Chávez permitirá optimizar la eficiencia de aplicación de manera uniforme y de acuerdo a la necesidad hídrica requerida por el cultivo de palta?*

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Elaborar una propuesta de mejoramiento en el sistema de riego por goteo para 2.00 ha de palta del fundo Jorge Chávez ubicado en Cayaltí, para optimizar la eficiencia de aplicación y asegurar la productividad y rentabilidad del cultivo.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el estado situacional del área en estudio, mediante la recopilación de la información básica: fuente de agua y energía, propiedades físico-químicas del suelo y del agua, topografía, parámetros climáticos, características del cultivo de palta y otros que se requieran para el mejoramiento del proyecto.
- Realizar el balance hídrico considerando la demanda del cultivo propuesto (palta) y la oferta de agua, analizando el requerimiento de cultivos actuales y el sugerido en el proyecto.
- Efectuar los diseños: agronómico e hidráulico para la selección de los emisores, dimensionamiento de la red de tuberías, así como la sectorización para la adecuada operación de los componentes del sistema.
- Elaborar los metrados y presupuestos requeridos para el mejoramiento del riego por goteo.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

La Investigación en mención, permitió elaborar el proyecto de mejoramiento del sistema de riego por goteo instalado de manera empírica, para ello se evaluaron diversos factores como la fuente de agua sub superficial, condiciones climáticas de la zona de estudio, características del suelo, estado situacional y nivel del terreno. La propuesta en mención, mejora la eficiencia de riego, aprovechando la disponibilidad hídrica, garantizando la producción del cultivo de palta.

#### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- No existieron limitaciones para elaborar el proyecto, ya que se encontró diversos antecedentes respecto al tema y línea de investigación.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES**

En el estudio presentado por Chilet Hidalgo, J.W., (2023), señala que: “el sistema de riego por goteo en ladera para el cultivo de mandarina en la agrícola Campo Verde S.A.C., se diseñó para 28.65 ha, de acuerdo con los datos básicos de oferta de agua, clima, topografía, suelo y fuente de energía, además desarrolló el diseño de la automatización de los equipos de control del cabezal de riego; así como de las válvulas hidráulicas en campo, utilizando el controlador Wiseconn y sus nodos RF-X1 y RF-C1.

La tesis local elaborada por: Delgado Reátegui, D. S., & Jara Córdova, K. E, (2022). Realizaron la investigación titulada “Planificación y diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de paprika (*capsicum annum*) en fundo Agrolatam de 137.54 ha – del sector de riego Olmos – Olmos - Lambayeque, empleando software de diseño”; como resultado lograron proyectar y diseñar el sistema de riego en mención, considerando los procedimientos de prácticas agrícolas para manejar el cultivo, incluidas la automatización y fertilización.

La investigación elaborada por Inoñan Alfaro, P.N, (2015), cuya tesis denominada: “Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de café en el sector Quebradonda-Catache - Santa Cruz-Cajamarca”, comenta que la propuesta diseñada cubrió las necesidades hídricas del cultivo de café, contemplando un lateral por hilera y goteros auto compensados de 1.0 l/h a cada 0.30 m de espaciamiento, así mismo también realizó el diseño de obras complementarias para la operación del sistema.

El proyecto de investigación realizado por Herbozo Rivero, C.A, (2022), 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, porta laterales, 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.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **El riego por goteo.**

El sistema de riego por goteo permite aplicar agua filtrada y fertilizantes directamente sobre la zona radicular de cada una de las plantas del cultivo, lo que se convierte en una de sus mayores fortalezas, ya que se optimiza el consumo de agua al aplicar el agua directamente sobre la raíz de la planta. (Leonardo 2011).

El riego por goteo ofrece beneficios potenciales en el uso eficiente del agua, en la respuesta de las plantas, en el manejo del cultivo y en el incremento de los rendimientos.

### **Ventajas del riego por goteo.**

Según, (Leonardo 2011). El riego por goteo presenta los siguientes beneficios:

- Eficiencia de riego entre el 90% a 95%, siendo la más alta entre los sistemas de riego. Con el riego por goteo, las pérdidas por evaporación son mínimas; ya no habría movimiento de gotas de agua en el aire; las hojas no se mojan y no hay

evaporación en la superficie más que la mojada por el emisor. Además, reduce el crecimiento de malezas y, por tanto, el consumo de agua. Todo el terreno es regado, no dejando zonas secas para riego.

- Los intervalos de la aplicación de riego se pueden ajustar según el tipo de suelo y cultivo.
- El sistema no necesita supervisión constante.
- El agua llega de forma directa a las raíces del cultivo evitando el crecimiento de malezas y pérdidas de agua, obteniendo de esta manera un control efectivo de la aeración del suelo.
- Se pueden aplicar fertilizantes y pesticidas solubles a través del riego. La fertilización consigue la máxima eficacia aportando nutrientes esenciales a la zona radicular, de forma controlada, lo que se conoce como fertirriego. Además, se requiere menos mano de obra para la fertilización y la cantidad de fertilizante utilizada también es menor.

#### **Desventajas del riego por goteo.**

- Su alto costo en inversión ya que se requiere un gotero por planta.
- El sistema debe poseer un eficiente sistema de filtrado, evitando taponamientos en los goteros.

### **Componentes del sistema de riego por goteo.**

De acuerdo a lo expresado por (Liotta, Mario, 2015), un riego por goteo tiene los siguientes componentes:

**A) La fuente de abastecimiento de agua:** El abastecimiento para el equipo puede provenir del turnado de la red de riego en aquellas zonas con derecho o de extracción de agua subterránea a través de perforaciones. En las zonas con derechos de riego, el turno se almacena en reservorios, cuyas dimensiones dependen de la superficie a regar. Su función es la de abastecer de agua en forma permanente al sistema. La excavación se hace con retroexcavador buscando el talud requerido en función del tipo de suelo. (Liotta, Mario, 2015).

**B) Cabezal principal:** Es el conjunto de elementos que dominan toda la instalación y sirve para proveer presión y caudal al sistema, filtrar el agua, inyectar fertilizantes, medir volúmenes y presiones, y controlar en forma manual o automática el funcionamiento del equipo. (Liotta, Mario, 2015).

**C) Equipo de Bombeo:** Está constituido por una o más bombas cuyo tamaño y potencia depende de la superficie a regar. El dimensionamiento de la bomba debe ser tal que la presión requerida sea suficiente para vencer las diferencias de cota y las pérdidas de carga de todo el sistema. Las más usadas son del tipo centrífuga abastecidas por energía eléctrica. (Liotta, Mario, 2015).

**D) Sistema de filtrado:** Es una parte clave del sistema y uno de los problemas más graves que suele presentarse en los equipos de riego es la obstrucción del gotero, que se puede producir por:

- Partículas minerales en suspensión (arcilla, limo y arena).

- Materia orgánica.
- Precipitados (principalmente carbonatos). (Liotta, Mario, 2015).

**E) Tuberías de conducción principales:** Las tuberías más empleadas son de cloruro de polivinilo (PVC) y de polietileno. El PVC se usa en diámetros superiores a 50 mm para las líneas de distribución primaria, secundaria y terciaria. Los diámetros más comunes son de 50, 63, 75, 90, 110 y 160 mm. En instalaciones grandes las tuberías principales tienen diámetros superiores a los 200 mm. Las tuberías se clasifican por clase en relación a la presión que son capaces de soportar. Por ejemplo 4, 6, 10, etc. que es la presión máxima de trabajo expresada en  $\text{kg/cm}^2$ .

**F) Cabezales de campo:** (Liotta, Mario, 2015). Son las válvulas que se instalan en el campo para suministrar el agua a las diferentes unidades de riego. Pueden ser simples (tipo esféricas) para operación manual o hidráulicas. En esta últimas la presión hidráulica acciona un diafragma que corta el flujo del agua. Se pueden accionar manualmente, en el lugar de instalación o a distancia con mandos hidráulicos o eléctricos.

**G) Laterales de riego:** (Liotta, Mario, 2015). Son las tuberías que se ubican dentro del cultivo a lo largo de la hilera de plantas. Normalmente son de 16 y 20 mm en función del caudal a distribuir y la longitud de riego. El material es polietileno de baja densidad. También se denominan tuberías porta-emisores.

**H) Emisores:** Son los dispositivos instalados en el lateral que controlan la salida del agua. Deben reunir las siguientes características:

- Caudal uniforme y poco sensible a la variación de presión.
- Poca sensibilidad a las obturaciones.
- Elevada uniformidad de fabricación.

- Resistencia a productos químicos y al ambiente.
- Costo reducido.
- Estabilidad de la relación caudal-presión en su vida útil.
- Pérdida de carga reducida en sus conexiones.
- Resistencia al ataque de roedores e insectos. (Liotta, Mario, 2015).

Los emisores se clasifican de la siguiente forma:

**Goteros:** existen una gran variedad de goteros de diferente forma y configuración para disipar la presión. Los más utilizados operan con caudales entre 1 y 4 litros/hora. (Liotta, Mario, 2015).

**Cintas:** poseen emisores, normalmente espaciados entre 0,20 a 0,60 m. Su uso es más frecuente en cultivos de temporada (hortalizas) y trabajan con presiones inferiores a 10 m (1 kg/cm<sup>2</sup>). La pared de la cinta puede ser muy delgada (0,1-0,2 mm) por esta razón tienen bajo costo. (Liotta, Mario, 2015).

#### IMAGEN N° 01.- Esquema de un sistema presurizado.



*Fuente: Riego por Goteo. I. Liotta, Mario -Pag N°07*

## **Cultivo de palta:**

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.

**\*Se Anexa ficha técnica del cultivo**

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

- **Coefficiente de cultivo:** Coeficiente que describe las variaciones en la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que éstas se van desarrollando, desde la siembra hasta la recolección. Se utiliza en el cálculo de la evapotranspiración del cultivo.
- **Curva de nivel:** Línea imaginaria sobre la superficie del terreno que no tiene pendiente.
- **Difusor:** Emisor de riego localizado que distribuye el agua en forma lluvia formando pequeñas gotas o chorros y que no dispone de elementos móviles.
- **Eficiencia de aplicación:** Es la relación entre la cantidad de agua que queda en la zona ocupada por las raíces y la cantidad de agua que se aplica con el riego.
- **Evapotranspiración de referencia (ET<sub>r</sub>):** Es la evapotranspiración que produce una superficie extensa de hierba que cubre totalmente el suelo, Con ella se evalúan las condiciones climáticas de la zona a la hora de calcular la evapotranspiración de un cultivo.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis General**

- La propuesta de mejoramiento del sistema de riego por goteo para 2.00 ha de palta del fundo Jorge Chávez, permite optimizar la eficiencia de aplicación y asegurar la productividad y rentabilidad del cultivo.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- Elaborar una evaluación del estado situacional del área en estudio, mediante la recopilación de la información básica permite replantear con acciones para reducir la problemática existente.
- Realizar el balance hídrico teniendo en cuenta las necesidades de demanda del cultivo propuesto (palta) y la oferta de agua, permite analizar el requerimiento de cultivos actuales y el sugerido en el proyecto.
- Efectuar los diseños: agronómico e hidráulico para la selección de los emisores, dimensionamiento de la red de conducción y distribución, y de la sectorización garantiza la adecuada operación de los componentes del sistema.
- Elaborar los metrados y presupuestos permite conocer los costos requeridos para la instalación del riego por goteo.

## 2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TABLA N° 01.- Operacionalización de Variables**

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>METODO</b>
Riego por goteo	Estado situacional	Datos climáticos	Software Cropwat	Cálculo de ETo.
		Estudio de agua y suelos	Análisis de Laboratorio	Propiedades físicas del agua y suelo.
	Disponibilidad de agua	Diseño agronómico e hidráulico	Hojas de Cálculo	Cálculo de la dosis, frecuencia y tiempo de riego (t), número de emisores (e)

*Fuente: Elaboración propia*



## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Citando a Murillo (2008), Que textualmente explica que *“La investigación aplicada está caracterizada por el uso de los saberes adquiridos, mientras que otros conocimientos se obtienen a través de la investigación práctica y sistemática”*. Por lo que, considerando los objetivos, esta investigación fue de tipo aplicada ya que se propuso un proyecto de mejoramiento del riego por goteo actual, cuyo propósito será mejorar la eficiencia de aplicación, utilizando criterios básicos de diseño y operación para garantizar la producción del cultivo de palta en el fundo “Jorge Chávez” del distrito de Cayaltí. Respecto al nivel de investigación esta fue descriptiva ya que el planteamiento de mejoramiento se elaboró en base a criterios y cálculos establecidos.

### 3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.2.1. Ubicación del área de estudio

El fundo “Jorge Chávez”, se ubica en el sector Cerro León del distrito de Cayaltí, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Cuenta con una extensión agrícola de 2.00 ha y una elevación de 103 m.s.n.m.

#### Ubicación Política:

- |             |   |                     |
|-------------|---|---------------------|
| - Región    | : | Lambayeque          |
| - Provincia | : | Chiclayo            |
| - Distrito  | : | Cayaltí             |
| - Localidad | : | Sector “Cerro León” |

Cuenta con los siguientes límites:

- Norte: distrito de Pomalca
- Sur: distrito de Pacanga
- Este: distrito de Oyotún
- Oeste: distrito de Zaña

### Ubicación geográfica:

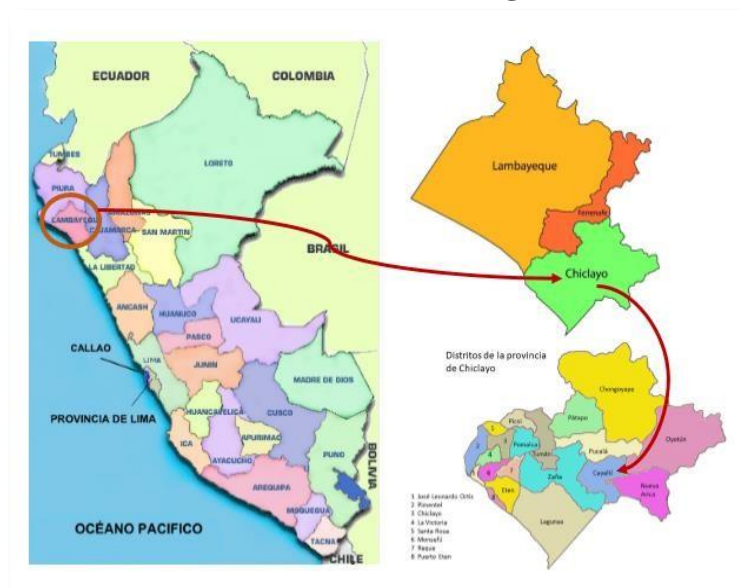
El fundo Jorge Chávez, se ubica en las coordenadas UTM, que a continuación se detallan:

**TABLA N° 02.- Ubicación del fundo Jorge Chávez.**

SECTOR	COORDENADAS UTM		ALTITUD
	ESTE (X)	NORTE (Y)	(m.s.n.m)
Cerro León	660168.68	9239695.12	103.00

*Fuente: Elaboración propia*

**IMAGEN N° 02.- Ubicación Geográfica.**



*Fuente: Mapa del Perú*

### Vías de acceso y comunicación:

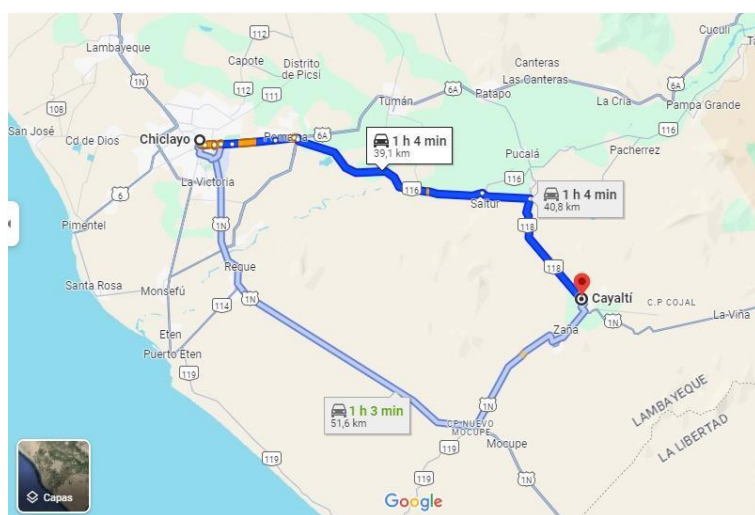
El acceso hasta el distrito de Cayaltí, se realiza mediante la red vial departamental, Ruta Nacional PE-1N/Carretera 1N y Carretera 1NI, partiendo desde la ciudad de Chiclayo; A través de la Panamericana Norte por medio de una vía asfaltada con una distancia de aproximadamente 51.60 Km, pasando por el distrito de Reque y el centro poblado Nuevo Mocupe. Para llegar al fundo Jorge Chávez, desde el distrito de Cayaltí, se dirige por la Av. Nueve de Octubre en aproximadamente 3.00 Km hasta el sector Cerro León con una vía asfaltada por 2.5 Km y 500 m de trocha.

**TABLA N° 03.- Vías de acceso**

Ruta	Km.	Tiempo	Costo	Tipo de Vía
Desde Chiclayo hasta Cayaltí	51.60	45.00 min	S/.15.00	Vía Asfaltada
Desde Cayaltí hasta el Sector Cerro León	3.00	8.00 min	S/.4.00	Asfaltado - Trocha Carrozable

*Fuente: Google Maps*

**IMAGEN N° 03.- Vías de acceso a la zona de estudio**



*Fuente: Google Maps*

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

En el presente proyecto de investigación la población está definida por el propietario del fundo y la muestra por la parcela de extensión agrícola de 2.00 ha, dónde se llevará a cabo el estudio.

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. Técnicas para la recolección de datos**

- La observación directa.
- Registro fotográfico
- Revisión de registros.
- Encuestas y entrevistas

#### **3.4.2. Instrumento para la recolección de datos**

Para el registro de información se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Formatos de Excel para el registro de información
- Software de Ingeniería
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de campo
- Laptop
- Wincha

### **3.5. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la recolección de datos se realizaron varias visitas al Fundo “Jorge Chávez” con la finalidad de evaluar el estado situacional de los componentes del sistema de riego actual (Pozo tubular, Reservorio, zona de mezclado, tuberías, etc.), así como la explotación agrícola actual de la parcela.

Se llevó a cabo un aforo por medio del método Volumétrico, para calcular la Oferta hídrica, además mediante el procesamiento de los parámetros climatológicos permitirán calcular la evapotranspiración potencial (ET<sub>o</sub>), por medio del software CROPWAT 8.0.

Se elaboró el cálculo de la demanda de agua de las 2.00 ha de cultivo de palta y se contrastó con las necesidades de los cultivos actuales y poder efectuar el balance hídrico.

Se hizo la extracción muestras de suelo de la parcela, a 30 cm, 60 cm y 90 cm respectivamente para posteriormente en el laboratorio determinar las propiedades físicas del suelo (Textura, densidad, Capacidad de campo, punto de marchitez permanente y otros). De igual manera, se analizaron muestras de agua de riego para determinar la conductividad eléctrica y PH.

Se realizaron los diseños agronómico e hidráulico por medio del cálculo de la dosis de riego, frecuencia y tiempo de riego (t), número de emisores por planta (e) y caudal medio por emisor (q<sub>a</sub>). Así como el diseño y cálculo de los turnos y sectores de riego, arcos de riego y cálculo de las tuberías porta laterales y laterales, con sus correspondientes pérdidas de carga longitudinales y localizadas; para determinar la potencia de bombeo y otras características de los componentes del cabezal de riego.

Los planos fueron procesados utilizando el software AutoCAD 2020, así como el cálculo de metrados, accesorios y componentes de los sistemas de filtrado y fertirriego, mediante otros softwares complementarios.

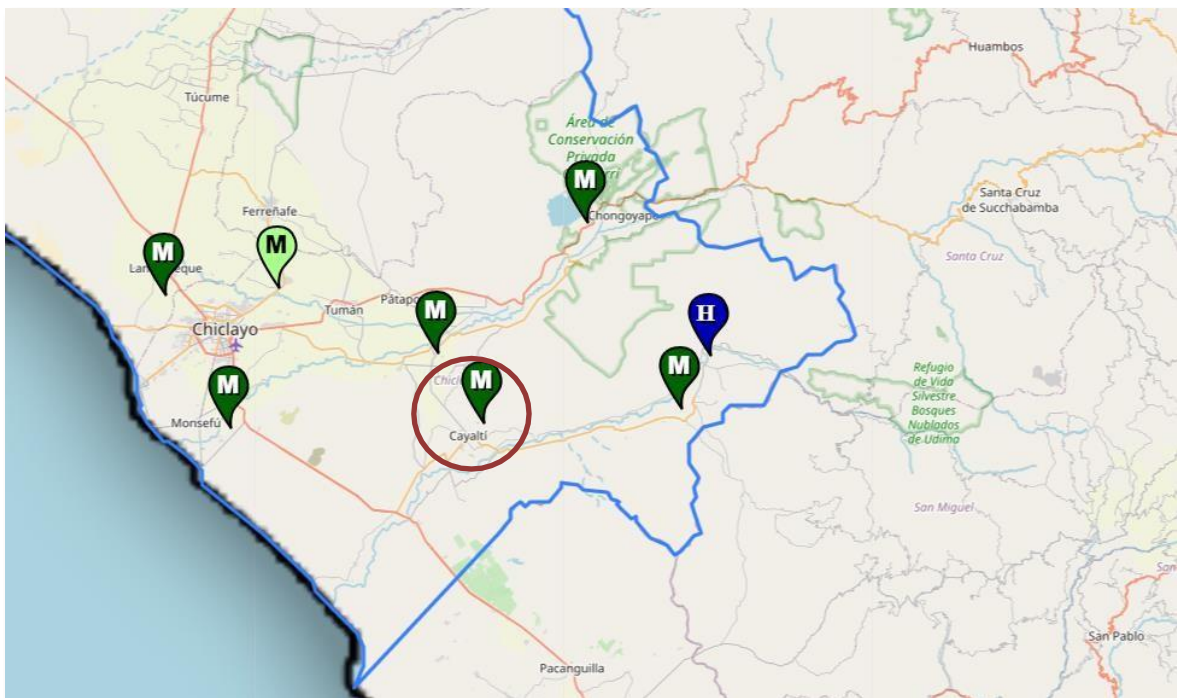
### 3.5.1. Parámetros climáticos de la zona de estudio

Para poder realizar el Cálculo de la ETo, se procedió a analizar las principales condiciones climáticas de la zona de estudio, evaluando la data del SENHAMI del año 2023 de la estación meteorológica de Cayaltí.

A continuación, se detalla las condiciones climáticas consideradas:

- Temperatura
- Precipitación media
- Humedad relativa
- Velocidad del viento
- Insolación

**IMAGEN N° 04.- Estación Meteorológica Cayaltí**



*Fuente: Senamhi*

A continuación, se detalla el procesamiento de la data de SENHAM de la estación meteorológica Cayaltí.

- **Temperatura:**

La temporada de verano dura aproximadamente 03 meses, desde los primeros días de enero hasta la última semana de marzo. La temperatura máxima promedio presentada en el año 2023 fue de 36.5 °C en el mes de enero.

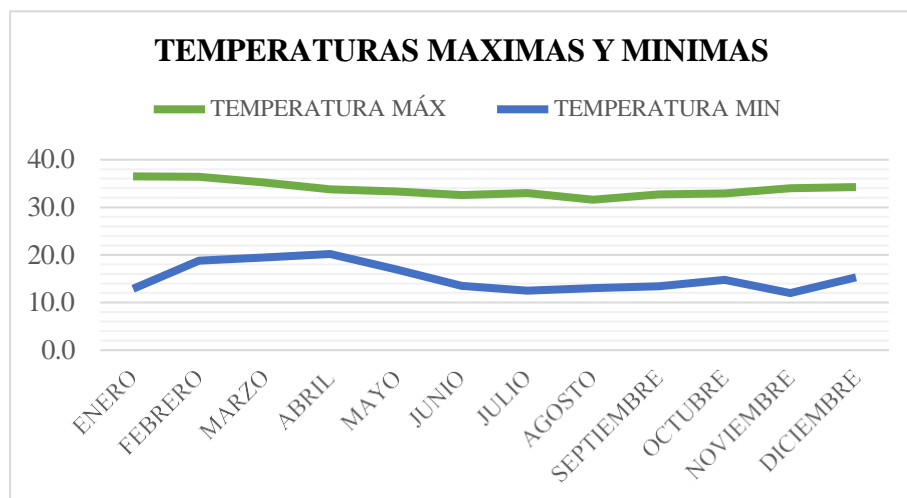
La temporada fresca dura 5 meses, entre los meses de junio a fines de octubre, y la temperatura máxima mensual es menos de 31.6 °C, siendo el mes más frío del año en Cayaltí el de Agosto.

**TABLA N° 04.- Temperaturas**

MES	TEMPERATURA MÁX	TEMPERATURA MIN
ENERO	36.5	12.9
FEBRERO	36.4	18.8
MARZO	35.2	19.5
ABRIL	33.8	20.2
MAYO	33.3	17.0
JUNIO	32.6	13.5
JULIO	33.0	12.5
AGOSTO	31.6	13.0
SEPTIEMBRE	32.7	13.4
OCTUBRE	32.9	14.8
NOVIEMBRE	34.0	12.0
DICIEMBRE	34.3	15.3

*Fuente: SENHAMI*

**GRÁFICO N° 01.- Temperaturas**



*Fuente: SENHAMI*

De la tabla y gráfico anterior se puede corroborar la información procesada de la estación meteorológica Cayaltí.

**- Precipitación media**

De la precipitación pluvial registrada en la estación Cayaltí, por lo que según la distribución general de las lluvias es una cuenca seca a semitropical.

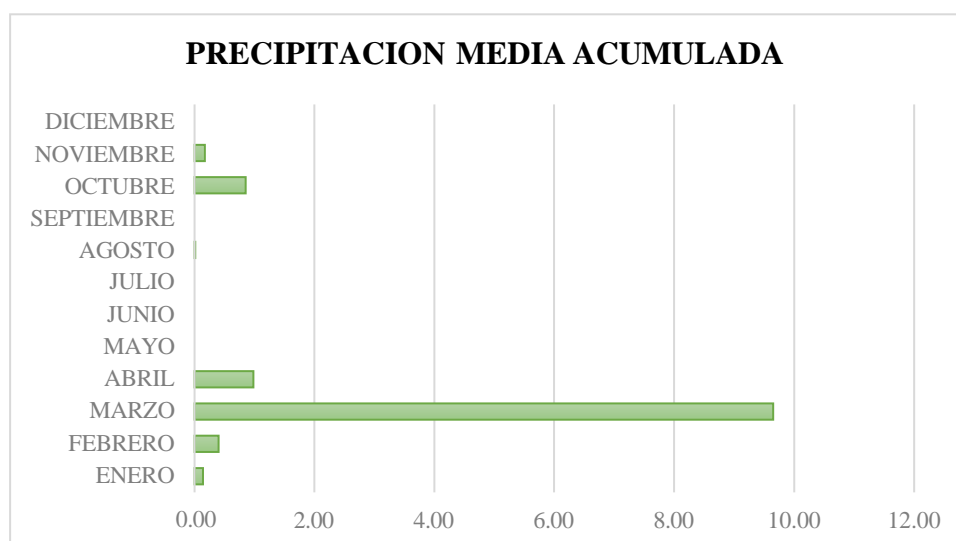
**TABLA N° 05.- Precipitación**

MES	PP MEDIA ACUM
ENERO	0.14
FEBRERO	0.40
MARZO	9.65
ABRIL	0.98
MAYO	0.00
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.01
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	0.85
NOVIEMBRE	0.17
DICIEMBRE	0.00

*Fuente: SENHAMI*



**GRÁFICO N° 02.- Precipitación media acumulada**



*Fuente: SENHAMI*

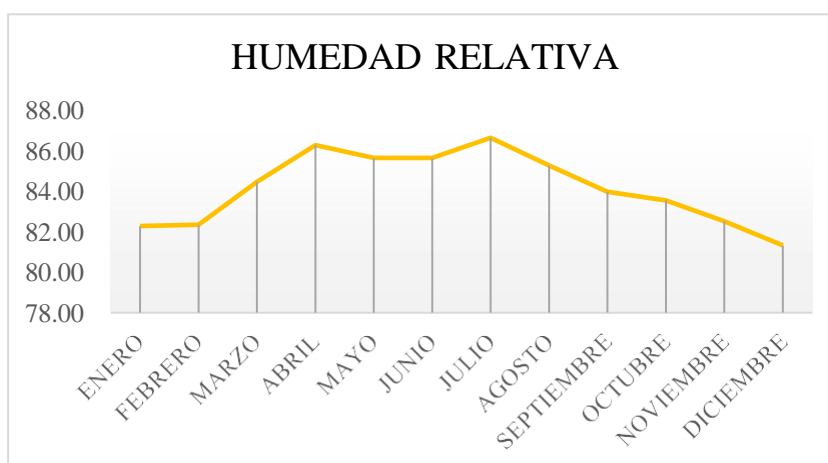
- **Humedad relativa:** De acuerdo a los datos de la estación meteorológica Cayaltí se detallan a continuación

**TABLA N° 06.- Humedad relativa**

MES	HUMEDAD RELATIVA
ENERO	82.28
FEBRERO	82.34
MARZO	84.47
ABRIL	86.28
MAYO	85.66
JUNIO	85.66
JULIO	86.65
AGOSTO	85.27
SEPTIEMBRE	83.97
OCTUBRE	83.54
NOVIEMBRE	82.52
DICIEMBRE	81.32

*Fuente: SENHAMI*

**GRÁFICO N° 03.- Humedad relativa**

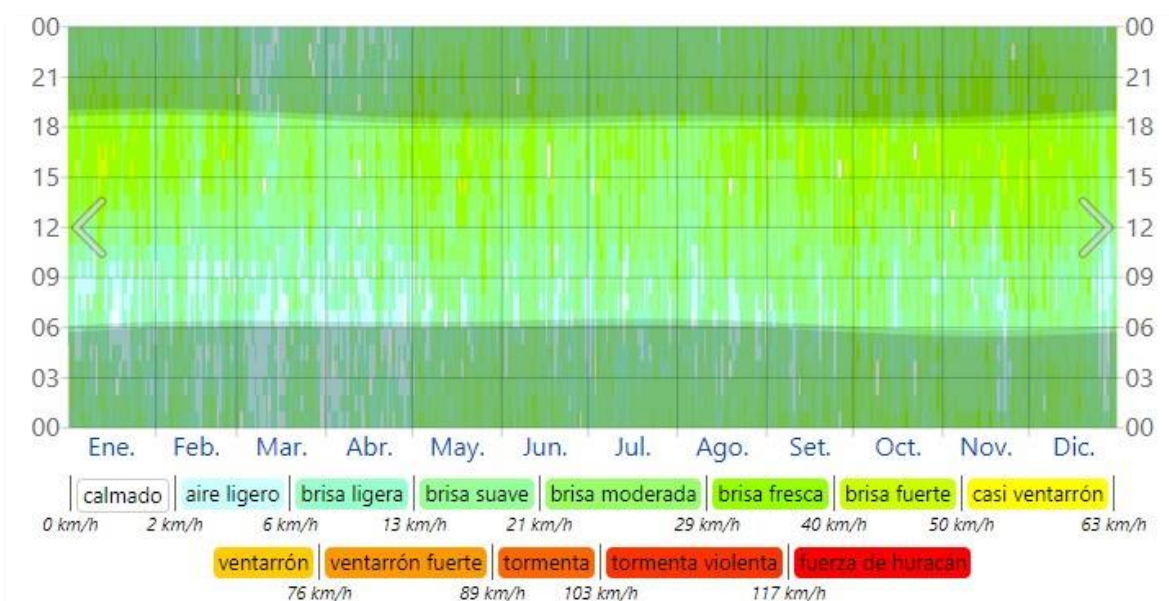


*Fuente: SENHAMI*

#### - Velocidad del viento

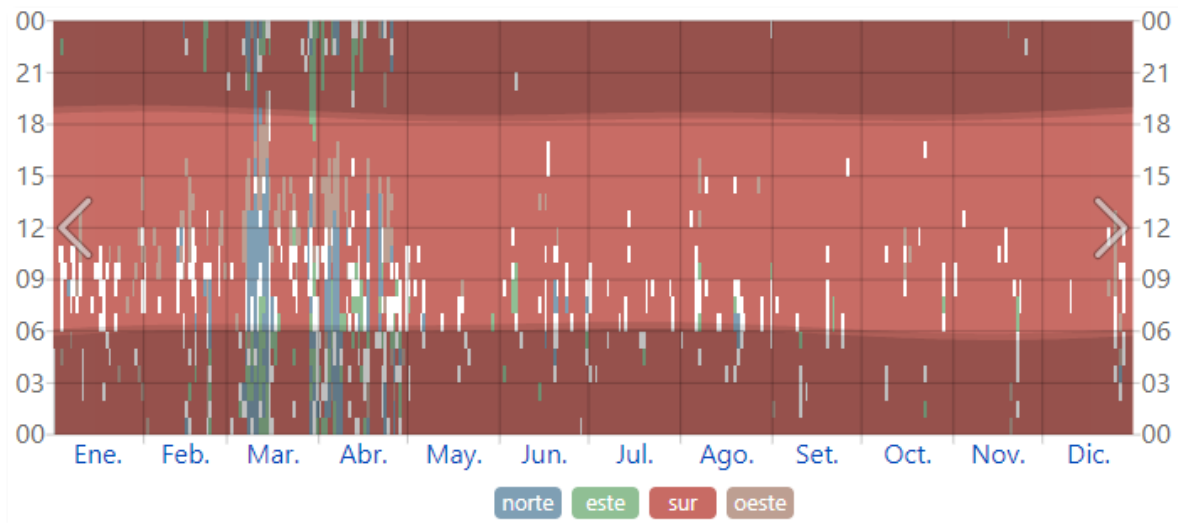
La velocidad del viento reportada por hora, codificada por color en bandas, de conformidad con la escala de Beaufort. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

**IMAGEN N° 05.- Velocidad del viento**



*Fuente: weatherspark*

**IMAGEN N° 06.- Dirección del viento**

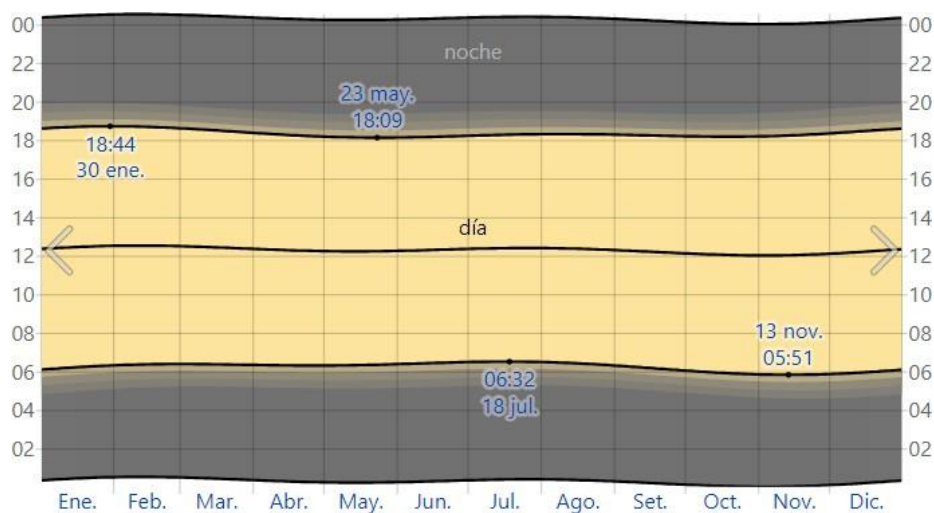


*Fuente: weatherspark*

#### - Insolación

El día solar durante el año 2023. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, la salida del sol, el mediodía solar, la puesta del sol y la siguiente medianoche solar. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico) y la noche se indican por el color de las bandas, de amarillo a gris.

**IMAGEN N° 07.- Insolación**



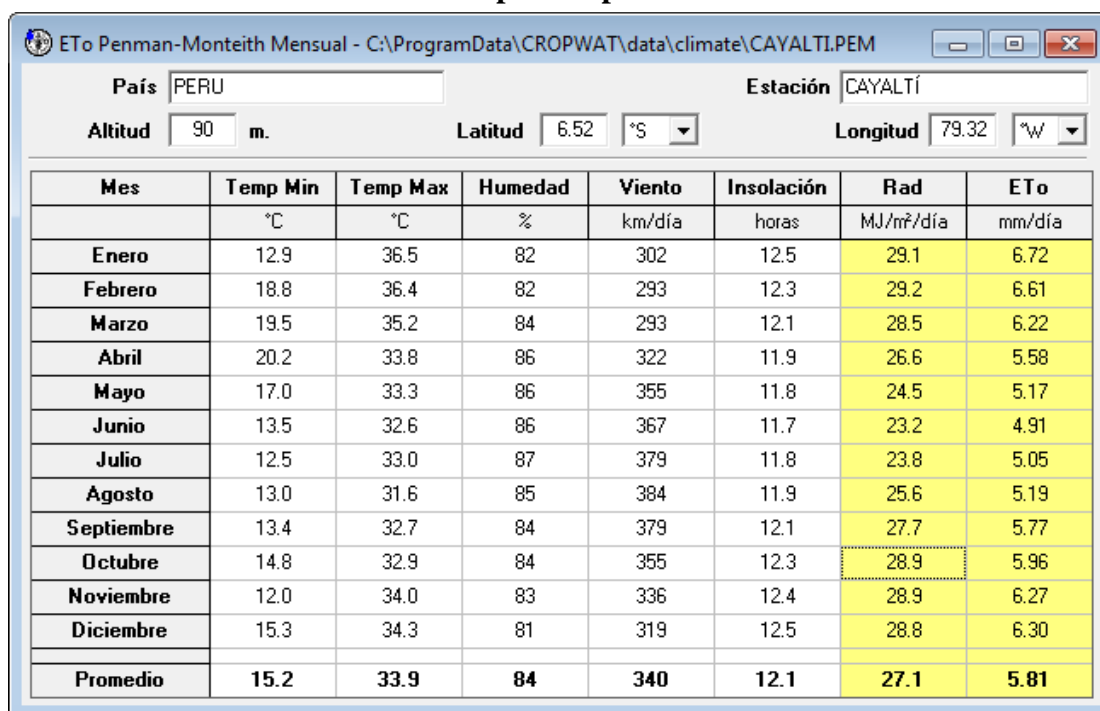
*Fuente: weatherspark*

### 3.6. ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.6.1. Cálculo de la Evapotranspiración de referencia:

Se realizó mediante el procesamiento de los parámetros climatológicos, usando el software CROPWAT 8.0, obteniendo los siguientes resultados:

**IMAGEN N° 08.- Evapotranspiración de referencia**



The screenshot shows the 'ETo Penman-Monteith Mensual' window from the CROPWAT 8.0 software. The title bar indicates the file path: C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\CAYALTÍ.PEM. The input fields are: País (PERU), Estación (CAYALTÍ), Altitud (90 m), Latitud (6.52 °S), and Longitud (79.32 °W). Below these is a table with 8 columns: Mes, Temp Min, Temp Max, Humedad, Viento, Insolación, Rad, and ETo. The table lists data for each month from Enero to Diciembre, followed by a Promedio (Average) row. The ETo values are highlighted in yellow.

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	12.9	36.5	82	302	12.5	29.1	6.72
Febrero	18.8	36.4	82	293	12.3	29.2	6.61
Marzo	19.5	35.2	84	293	12.1	28.5	6.22
Abril	20.2	33.8	86	322	11.9	26.6	5.58
Mayo	17.0	33.3	86	355	11.8	24.5	5.17
Junio	13.5	32.6	86	367	11.7	23.2	4.91
Julio	12.5	33.0	87	379	11.8	23.8	5.05
Agosto	13.0	31.6	85	384	11.9	25.6	5.19
Septiembre	13.4	32.7	84	379	12.1	27.7	5.77
Octubre	14.8	32.9	84	355	12.3	28.9	5.96
Noviembre	12.0	34.0	83	336	12.4	28.9	6.27
Diciembre	15.3	34.3	81	319	12.5	28.8	6.30
Promedio	15.2	33.9	84	340	12.1	27.1	5.81

*Fuente: CROPWAT 8.0*

#### 3.6.2. Cálculo de la oferta de agua:

Para calcular la oferta de agua se tuvo en consideración el aporte la fuente de agua subterránea del fundo Jorge Chávez.

##### **Pozo Tubular:**

El Pozo tubular se encuentra ubicado dentro de la propiedad del fundo Jorge Chávez en el sector Cerro León, Distrito de Cayaltí, Provincia Chiclayo, departamento Lambayeque; en las coordenadas UTM WSG 84: Este: 6597663, Norte 9239390, Zona 17M. La salidade agua hacia el reservorio es con un caudal de 4.55 l/s. calculado mediante un aforo por el método volumétrico.

## Hidrodinámica

Uno de los componentes de la Hidráulica Subterránea es la Hidrodinámica, que estudia el funcionamiento del acuífero y el movimiento del agua en un medio poroso, es decir, cuantifica la capacidad de almacenar y transmitir agua. Esta actividad ha permitido determinar las características hidráulicas del acuífero en el sector del área de estudio.

Se ha realizado la prueba de bombeo en el pozo Quebrada Seca, durante un período de 8 horas la fase de descenso y 1 hora la fase de recuperación.

Para la prueba se utilizó el equipo de bombeo con que viene funcionando el pozo mencionado, y se empleó una sonda eléctrica para medir los niveles estáticos y dinámicos de la napa freática.

El método de interpretación utilizado, considerando el fenómeno de la evolución transitoria de los niveles piezométricos, es de la fórmula de no equilibrio (régimen transitorio) de la aproximación logarítmica de Theis-Jacob, y que se traduce analíticamente por la relación.

$$\Delta H = \frac{0.183 Q \log}{T} \frac{2.25 r^2 S}{r^2 S}$$

- $\Delta H$  =Rebatimiento medio (m)
- $Q$ =caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/seg)
- $T$  = Transmisibilidad (m<sup>2</sup>/seg)
- $T_b$ =Tiempo transcurrido después del principio de bombeo (seg).
- $S$  =Coeficiente de almacenamiento (sin dimensiones)
- $R$ =Radio del pozo o distancia de pozo-piezométricos (m)

## Parámetros Hidráulicos

### Transmisibilidad (T)

El coeficiente de transmisibilidad es importante porque indica cuánta agua se moverá a través del acuífero y por lo tanto es una medida de la capacidad del acuífero para transmitir agua.

La transmisibilidad se determinó mediante la siguiente formula:

$$T = \frac{0.183 Q}{C}$$

Donde:

- Q= Caudal de bombeo = 4.250 litros/seg
- C= Es la diferencia del abatimiento por ciclo logarítmico de tiempo en m (5.0m)
- T= Transmisibilidad en m<sup>2</sup>/día

T (m <sup>2</sup> /día)	Calificación	Posibilidades del acuífero
T<10	Muy baja	Menos de 1 l/s con 10 metros de depresión
10<T<100	Baja	Entre 1 y 10 l/s con 10 metros de depresión
100<T<500	Media a alta	Entre 10 y 50 l/s con 10 metros de depresión
500<T<1000	Alta	Entre 50 y 100 l/s con 10 metros de depresión
T<1000	Muy alta	Más de 100 l/s con 10 metros de depresión

(1) Pozos y acuíferos. IGME (1984)

La transmisibilidad determinada es de 126.49 m<sup>2</sup>/día, clasificada como media alta.

### 1.1.1. Permeabilidad (K)

La permeabilidad es una medida de la velocidad que se mueve el agua dentro del acuífero, se define como el flujo de agua en metros cúbicos por segundo que influye a través de un medio cuadrado del acuífero, cuando se impone una gradiente unitaria.

Se calcula la permeabilidad con el espesor de los niveles permeables saturados, obteniendo una permeabilidad global del acuífero.

La permeabilidad se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$K = T / \text{espesor de acuífero}$$

Donde:

- T= Transmisibilidad en m<sup>2</sup>/s (126.49 m<sup>2</sup>/día)
- E= Espesor del acuífero saturado (m) (30 m)

La permeabilidad determinada es de 4.22 m/día es una permeabilidad media.

### **Coefficiente de Almacenamiento(S)**

Para acuíferos, como el del sector de estudio, ella representa la producción específica del material desaguado durante el bombeo; por lo tanto, el coeficiente de almacenamiento indica cuánta agua se encuentra almacenada en la formación con posibilidades de ser removidas por bombeo.

El coeficiente en este caso se estimó en la zona de estudio entre  $1.2 \times 10^{-1}$ , para casos de acuíferos típicos de esta zona.

Los valores obtenidos de los parámetros hidráulicos que describen las propiedades del acuífero transmisibilidad (T), permeabilidad (K) y coeficiente de almacenamiento (S) son representativos de buenos acuíferos.

### **Radio de Influencia**

Durante la prueba se realiza el bombeo o extracción del agua del subsuelo a través de un pozo, lo cual produce alrededor de éste, una depresión del nivel del agua, en ese sentido la diferencia entre el nivel inicial del agua y su mayor depresión se llama abatimiento y la distancia que existe desde el pozo hasta donde el abatimiento es cero, se denomina radio de influencia, por lo tanto es importante determinar estos valores para diferentes horas de bombeo, y posteriormente el radio de influencia adecuado y evitar la interferencia entre los pozos vecinos y el pozo a perforarse.

Para el cálculo del radio de influencia (R), factor determinante en el espaciamiento de los pozos para que no haya interferencia, se ha basado en la fórmula obtenida en la identificación de la Ley de Theis para el régimen transitorio.

$$R = 1.5 \times \sqrt{\frac{(T \times t)}{s}}$$

Donde:

- R = Radio de influencia del pozo (m).
- T = Transmisibilidad (m<sup>2</sup>/día).
- t = Tiempo de bombeo para lograr la estabilización (días).
- s = Coeficiente de almacenamiento (adimensional).

En condiciones prácticas se ha estimado hasta una distancia en relación: la incidencia es de 700m.

Cabe mencionar que respecto a los derechos de uso de agua, el usuario se encuentra realizando la formalización Ante la Autoridad Local de agua, mediante la presentación de la acreditación previa.

\*Se adjunta como anexo el diseño del pozo tubular



**TABLA N° 07.- Oferta De Agua Subterránea (Pozo Tubular O Noria)**

Área Total del Proyecto "Ar"	2.00	ha
Caudal promedio de entrega "Q"	4.55	l/s
Tiempo disponible diario "Td"	7	horas/día

	UNID	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1. Caudal promedio de entrega "Q"	l/s	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55
	m³/h	16.38	16.38	16.38	16.38	16.38	16.38	16.38	16.38	16.38	16.38	16.38	16.38
2. Tiempo disponible diario "Td"	horas/día	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
3. Volumen entregado diario "Ved"	m³/día	114.66	114.66	114.66	114.66	114.66	114.66	114.66	114.66	114.66	114.66	114.66	114.66
4. Número de días del mes	días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
5. Área Total del Proyecto "Ar"	ha	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
6. Volumen ofertado unitario mensual "Voum"	m³/ha/mes	1,777.23	1,605.24	1,777.23	1,719.90	1,777.23	1,719.90	1,777.23	1,777.23	1,719.90	1,777.23	1,719.90	1,777.23
7. Volumen ofertado total mensual "Votm"	m³/mes	<b>3,554.46</b>	<b>3,210.48</b>	<b>3,554.46</b>	<b>3,439.80</b>	<b>3,554.46</b>	<b>3,439.80</b>	<b>3,554.46</b>	<b>3,554.46</b>	<b>3,439.80</b>	<b>3,554.46</b>	<b>3,439.80</b>	<b>3,554.46</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.6.3. Cálculo de la demanda de agua y balance hídrico:

#### - Elección del coeficiente del cultivo (Kc)

Se ha elegido, según el método de la FAO, al cultivo de palta le corresponde un valor de  $K_c = 0.85$  por ser el coeficiente más crítico del año. Fuentes (1999)

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

Para realizar el cálculo de la evapotranspiración del cultivo se utiliza el método FAO propuesto por Doorembos y Pruitt (1977), en el que la ETc se calcula mediante la relación:

$$Etc. = K_c \times ETo = 0.85 \times 6.72 = 5.71 \text{ mm / día}$$

Donde:

ETc: evapotranspiración del cultivo (mm/d)

ETo: evapotranspiración de referencia (mm/d)

Kc: coeficiente de cultivo

### Cálculo de la demanda de agua del cultivo de palta:

**TABLA N° 08.- Coeficientes de ajuste Kc de cultivo-Palta**

CULTIVO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Palta	0.75	0.75	0.80	0.85	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80

*Fuente: FAO Riego y Drenaje*

**TABLA N°09.- Cronograma mensual de cultivos**

<b>CULTIVO DE REFERENCIA</b>	<b>AREAS (Has)</b>												
	<b>Área Bajo Riego Total</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
PALTA	<b>2.00</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>Área Cultivada</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**TABLA N°10.- Coeficiente o Kc de los cultivos**

<b>CULTIVO</b>	<b>COEFICIENTE Kc</b>												
	<b>Área (Has)</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
PALTA	2.00	0.75	0.75	0.80	0.85	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80
<b>AREA TOTAL</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>Kc Ponderado</b>		<b>0.75</b>	<b>0.75</b>	<b>0.80</b>	<b>0.85</b>	<b>0.80</b>	<b>0.85</b>	<b>0.85</b>	<b>0.85</b>	<b>0.85</b>	<b>0.85</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**TABLA N° 11.- Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Evapotranspiración potencial (ET <sub>o</sub> )	(mm/día)	6.72	6.61	6.22	5.58	5.17	4.91	5.05	5.19	5.77	5.96	6.27	6.30
	N° Días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00
	mm/mes	208.32	185.08	192.82	167.40	160.27	147.3	156.55	160.89	178.87	184.76	194.37	195.30

*Fuente: Estación Meteorológica Cayaltí*

**TABLA N° 12.- Precipitación Efectiva (P<sub>Pe</sub>)**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Precipitación efectiva	(mm/mes)	3.90	10.50	270.30	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.6	5.10	0.00	373.72
	(mm/día)	0.14	0.40	9.65	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.17	0.00	

*Fuente: Estación Meteorológica Cayaltí*

**TABLA N° 13.- Demanda de agua sin proyecto**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1. Evotransp. Potencial	(mm/día)	6.72	6.61	6.22	5.58	5.17	4.91	5.05	5.19	5.77	5.96	6.27	6.30	
2. Kc ponderado		0.75	0.75	0.80	0.85	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80	
3. Evotranp. Real o Uso consuntivo (1*2)	(mm/día)	5.04	4.96	4.98	4.74	4.14	4.17	4.29	4.41	4.90	5.07	5.02	5.04	
4. Precipitación Efectiva	(mm/día)	0.14	0.40	9.65	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.17	0.00	
5. Déficit de Humedad (3-4)	(mm/día)	<b>4.90</b>	<b>4.56</b>	<b>0.00</b>	<b>3.76</b>	<b>4.14</b>	<b>4.17</b>	<b>4.29</b>	<b>4.41</b>	<b>4.90</b>	<b>4.22</b>	<b>4.85</b>	<b>5.04</b>	
6. Eficiencia de riego	(%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
7. N° días del mes	(días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	365.00
8. Requerimiento de agua (5/6)	(mm/día)	9.80	9.12	0.00	7.53	8.27	8.35	8.59	8.82	9.81	8.43	9.69	10.08	
	(m3/ha/día)	98.00	91.15	0.00	75.26	82.72	83.47	85.85	88.23	98.09	84.32	96.92	100.80	
	(m3/ha/mes)	3,038.00	2,552.20	0.00	2,257.80	2,564.32	2,504.10	2,661.35	2,735.13	2,942.70	2,613.92	2,907.60	3,124.80	29,901.92
9. Área total sembrada	(has)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
12. Volumen demandado	m3/mes	<b>6,076.00</b>	<b>5,104.40</b>	<b>0.00</b>	<b>4,515.60</b>	<b>5,128.64</b>	<b>5,008.20</b>	<b>5,322.70</b>	<b>5,470.26</b>	<b>5,885.40</b>	<b>5,227.84</b>	<b>5,815.20</b>	<b>6,249.60</b>	<b>59,803.84</b>
10. Módulo de Riego	(l/s/ha)	1.13	1.05	0.00	0.87	0.96	0.97	0.99	1.02	1.14	0.98	1.12	1.17	
11. Caudal Unitario	(l/s)	2.27	2.11	0.00	1.74	1.91	1.93	1.99	2.04	2.27	1.95	2.24	2.33	
13. Volumen demandado por Ha	m3/ha	<b>29,901.9200</b>												

*Fuente. Elaboración propia*

<b>Demanda máxima</b>	100.80	m3/ha/día
Demanda mínima	0.00	m3/ha/día
Demanda promedio	82.07	m3/ha/día

**TABLA N° 14.- Demanda de agua con proyecto**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1. Evotransp. Potencial	(mm/día)	6.72	6.61	6.22	5.58	5.17	4.91	5.05	5.19	5.77	5.96	6.27	6.30	
2. Kc ponderado		0.75	0.75	0.80	0.85	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80	
3. Evotranp. Real o Uso consuntivo (1*2)	(mm/día)	5.04	4.96	4.98	4.74	4.14	4.17	4.29	4.41	4.90	5.07	5.02	5.04	
4. Precipitación Efectiva	(mm/día)	0.14	0.40	9.65	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.17	0.00	
5. Déficit de Humedad (3-4)	(mm/día)	<b>4.90</b>	<b>4.56</b>	<b>0.00</b>	<b>3.76</b>	<b>4.14</b>	<b>4.17</b>	<b>4.29</b>	<b>4.41</b>	<b>4.90</b>	<b>4.22</b>	<b>4.85</b>	<b>5.04</b>	
6. Eficiencia de riego	(%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	
7. N° días del mes	(días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	365.00
8. Requerimiento de agua (5/6)	(mm/día)	5.44	5.06	0.00	4.18	4.60	4.64	4.77	4.90	5.45	4.68	5.38	5.60	
	(m3/ha/día)	54.44	50.64	0.00	41.81	45.96	46.37	47.69	49.02	54.49	46.84	53.84	56.00	
	(m3/ha/mes)	1,687.78	1,417.89	0.00	1,254.33	1,424.62	1,391.17	1,478.53	1,519.52	1,634.83	1,452.18	1,615.33	1,736.00	16,612.18
9. Área total sembrada	(has)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
12. Volumen demandado	m3/mes	<b>3,375.56</b>	<b>2,835.78</b>	<b>0.00</b>	<b>2,508.67</b>	<b>2,849.24</b>	<b>2,782.33</b>	<b>2,957.06</b>	<b>3,039.03</b>	<b>3,269.67</b>	<b>2,904.36</b>	<b>3,230.67</b>	<b>3,472.00</b>	<b>33,224.36</b>
10. Módulo de Riego	(l/s/ha)	0.63	0.59	0.00	0.48	0.53	0.54	0.55	0.57	0.63	0.54	0.62	0.65	
11. Caudal Unitario	(l/s)	1.26	1.17	0.00	0.97	1.06	1.07	1.10	1.13	1.26	1.08	1.25	1.30	
13. Volumen demandado por Ha	m3/ha	<b>16,612.1778</b>												

Fuente. Elaboración propia

<b>Demanda máxima</b>	56.00	m3/ha/día
Demanda mínima	0.00	m3/ha/día
Demanda promedio	45.59	m3/ha/día

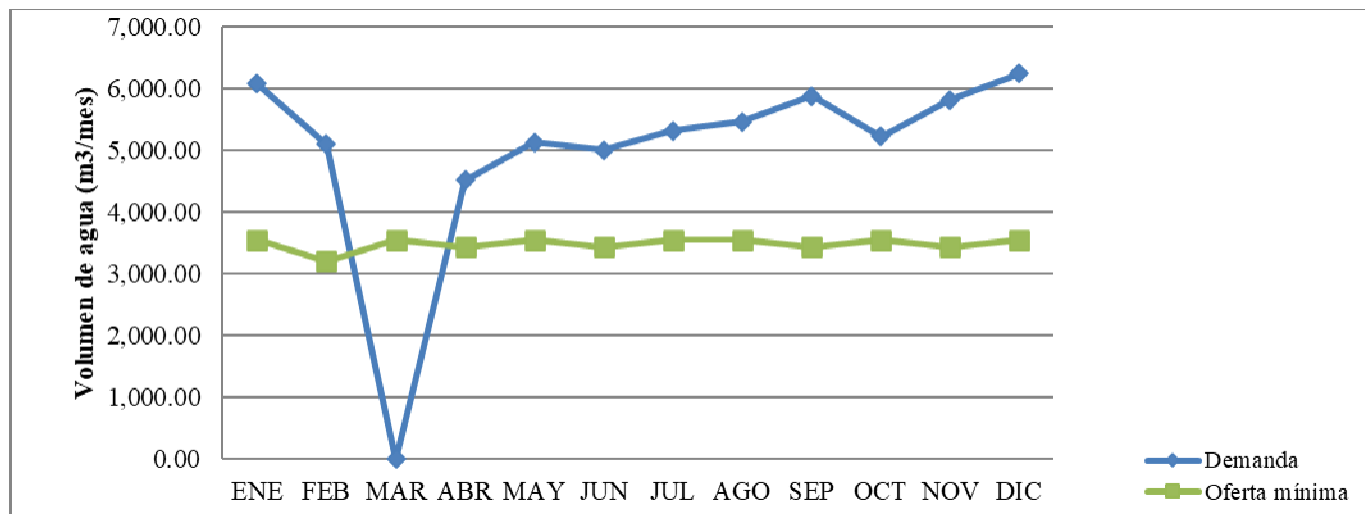
*\*Cabe indicar que, con la precipitación efectiva en el mes de marzo, se satisface el requerimiento de demanda de agua del cultivo proyectado, por lo que el volumen demandado es “0”. Sin embargo, se tendrá que considerar una proyección debido al cambio climático de los últimos años. No obstante, el aporte de la oferta en ese mes también cubre la demanda.*

### Balance hídrico:

**TABLA N° 15.- Balance hídrico sin proyecto**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA	(m3/mes)	6,076.00	5,104.40	0	4,515.60	5,128.64	5,008.20	5,322.70	5,470.26	5,885.40	5,227.84	5,815.20	6,249.60
OFERTA	(m3/mes)	3,554.46	3,210.48	3,554.46	3,439.80	3,554.46	3,439.80	3,554.46	3,554.46	3,439.80	3,554.46	3,439.80	3,554.46
BALANCE	(m3/mes)	-2,521.540	-1,893.920	3,554.460	-1,075.800	-1,574.18	-1,568.400	-1,768.240	-1,915.800	-2,445.600	-1,673.38	-2,375.400	-2,695.140

**GRÁFICO N° 04.- Balance hídrico sin proyecto**

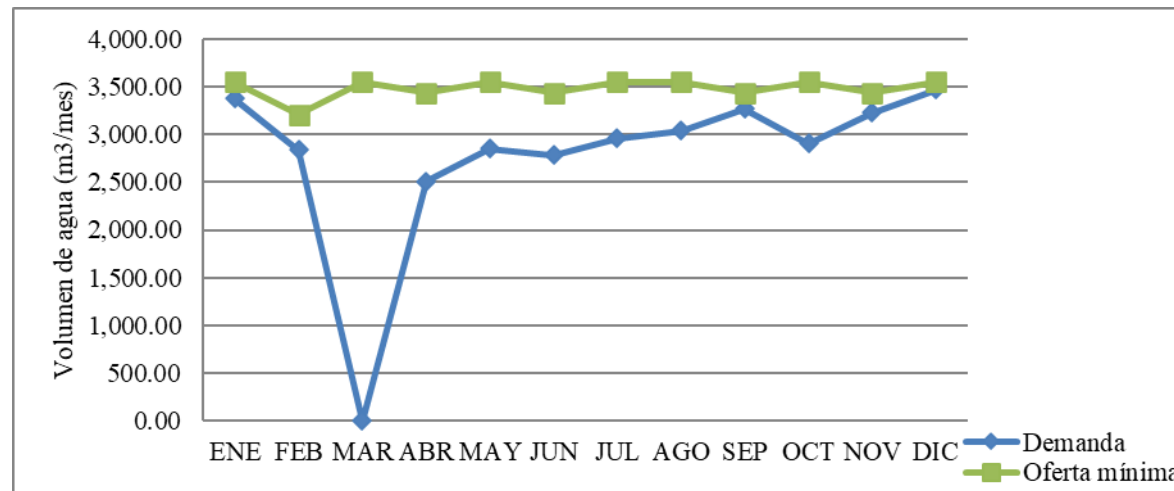


*Fuente. Elaboración propia*

**TABLA N° 16.- Balance hídrico con proyecto**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA	(m3/mes)	3,375.56	2,835.78	0	2,508.67	2,849.24	2,782.33	2,957.06	3,039.03	3,269.67	2,904.36	3,230.67	3,472.00
OFERTA	(m3/mes)	3,554.46	3,210.48	3,554.46	3,439.80	3,554.46	3,439.80	3,554.46	3,554.46	3,439.80	3,554.46	3,439.80	3,554.46
BALANCE	(m3/mes)	178.900	374.700	3,554.460	931.130	705.22	657.470	597.400	515.430	170.130	650.10	209.130	82.460

**GRÁFICO N° 05.- Balance hídrico con proyecto**



*Fuente. Elaboración propia*



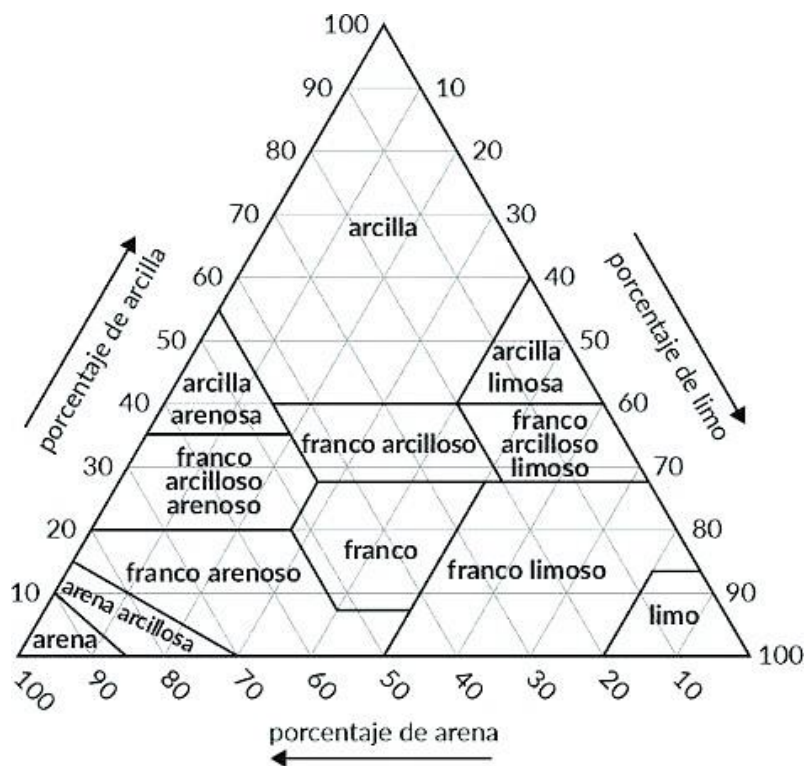
### 3.6.4. Propiedades físicas del suelo.

**3.6.4.1. Toma de muestras:** se realizó la extracción de muestras de suelo dentro del fundo Jorge Chávez de 0 a 30 cm, 30 a 60 cm, y 60 a 90 cm respectivamente.

**3.6.4.2. Textura:** La textura es una importante característica del suelo ya que determina la capacidad de absorción y de almacenamiento del agua, la facilidad de cultivarlo, la cantidad de aire e influenciará la fertilidad.

#### Clasificación textural

**IMAGEN N° 09.- Triángulo de texturas**



*Fuente. Clasificación USDA*

### **Método de Bouyoucos:**

#### **Materiales:**

- Muestras de Suelo.
- Probeta de Bouyoucos.
- Dispersador eléctrico y vaso de dispersión.
- Pipeta graduada de 10ml.
- Hidrómetro.
- Termómetro °F.
- Agua destilada.
- Carbonato de Sodio.

#### **Procedimiento:**

- Pesar 50g de la muestra del suelo.
- Colocar la muestra en un vaso de dispersión.
- Agregar agua destilada, hasta los 2/3 partes del vaso de dispersión.
- Agregar 10ml del dispersante.
- Agitar por 5 o 6 min en el agitador eléctrico.
- Luego trasvasar la suspensión de suelo dispersado a la probeta.
- Colocar el Hidrómetro dentro de la probeta y enrasar la suspensión con agua destilada hasta la marca 1130 CC.
- Tapar la probeta y agitar la suspensión.
- Dejar en reposo

- Hacer la primera lectura a los 40" segundos de puesto en reposo la probeta.
- Medir la Temperatura.
- Hacer lectura a los 60 minutos y medir la temperatura

**3.6.4.3. Densidad aparente:** Se refiere una magnitud utilizada en materiales porosos como el suelo, los cuales forman cuerpos heterogéneos con intersticios de aire u otra sustancia normalmente más ligera, de forma que la densidad total del cuerpo es menor que la densidad del material poroso si se llegara a compactar.

La Densidad aparente ( $D_a$ ) se obtiene de la siguiente manera:

$$D_a = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

**Densidad aparente por el método de la probeta:**

**Materiales:**

- 50 gr. de suelo.
- Probeta de 100 ml. limpia y seca.
- Balanza Electrónica.

**Procedimiento:**

- Pesar 50 gr. de suelo.
- Se coloca el peso en una probeta de 100 ml, previamente limpia y seca.
- Se golpea ligeramente el fondo de la probeta contra la palma de la mano para dar compactación a la muestra.
- Calcular el volumen total de la muestra.
- Determinar la densidad aparente del su

**3.6.3.4. Densidad real:** Es el peso específico de una sustancia, se obtiene de la división de un peso conocido de la sustancia entre el volumen que ocupa.

$$P_e = \frac{W_{s\acute{o}}(\text{gr.})}{V_{s\acute{o}}(\text{c. c.})}$$

**Densidad aparente por el método de la fiola:**

**Materiales:**

- Fiola de 50 ml.
- Balanza electrónica.
- 10 gr. de suelo seco.
- Agua destilada.

**PROCEDIMIENTO:**

- Pesar la Fiola de 50 ml. (P.F)
- Pesar 10 gr. de Suelo Seco. (P.S)
- Agregar el Suelo Seco en la Fiola y pesar nuevamente. (P.S +P. F)
- Se enrasa la Fiola con agua destilada hasta su tope y pesar nuevamente(P.F + P.S + H<sub>2</sub>O)
- Finalmente se vacía todo el contenido y se lava bien la Fiola, se vuelve allendar con agua destilada y se pesa.  
(Tara + H<sub>2</sub>O)

**3.6.3.5. Porosidad:** Es la propiedad física del suelo que se encarga de la regulación de la aireación y la dinámica del agua en el suelo. El volumen de poros del suelo puede expresarse como un porcentaje del volumen total de huecos.

Fórmula:

$$\%E = 100 \times \left(1 - \frac{D_a}{P_e}\right)$$

**3.6.3.6. Capacidad de campo:** Contenido de humedad de un suelo, después que el exceso ha sido drenado y la velocidad de descenso disminuida en grado considerable. Se ha evaluado en laboratorio, que cuando un suelo está en capacidad de campo, el contenido de agua está retenido con una tensión de  $1/3$  de atmósfera aproximadamente. Un suelo está a capacidad de campo después de dos o cinco días de aplicado el riego.

Usualmente se usa el método de la manguera, por medio de la siguiente fórmula.

$$CC = \frac{(P_{sh} - P_{ss})}{P_{ss}} \times 100$$

- **Psh** = Peso suelo húmedo.
- **Pss** = Peso suelo seco.

**3.6.3.7. Punto de Marchitez:** Es el contenido de humedad de un suelo, después que el exceso ha sido drenado y la velocidad de descenso disminuida en grado considerable. Se ha determinado en laboratorio, que cuando un suelo está en capacidad de campo, el contenido de agua está retenido con una tensión de  $1/3$  de atmósfera aproximadamente. Un suelo está a capacidad de campo después de dos o cinco días de aplicado el riego.

**3.6.3.8. Agua Disponible:** Es el contenido de humedad de un suelo, después que el exceso ha sido drenado y la velocidad de descenso disminuida en grado considerable. Se ha determinado en laboratorio, que cuando un suelo está en capacidad de campo, el contenido de agua está retenido con una tensión de  $1/3$  de atmósfera aproximadamente. Un suelo está a capacidad de campo después de dos o cinco días de aplicado el riego.

*\*Los resultados de las propiedades físicas del suelo se adjuntan en los anexos.*

**3.6.3.9. Prueba de infiltración:** Infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo, a través de su superficie en contacto con la atmósfera. Posteriormente se moverá en el subsuelo de acuerdo a diferentes procesos, pudiendo recargar el perfil hídrico, percolar por debajo de la zona radical hacia los acuíferos, conformar el flujo subsuperficial o hipodérmico que termina en un área de drenaje (bajos, ríos, etc.). Su importancia radica en que el agua infiltrada constituye el principal sustento de la vegetación y origen de las aguas subterráneas. El análisis conceptual de la infiltración es común a condiciones naturales (precipitaciones) o de regadío, aunque en este caso las condiciones de aplicación son controladas.

**TABLA N° 17.- Datos de campo y toma de lecturas – infiltración**

<b>TIEMPO</b>	<b>INTERVAL TIEMPO MUERTO</b>	<b>INTERVAL TIEMPO LECTURA</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO</b>	<b>LECTURA</b>	<b>ENRASE</b>	<b>LAMINAS PARCIALES</b>	<b>LAMINAS ACUMULADAS</b>
<b>(h: min)</b>	<b>(min.)</b>	<b>(min.)</b>	<b>(min.)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>
10:00		0	0	-	15.0	0	0.00
10:05		5	5	13.3		15.0	15.00
10:10		5	10	12.5		8.0	23.00
10:15		5	15	11.8	15.0	7.0	30.00
10:20		5	20	14.3		7.0	37.00
10:25		5	25	13.9		4.0	41.00
10:30		5	30	13.2		7.0	48.00
10:40		10	40	12.1	15.0	11.5	59.50
10:50		10	50	14.1		9.0	68.50
11:00		10	60	13.2		9.0	77.50
11:30		30	90	10.7	15.0	25.0	102.50
12:00		30	120	12.7	15.0	23.0	125.50
12:30		30	150	12.8		22.0	147.50

*Fuente. Elaboración propia*

**TABLA N° 18.- Mínimos cuadrados**

<b>TIEMPO ACUMULADO</b>	<b>LAMINA ACUMULADA</b>	<b>Log (t)</b>	<b>Log (d)</b>	<b>Log (t) x Log (d)</b>	<b>Log (t²)</b>	<b>Log (d²)</b>	<b>INFILTRACION ACUMULADA</b>	<b>VEL. DE INFILTRACION PROMEDIO (mm/hr)</b>	<b>VEL. DE INFILTRACION INSTANTANEA (mm/hr)</b>
<b>(min.)</b>	<b>(mm)</b>						<b>(mm)</b>		
5	15.0	0.699	1.176	0.822	0.489	1.383	14.437	173.249	117.347
10	23.0	1.000	1.362	1.362	1.000	1.854	23.088	138.528	93.830
15	30.0	1.176	1.477	1.737	1.383	2.182	30.385	121.540	82.323
20	37.0	1.301	1.568	2.040	1.693	2.459	36.922	110.766	75.025
25	41.0	1.398	1.613	2.255	1.954	2.601	42.946	103.071	69.813
30	48.0	1.477	1.681	2.483	2.182	2.827	48.591	97.182	65.825
40	59.5	1.602	1.775	2.843	2.567	3.149	59.045	88.567	59.990
50	68.5	1.699	1.836	3.119	2.886	3.370	68.679	82.415	55.822
60	77.5	1.778	1.889	3.359	3.162	3.569	77.706	77.706	52.633
90	102.5	1.954	2.011	3.929	3.819	4.043	102.265	68.177	46.178
120	125.5	2.079	2.099	4.363	4.323	4.404	124.266	62.133	42.085
150	147.5	2.176	2.169	4.719	4.735	4.704	144.542	57.817	39.161
		<b>18.340</b>	<b>20.655</b>	<b>33.033</b>	<b>30.193</b>	<b>36.545</b>			

*Fuente. Elaboración propia*

Para elaborar cálculos de realizaron 12 lecturas.



- **Determinación de la infiltración acumulada (d)**

Se encuentra expresada por la siguiente fórmula:

$$d = Kxt^m$$

Donde:

$$m = \frac{\frac{\sum(\log t \times \log d)}{n} - \frac{\sum(\log t)}{n} \times \frac{\sum(\log d)}{n}}{\frac{\sum(\log t)^2}{n} - \left(\frac{\sum \log t}{n}\right)^2}$$

$$m = \frac{\frac{33.033}{12} - \frac{18.340}{12} \times \frac{20.655}{12}}{\frac{30.193}{12} - \left(\frac{18.340}{12}\right)^2}$$

$$m = 0.677$$

$$\log K = \frac{\sum(\log d)}{n} - m \frac{\sum(\log t)}{n}$$

$$\log K = \frac{20.655}{12} - 0.677 \frac{18.340}{12}$$

$$\text{Log } K = 0.686$$

$$K = 4.853$$

$$d = Kxt^m$$

$$\text{Por lo tanto: } d = 4.853 \times t^{0.677}$$

- **Determinación de la infiltración promedio (Ip)**

Se encuentra expresada por la siguiente fórmula:

$$Ip = (K \times 60) t^{-n}$$

$$\text{Si: } -n = m - 1$$

$$m = 0.677$$

$$\text{Por lo tanto: } Ip = (4.853 \times 60)^{-0.323}$$

$$I_p=197.24$$

- **Determinación de la infiltración instantánea (I)**

Se encuentra expresada por la siguiente fórmula:

$$I = (K \times m \times 60) t^{-n}$$

$$\text{Si: } -n = m - 1$$

$$m = 0.677$$

$$\text{Por lo tanto: } I = (4.853 \times 0.677 \times 60)^{-0.323}$$

- **Determinación de la infiltración básica (Ib.)**

Se encuentra expresada por la siguiente fórmula:

$$Ib = (K \times m \times 60) Tb^{-n}$$

Donde:

$$Tb = \left( \frac{-0.1}{K \times m \times 60} \right)^{\frac{1}{-n}}$$

$$Tb = \left( \frac{-0.1}{4.853 \times 0.677 \times 60} \right)^{\frac{1}{-0.323}}$$

$$Tb = 131.76$$

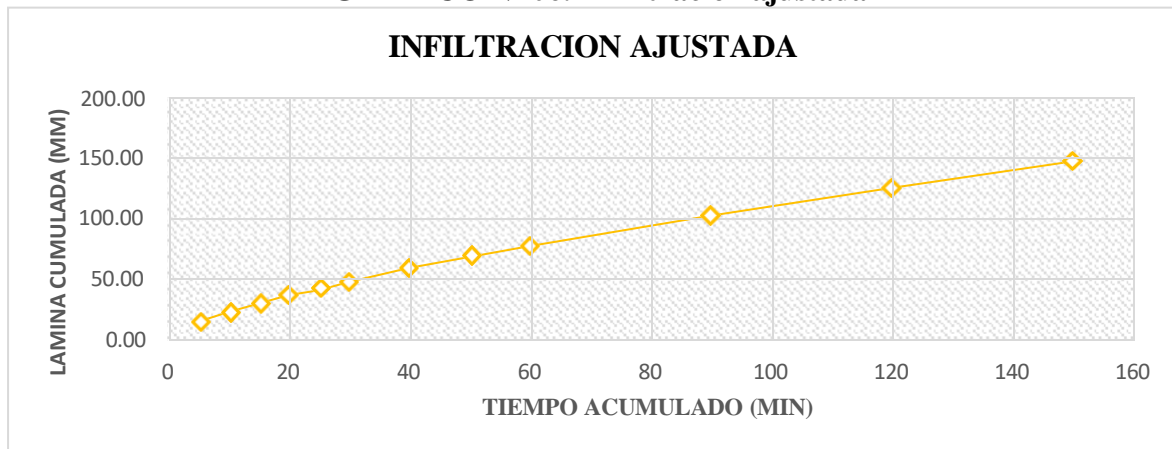
$$Ib = (K \times m \times 60) Tb^{-n}$$

$$Ib = (4.853 \times 0.677 \times 60) 131.76^{-0.582}$$

Por lo tanto:

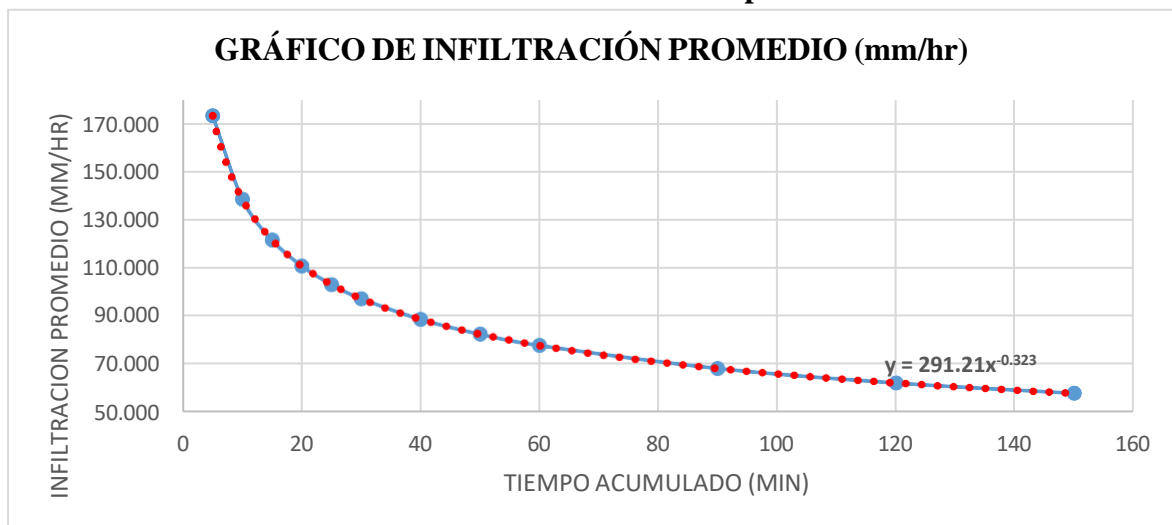
$$Ib = 40.83 \text{ mm/hr}$$

**GRÁFICO N° 06.- Infiltración ajustada**



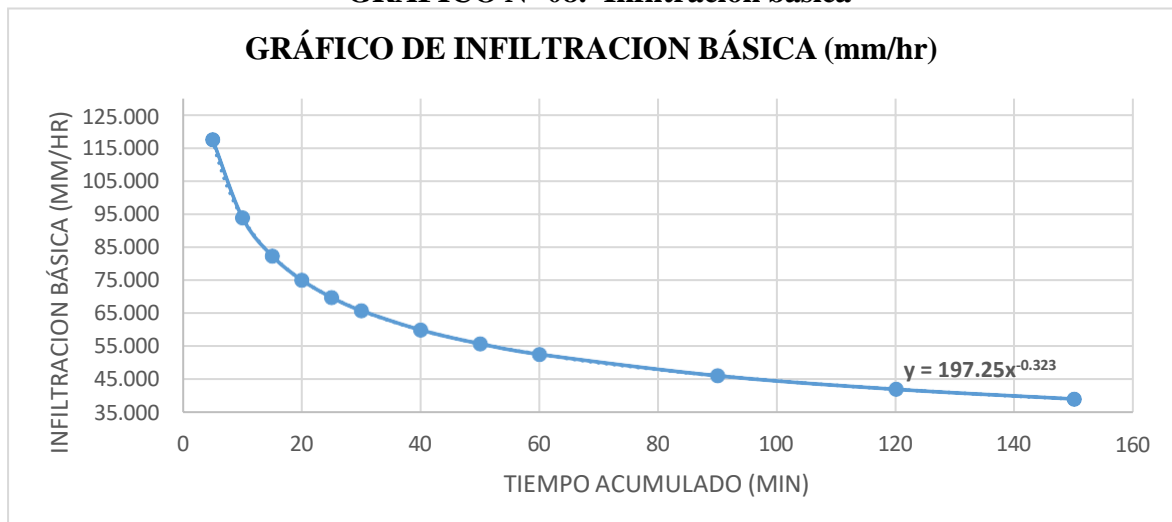
*Fuente. Elaboración propia*

**GRÁFICO N° 07.- Infiltración promedio**



*Fuente. Elaboración propia*

**GRÁFICO N° 08.- Infiltración básica**



*Fuente. Elaboración propi*

### 3.6.5. Diseño Agronómico:

Permite determinar la demanda del cultivo en los meses más críticos, generalmente requiere los parámetros detallados a continuación : el área del terreno , propiedades de suelo, cultivo, área instalada, caudal disponible, desnivel de cotas, calidad del agua, horas de riego disponibles al día, cálculo de la máxima evaporación potencial diaria, análisis de variables hidrodinámicas del suelo, etc.

#### Principales ecuaciones:

##### - Necesidades netas de riego (Nn)

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

Donde:

Nn: necesidades netas (mm/d)

ETc: evapotranspiración del cultivo (mm/d)

Pe: precipitación efectiva (mm/d)

Gw: aportes capilares

$\Delta w$ : variaciones de almacenamiento

##### - Necesidades totales de riego (Nt)

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

Donde:

Nt: necesidades totales de riego (mm/d)

Nn: necesidades netas de riego (mm/d)

Ea: eficiencia de aplicación

**- Eficiencia de aplicación (Ea)**

$$Ea = FL \times CU$$

Donde:

Ea: eficiencia de aplicación

FL: factor de lavado

CU: coeficiente de uniformidad del sistema de riego

**- Factor de lavado (FL)**

$$FL = 1 - RL$$

Donde:

FL: factor de lavado

RL: requerimiento de lavado

**- Coeficiente de uniformidad (CU)**

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

Donde:

q<sub>a</sub>: caudal medio de todos los emisores

q<sub>25</sub>: caudal medio de todos los emisores que constituyen el 25 por ciento de más bajo caudal

**- Intervalo de Humedad Disponible**

$$IDH = \frac{(CC - PMP)}{100} \times Da \times Prof$$

Donde:

CC: capacidad de campo

PMP: punto de marchitez permanente

Da: densidad aparente

Prof: Profundidad de la raíz.

### **Programación de riego:**

#### **- Tiempo de riego**

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

Donde:

Tr: tiempo de riego

Nt: necesidad neta

Ph: precipitación horaria

#### **- Precipitación horaria**

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

Donde:

Ph: precipitación horaria

q: caudal del emisor

e: distancia entre emisores

d: distancia entre laterales

#### **- Número de turnos de riego**

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

**TABLA N° 19.- Diseño Agronómico**

<b>DISEÑO AGRONÓMICO</b>		
<b><u>DENSIDAD DE PLANTA</u></b>		
Cultivo		PALTO
Distancia entre Plantas	m	5.00
Distancia entre Hilera	m	5.00
N° de Hileras / Ha	Unid	20.00
Densidad de Plantas por Ha	Unid/Ha	400.00
<b><u>PRECIPITACIÓN DEL SISTEMA</u></b>		
Distanciamiento entre Laterales	m	2.50
Distanciamiento entre Emisores	m	0.50
Caudal del Emisor	l/h	1.60
Caudal de la Manguera	l/h/m	3.20
Cantidad de Manguera por Ha	m	4,000.00
Precipitación Horaria	mm/hr	1.28
Capacidad de Riego por Ha	m3/hr/ha	12.80
Capacidad de Riego por Ha	l/s/ha	3.56
<b><u>NECESIDADES DEL CULTIVO (DEMANDA DEL SISTEMA)</u></b>		
Kc (Coeficiente de Cultivo)	-	0.85
ET <sub>o</sub> (Crítico Mes)	mm/día	6.72
Etc	mm/día	5.71
Factor de lavado	%	0.00
Precipitación Efectiva	mm/día	1.01
Lamina a Reponer (máx. demanda)	mm/día	4.70
Eficiencia	%	0.90
Lamina a Reponer total	mm/día	5.22
Tasa Irrigación	mm/h	1.28
Tiempo de Riego	hrs/día	4.08
<b><u>OPERACIÓN DEL SISTEMA</u></b>		
Tiempo de Riego Máximo	hr/día	16.32
N° Turnos	N°	4.00
N° Turnos Optado por Redondeo	N°	4.00
Área del Proyecto	ha	2.00
Área por Turno	ha	0.50
Capacidad de Riego por Ha	m3/hr/ha	12.80
Capacidad de Riego por Turno (Cabezal)	m3/hr/turno	6.40
Capacidad de Riego por Turno	l/s/turno	1.78
Capacidad del Sistema por día/hora	m3/hr/día	104.45

*Fuente. Elaboración propia*



**TABLA N° 20.- Parámetros de diseño**

<b><u>PARÁMETROS DE DISEÑO</u></b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALORES</b>
LOCALIZACIÓN		CAYALTÍ
SUPERFICIE	ha	2.00
CULTIVO (s)		PALTO
RELIEVE		UNIFORME
FUENTE DE AGUA		POZO TUBULAR
EFICIENCIA	%	90%
ET <sub>o</sub>	mm/día	6.72
DISTANCIAMIENTO DEL CULTIVO	m	5.00
FACTOR DE CULTIVO	K <sub>c</sub>	0.85
Etc	mm/día	5.71
LÁMINA A REPONER (En Máx. Demanda)	mm/día	4.70
LÁMINA A REPONER TOTAL	mm/día	5.22
TIPO DE RIEGO A EMPLEAR		GOTEO
TASA DE IRRIGACIÓN	mm/hr	1.28
INTERVALO DE RIEGO		DIARIO
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO / TURNO	hrs	4.08
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO / DÍA	hrs	16.32
NÚMERO DE TURNOS / DÍA		4.00
CAPACIDAD DE RIEGO	m <sup>3</sup> /h/ha	12.80
CAUDAL DE MANGUERA	l/h/m	3.20
CAUDAL DEL EMISOR	l/h	1.60
DISTANCIA ENTRE EMISORES	m	0.50
DISTANCIA ENTRE LATERALES	m	2.50
LONGITUD MÁXIMA DE LATERALES	m	95.00
NÚMERO DE LATERALES POR 1 HILERA		2
SUPERFICIE MÁXIMA POR VÁLVULA	Has	0.75
CAUDAL MÁXIMO POR VÁLVULA	m <sup>3</sup> /hr	9.60
N° DE VÁLVULAS POR TURNO		4
SUPERFICIE MÁXIMA POR TURNO	Has	0.50
DESCARGA MÁXIMA POR TURNO	m <sup>3</sup> /hr	6.40
DESCARGA MÁXIMA POR DÍA	m <sup>3</sup> /día	104.45
PRESIÓN MÍNIMA Y MAXIMA DE LA CINTA	m.c.a.	5.5 / 7.0
PRESIÓN MÍNIMA Y MAXIMA DE LA CINTA AUTOCOMPENSADA	m.c.a.	10 / 25

*Fuente. Elaboración propia*

**TABLA N° 21.- Turnos de riego**

<b><u>TURNOS DE RIEGO</u></b>							
<b>SECTORES (VÁLVULA)</b>	<b>BENEFICIARIO</b>	<b>AREA (ha)</b>	<b>CAUDAL (m3/h)</b>	<b>CAUDAL (l/s)</b>	<b>CULTIVO</b>	<b>TIEMPO RIEGO (hr)</b>	<b>TURNO</b>
1	JOSE ALINDOR GUEVARA CORONADO	0.49	6.33	1.76	PALTO	4.08	I
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL TURNO I</b>	<b>0.49</b>	<b>6.33</b>	<b>1.76</b>		<b>4.08</b>	
1	JOSE ALINDOR GUEVARA CORONADO	0.50	6.34	1.76	PALTO	4.08	II
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL TURNO II</b>	<b>0.50</b>	<b>6.34</b>	<b>1.76</b>		<b>4.08</b>	
1	JOSE ALINDOR GUEVARA CORONADO	0.53	6.80	1.89	PALTO	4.08	III
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL TURNO III</b>	<b>0.53</b>	<b>6.80</b>	<b>1.89</b>		<b>4.08</b>	
1	JOSE ALINDOR GUEVARA CORONADO	0.25	3.20	0.89	PALTO	4.08	IV
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL TURNO IV</b>	<b>0.25</b>	<b>3.20</b>	<b>0.89</b>		<b>4.08</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>1.77</b>	<b>6.80</b>	<b>1.89</b>		<b>16.32</b>	

*Fuente. Elaboración propia*

### 3.6.6. Diseño hidráulico:

Para elaborar el diseño hidráulico, se calculó la pérdida de carga, por fricción en las tuberías, las pérdidas de carga primarias de acuerdo a la fórmula de Hazen-Williams.

#### - Caudal en el lateral

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

Donde:

Ql: caudal en el lateral

q: caudal del emisor

e: distancia entre emisores

L: longitud del lateral

#### - Pérdida de carga en el lateral (HF)

##### a) Pérdida de carga total en el lateral (hf)

#### Ecuación de Blasius

$$hf = 7.98 \times 10^5 \left( \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \right) \times L$$

Donde:

hf: pérdida de carga

Q: caudal d

D: diámetro interno de la tubería

L: longitud de la tubería

**b) Cálculo del Factor de Christiansen (Fc)**

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

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

**- Caudal de diseño del portalateral**

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

Donde:

N lateral: número de laterales

Q lateral: caudal de lateral

**- Cálculo de la pérdida de carga total en el portalateral (hf).**

\*Se realiza con las mismas ecuaciones que el lateral

**- Diseño de la matriz**

Se calcula mediante la ecuación de Hazen – Williams

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

Donde:

hf: pérdida de carga

Q: caudal

C: coeficiente de rugosidad

D: diámetro interno de la tubería

L: longitud de la tubería

**- Precipitación del sistema**

$$PP = \left( \frac{Qg \times nl}{de \times d} \right) \times 10$$

Donde:

Qg: caudal del gotero

de: distancia entre emisores en el lateral

dl: distancia entre hileras o líneas de planta

nl: número de laterales por hilera

**- Diseño del cabezal de riego:**

**Potencia de bombeo y motor:**

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

$$Pm = Pb \times Fs$$

Donde:

Pb: potencia de bomba (Hp)

Pm: potencia de motor (Hp)

Q: caudal

H: carga totale

e: eficiencia de bombeo

Fs: factor de servicio

**TABLA N° 22.- Pérdidas de Carga en Línea de Conducción y Red de Tuberías Matrices**

Turno	Sector	Tramo	Caudal		Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Factor de Rugosidad (C)	Longitud (m)	Velocidad (m/seg)	Pérdida de Carga en Tubería Matriz			Desnivel Topográfico			Pérdida Total - Densivel (m)
			(l/s)	(m³/h)						Pérdida por Fricción (m)	Pérdida en Accesorios (m)	Pérdida Total (m)	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Desnivel (m)	
I	V4	CF-A	1.76	6.34	110-C5.0	104.60	146.00	5.08	0.20	0.00	0.00	0.00	91.00			
		A-B	1.76	6.34	110-C5.0	104.60	146.00	312.11	0.20	0.15	0.01	0.16				
		B-V4	1.76	6.34	110-C5.0	104.60	150.00	250.11	0.20	0.12	0.01	0.12		94.00	-3.00	3.29
										0.27	0.01	0.29				
II	V3	CF-A	1.76	6.34	110-C5.0	104.60	146.00	5.08	0.20	0.00	0.00	0.00	91.00			
		A-B	1.76	6.34	110-C5.0	104.60	146.00	312.11	0.20	0.15	0.01	0.16				
		B-V3	1.76	6.34	110-C5.0	104.60	150.00	203.36	0.20	0.10	0.00	0.10		94.00	-3.00	3.26
										0.25	0.01	0.26				
III	V2	CF-A	1.89	6.80	110-C5.0	104.60	146.00	5.08	0.22	0.00	0.00	0.00	91.00			
		A-B	1.89	6.80	110-C5.0	104.60	146.00	312.11	0.22	0.18	0.01	0.18				
		B-V2	1.89	6.80	110-C5.0	104.60	150.00	82.32	0.22	0.04	0.00	0.05		93.00	-2.00	2.23
										0.22	0.01	0.23				
IV	V1	CF-A	0.89	3.20	110-C5.0	104.60	146.00	5.08	0.10	0.00	0.00	0.00	91.00			
		A-B	0.89	3.20	110-C5.0	104.60	146.00	312.11	0.10	0.04	0.00	0.05				
		B-V1	0.89	3.20	110-C5.0	104.60	146.00	17.99	0.10	0.00	0.00	0.00		92.00	-1.00	1.05
										0.04	0.00	0.05				

Fuente. Elaboración propia

**TABLA N° 23.- Altura dinámica total**

DESCRIPCION	TURNO I	TURNO II	TURNO III	TURNO IV
	V1	V2	V3	V4
Presión del Emisor	10.00	10.00	10.00	10.00
Pérdidas de Carga en el Arco de Riego	2.00	2.00	2.00	2.00
Pérdida de Carga por Fricción en Matrices	0.27	0.25	0.22	0.04
Pérdida por Accesorios en Matrices (5%)	0.01	0.01	0.01	0.00
Pérdidas de Carga en Cabezal de Riego	8.00	8.00	8.00	8.00
Altura de Succión de la Bomba	3.00	3.00	3.00	3.00
Factor de Seguridad (10%)	0.73	0.73	0.72	0.70
Desnivel Topográfico	-3.00	-3.00	-2.00	-1.00
<b>Altura Dinámica Total (ADT)</b>	27.02	26.99	25.96	24.75

*Fuente. Elaboración propia*

**TABLA N° 24.- Requerimiento de Potencia**

REQUERIMIENTO DE POTENCIA		TURNO I	TURNO II	TURNO III	TURNO IV
		V1	V2	V3	V4
Caudal	(l/s)	1.76	1.76	1.89	0.89
	(m3/h)	6.34	6.34	6.80	3.20
ADT	(m.c.a)	27.02	26.99	25.96	24.75
Potencia de la bomba*	(HP)	<b>0.85</b>	<b>0.84</b>	<b>0.87</b>	<b>0.39</b>
	(kW)	0.63	0.63	0.65	0.29
Potencia del Motor**	(HP)	<b>1.13</b>	<b>1.13</b>	<b>1.16</b>	<b>0.52</b>
	(kW)	0.84	0.84	0.87	0.39

*Fuente. Elaboración propia*

(\*) Eficiencia de la bomba:

75%

(\*\*) Eficiencia del motor:

75%

**TABLA N° 25.- Parámetros de diseño**

<b>PARAMETROS DE DISEÑO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
Cultivo		Palto
Superficie del Proyecto		2.00
Relieve Predominante		Uniforme
Fuente de Agua		Reservorio
Tipo de Riego		Goteo
Distanciamiento entre Surcos		5
Espaciamiento entre Plantas		5
Lámina a Reponer (Máxima Demanda)	mm/día	5.22
Tipo de Emisor		Tubería de Goteo de Pared Delgada PE Ø16mm 12.5 mil
Espaciamiento entre Goteros	m	0.5
Descarga del Gotero	l/h	1.6
Descarga del Emisor por Metro Lineal	l/h-ml	3.2
Distanciamiento entre Laterales de Riego	m	2.5
N° de Laterales / N° de Hileras de Plantas	unid	1/2
Precipitación Horaria del Sistema	mm/hr	1.28
Volumen de Riego Máximo Disponible	m3/hr-ha	12.80
N° Total de Sectores de Riego (Válvulas)		4
Número de Turnos de Riego		4
Número de Sectores por Turno		1
Horas de Riego por Turno en Máxima Demanda	hr	4.08
Horas de Riego Totales	hr	16.29
Frecuencia de Riego		Diario
Caudal Máximo por Sector	l/s	1.89
Caudal Máximo por Turno	l/s	1.89
Superficie Máxima por Válvula	ha	0.53
Máxima Superficie por Turno	ha	0.53
Longitud Máxima de Lateral	m	100
Presión Nominal del Emisor	m.c.a.	10.00
Presión de Funcionamiento del Sistema	m.c.a.	27.02

*Fuente. Elaboración propia*



**TABLA N° 26.- Parámetros de Operación**

<b>PARAMETROS DE OPERACION</b>									
<b>Sector</b>	<b>Turno</b>	<b>Beneficiario</b>	<b>Área Sector  (ha)</b>	<b>Área Turno  (ha)</b>	<b>Caudal / Válv.  (l/s)</b>	<b>Caudal / Válv.  (m3/h)</b>	<b>Caudal / Turno  (l/s)</b>	<b>Caudal / Turno  (m3/h)</b>	<b>Tiempo de Riego  h</b>
1	I	JOSE ALINDOR GUEVARA CORONADO	0.49	0.49	1.76	6.34	1.76	6.34	4.08
2	II	JOSE ALINDOR GUEVARA CORONADO	0.50	0.50	1.76	6.34	1.76	6.34	4.08
3	III	JOSE ALINDOR GUEVARA CORONADO	0.53	0.53	1.89	6.80	1.89	6.80	4.08
4	IV	JOSE ALINDOR GUEVARA CORONADO	0.25	0.25	0.89	3.20	0.89	3.20	4.08
<b>TOTAL</b>			<b>1.77</b>						<b>16.29</b>

*Fuente. Elaboración propia*

## **SECTORES DE RIEGO:**

Se encuentran constituidos por todas las tuberías porta laterales y los laterales de riego. Para la selección de los laterales de riego (emisor) se tuvo en cuenta las condiciones topográficas del terreno, así como las características físicas del suelo, las labores culturales del cultivo, la calidad del agua y la economía del emisor. El tiempo de riego está en función al distanciamiento entre laterales de riego y la demanda hídrica del cultivo.

Se ha elegido la Tubería de Goteo de Pared Delgada de PE, Clase 12.5 mil, de diámetro 16 mm, con goteros insertados durante la fabricación, con un caudal por metro lineal de 3.4 l/h y espaciamiento entre goteros de 0.30 m ( $Q_{\text{gotero}} = 1.02 \text{ l/h}$ ). La presión de operación recomendada para el emisor seleccionado es de 10 m.c.a.

## **ARCOS DE RIEGO**

Se compondrá por 1 Válvula hidráulica de 2", punto de toma de presión o toma manométrica, Tee selectora, piloto reductor de presión y accesorios de conexión de PVC, son de accionamiento manual, además cada arco tendrá una válvula de Aire de 1 Pulgada, en la cabecera al ingreso del Sector, para permitir el ingreso de aire, evitando la obturación de los goteros, luego de la culminación del riego.

## **RED DE DISTRIBUCION DE PVC**

Se Utilizarán tuberías de PVC en norma ISO 4422 y en norma ITINTEC 399.002. Cuyos diámetros usados son de 160mm, 110mm, 90mm, 75mm, 63mm (para las tuberías de la norma ISO), y el diámetro de 1 ½" (para la norma ITINTEC). La presión máxima de soporte de estas tuberías es de 5 y 7.5 atmósferas (Clase 5 y Clase 7.5), las cuales se ubican y detallan en el plano del Diseño Hidráulico ubicado en los Anexos.

## **VALVULA DE AIRE**

Se está considerando la instalación de Válvulas de Aire Doble Efecto en la Red de distribución, cuya función es la de permitir el ingreso y salida del aire en las tuberías.

### 3.6.7. Componentes del cabezal de riego:

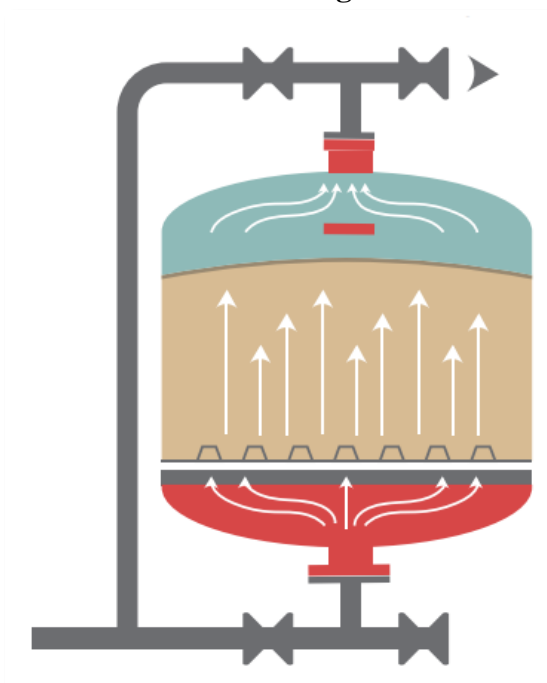
El cabezal de riego cumple dos funciones básicas, la primera es la de brindar al emisor la calidad de agua que requiere éste para que no sufra de obturaciones debido a partículas en suspensión, y la segunda de brindarle al cultivo los fertilizantes deseados.

#### SISTEMA DE FILTRADO DE GRAVA

El sistema de filtrado del cabezal de riego consta de cuatro filtros de Grava de 36" de diámetro con salidas de 3", suficientes para eliminar las partículas en suspensión del agua del reservorio y asegurar una excelente calidad de agua a nivel de sectores de riego, cada filtro de grava conduce un caudal de entre 30 y 45 m<sup>3</sup>/h; y en total los cuatro filtros conducen entre 120-180 m<sup>3</sup>/h.

La limpieza de los filtros será manual, utilizando válvulas bolas de 2" las cuales se accionarán manualmente cuando se observe una pérdida de carga de 5 metros en los filtros, a través de un manómetro de control. La disposición de los filtros es en paralelo y se adapta perfectamente a la caseta de protección proyectada.

**IMAGEN N° 10.- Filtro de grava retro lavado**

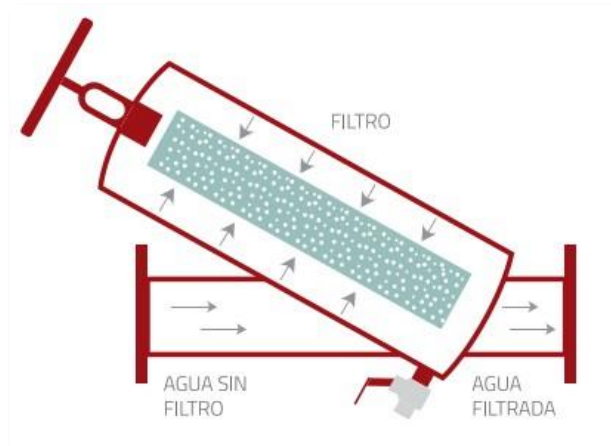


*Fuente: Riego por Goteo. I. Liotta, Mario -Pag N°12*

## SISTEMA DE FILTRADO DE ANILLOS

Constará de cuatro filtros de Anillos plásticos de 3", de conexión Vitaulic, necesarios para eliminar las partículas en suspensión del agua del reservorio y asegurar una optimización de agua a nivel de sectores de riego.

**IMAGEN N° 11.- Filtro de malla**

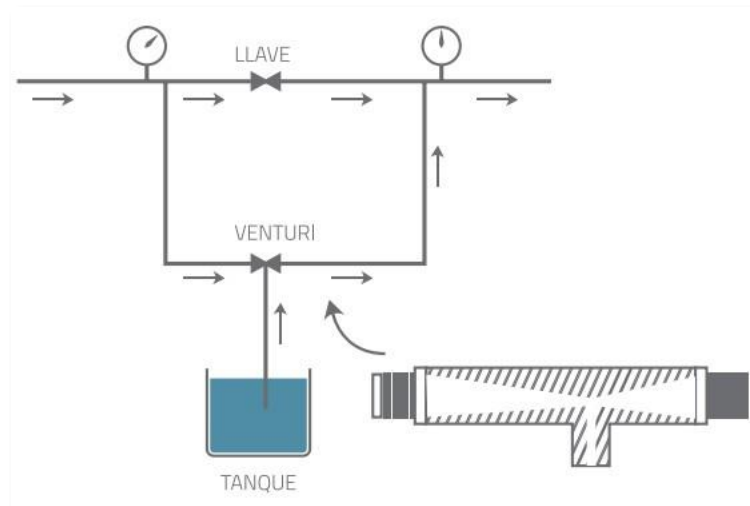


*Fuente: Riego por Goteo. I. Liotta, Mario -Pag N°13*

## SISTEMA DE FERTILIZACIÓN

El Sistema de Fertiirrigación seleccionado, está conformado por un Inyector tipo Venturi de 1 1/2", el cual inyecta el fertilizante al sistema de riego a través de una conexión al Manifold de 160mm, y la succiona de los tanques de fertilizantes (03 unid.) de 600 lt, cada uno, los cuales poseen válvulas bolas de 1" para el control de la fertilización. Además, contiene una toma del Manifold de 160 mm, brindando a los tanques la cantidad de agua requerida para la disolución de los fertilizantes, los cuales son controlados con válvulas de bola.

### IMAGEN N° 12.- Inyector Venturi



*Fuente: Riego por Goteo. I. Liotta, Mario -Pag N°15*

### SISTEMA DE CONTROL

Consta de una válvula mariposa de 6", un medidor de caudal de 6", una válvula de alivio de 2", válvulas de aire de 2" doble efecto, un manómetro de glicerina de 6 bar, dos válvulas de aire doble efecto de 2" (Donde la primera se encuentra ubicada en la batería de filtrado de grava y la segunda en la bajada final del cabezal de riego). La válvula mariposa de 6", metálico, y con conexiones adicionales de bridas con buje de 6".

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación obtuvieron los siguientes resultados:

La fuente de abastecimiento para la oferta de agua está constituida por un pozo tubular, con un tiempo de bombeo de 7 hrs/día y con un caudal promedio de 4.55 l/s, además de ello el sistema cuenta con un reservorio de 198 m<sup>3</sup>, suficiente para cubrir las necesidades de demanda del cultivo propuesto con una demanda anual de 29,901.92 m<sup>3</sup>/ha, considerando una eficiencia teórica del 90%.

De acuerdo a la información obtenida de la estación meteorológica Cayaltí del año 2023, se realizaron los cálculos de la evapotranspiración de referencia con el método de Pecman – Monteih, procesado mediante el Software CROPWAT 8.0, resultando una ETo promedio de 5.81 mm/día, siendo los meses de diciembre, enero y febrero donde se evidencia mayor ETo, alcanzando los 6.72 mm/día.

Respecto a las propiedades físicas del suelo, el fundo presenta una clase textural de Arena franca, con una densidad aparente promedio de 1.47 gr/cm<sup>3</sup>, un peso específico de 2.46 gr/cm<sup>3</sup>, porosidad del 40.24%, capacidad de campo del 32.50%, punto de marchitez del 16.70% y agua útil de 15.80%, con una infiltración básica de 40.83 mm/hr; así mismo un análisis de la muestra de agua arrojó una conductividad eléctrica de 1.08 mS/cm y un Ph de 6.68.

Respecto al diseño agronómico para el cálculo de la densidad de planta, se consideró un marco de plantación de 5 x 5 con 20 hileras por ha, se obtuvo una precipitación horaria de 1.28 mm/hr y una capacidad de riego por ha de 3.56 l/s/ha, para la operación del sistema se consideraron 4 turnos de 0.50 ha y con una capacidad de riego por turno de cabezal de 6.40 m<sup>3</sup>/hr/turno.

Para el diseño hidráulico se calcularon las pérdidas de carga en laterales y portalateral utilizando las fórmulas de Hazen William y Blasius, se obtuvo una ADT promedio de 26.20. Con una potencia de bomba de 0.85 HP y potencia del motor de 1.20 Hp ya que no existe desnivel topográfico pronunciado.

Finalmente, el presupuesto de mejoramiento será de S/.12,802.55 por ha, incluido el I.G.V.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- La propuesta de mejoramiento del sistema de riego por goteo para 2.00 ha de palta del fundo Jorge Chávez ubicado en Cayaltí, permitirá optimizar la eficiencia de aplicación hasta en un 90% de la eficiencia (teórico) y asegurar la productividad y rentabilidad del cultivo de palta a instalar.
- Se elaboró diagnóstico del estado situacional del área en estudio, mediante la recopilación de la información básica: fuente de agua y energía, propiedades físico-químicas del suelo y del agua, topografía, parámetros climáticos, características del cultivo de palta y otros que se requieran para el mejoramiento del proyecto, parámetros fundamentales para reafirmar la propuesta de mejoramiento.
- El balance hídrico con proyecto cumple las necesidades de demanda del cultivo propuesto (palta) ya que la oferta de agua obtenida del pozo, es permanente y además de ello se cuenta con un reservorio tipo trapezoidal como fuente de almacenamiento.
- Se realizaron los diseños: agronómico e hidráulico permitiendo la correcta selección de los emisores, dimensionamiento de las tuberías, y de la sectorización para la adecuada operación de los componentes del sistema.
- Se elaboraron los planos y presupuesto requeridos para la instalación del riego por goteo en las 2.00 con un costo total de S/. 25,605.10, incluyendo el I.G.V.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda implementar un compendio de operación y mantenimiento de los equipos, que incluya acciones que deban ejecutarse de manera temporal, así como realizar capacitaciones al dueño del fundo respecto a los criterios técnicos a emplear durante la instalación del riego por goteo.
- Se recomienda no descuidar las acciones de limpieza y descolmatación de sedimentos en el reservorio ya que es una fuente de almacenamiento en épocas de sequía y uno de los componentes principales para satisfacer la demanda del cultivo.
- Una vez instalado el sistema, evaluar durante la puesta en marcha 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.



## CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Ataucusi, S. 2015. Manejo técnico del cultivo del palto. Primera Edición - Cáritas del Perú.*

*PRA-Buenaventura. Lima, Perú. 41 p*

*Chilet Hidalgo, J.W. (2023). “Diseño del sistema de riego por goteo en ladera para el cultivo de mandarina en la agrícola Campo Verde S.A.C.”*

*Delgado Reátegui, D. S., & Jara Córdova, K. E, (2022). “Planificación y diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de paprika (capsicum annuum) en fundo Agrolatam de 137.54 ha – del sector de riego Olmos – Olmos - Lambayeque, empleando software de diseño.*

*Herbozo Rivero, C.A (2022) “Diseño del sistema de riego presurizado por goteo, fundo esperanza baja, distrito Huaral - Huaral - Lima”*

*Inoñan Alfaro, P.N (2015). “Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de café en el sector Quebradonda- Catache - Santa Cruz-Cajamarca*

*Leonardo (2011). Manual de diseño de sistemas de riego tecnificado.*

*Mario Liotta (2015). Manual de capacitación: riego por goteo [et al.]. - 1a ed. edición especial. - Rivadavia: Marta Laura Paz, 2015. 22 p.*

*MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2015. Manual del cálculo de eficiencias para sistemas de riego. Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego – DGIAR. Lima, Perú. 54 p.*

*Murillo, W. (2008). La investigación científica*

## CAPITULO VII ANEXOS

### PANEL FOTOGRÁFICO:



*Fotografía N° 01. Reconocimiento de la zona de estudio*



*Fotografía N° 02. Diagnóstico -Ubicación de fuentes de agua – Pozo tubular*





*Fotografía N° 03. Evaluación de los componentes del sistema – Reservorio, se encuentra con malezas y sedimentos en su interior*



*Fotografía N° 04. Evaluación de los componentes del sistema – Sistema de bombeo*





*Fotografía N° 05. Aforo por el método volumétrico en el ingreso del reservorio*



*Fotografía N° 06. Recorrido junto al propietario de la parcela*





*Fotografía N° 07. Extracción de muestras de suelo*



*Fotografías N° 08 y N°09. Calicata y muestras de suelo obtenidas*





*Fotografía N° 10. Línea de conducción hacia el reservorio*



*Fotografía N° 11. Cultivos instalados en el fundo*

## RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELOS:



Laboratorio agrícola  
Análisis de suelos y aguas  
**CYSAG EIRL**  
RUC: 20561187488

### **INFORME DE LABORATORIO CYSAG N° 466-2023**

*Métodos de análisis: Según DS N° 013-2010 AG*

Solicitud de análisis N°	: 466-2023	Cultivo / Proyecto	: Tesis
Solicitante	: MARILYN JILARY IZASIGA BARTUREN	Fundo, Predio, Coordenadas, Área.	: JORGE CHAVEZ
Procedencia de la Muestra	: CAYALTI	Fecha de recepción de muestras.	: 11-12-2023
Tipo de análisis	: Análisis físico	Fecha de reporte de resultados.	: 18-12-2023

### **MUESTRAS DE SUELO**

Código de Muestra (suelo)	Textura Distribución de Partículas (USDA)			Clase textural	Densidad Aparente (g/cm³)	Peso Especifico (g/cm³)	Porosidad (%)	Parámetros Hídricos		Agua Util (vol)
	Ao %	Lo %	Ar %					CC (%Hv)	PPM (%Hv)	
Profundidad 0-30 cm	87.68	7.28	5.04	Arena Franca	1.47	2.44	39.75	31.56	15.99	15.57
Profundidad 30-60 cm	87.68	7.28	5.04	Arena Franca	1.47	2.48	40.73	33.68	17.57	16.11
Profundidad 60-90 cm	89.68	5.28	5.04	Arena Franca	1.47	2.46	40.24	32.28	16.54	15.74

  
ING° AGRON. ROSO PASACHE CHAPOÑÁN  
REG. CIP N° 132471  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
**CYSAG Lab**

## RESULTADOS DEL ANALISIS DE AGUA

**TABLA N° 27.- Resultados del Análisis de agua**

MUESTRA		AGUA DE POZO TUBULAR
C.E.mS/cm a 25°C		1.08
pH		6.86
Cationes (meq/L)		
Calcio (Ca)	meq/L	5.23
Magnesio (Mg)	meq/L	1.62
Sodio (Na)	meq/L	4.85
Potasio (K)	meq/L	0.08
<b>Suma de Cationes</b>		<b>11.78</b>
Aniones (meq/L)		
Carbonatos (CO <sub>3</sub> )	meq/L	N.E
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	meq/L	5.10
Cloruros (Cl)	meq/L	2.14
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	meq/L	1.08
<b>Suma de Aniones</b>		<b>8.32</b>
Fe	ppm	0.278
Zn	ppm	0.00007
Cu	ppm	0.0032
B	ppm	0.0026
SAR		0.24
<b>CLASIFICACIÓN</b>		<b>C3S1</b>

*Fuente: Laboratorio CYSAG*



# PRESUPUESTO

**TABLA N° 28.- Resumen presupuesto**

## PRESUPUESTO RESUMEN

Presupuesto **MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN 2.00 HA DEL FUNDO JORGE CAHVEZ -DISTRITO CAYALTÍ - PROVINCIA CHICLAYO - REGIÓN LAMBAYEQUE**

Cliente **30/03/2024**  
Lugar **LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CAYALTÍ** **2.00**

Ítem	Descripción	Parcial S/.
01	<b>OBRAS COMUNES</b>	<b>14,061.73</b>
01.01	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>6,104.40</b>
01.01.01	RESERVORIO	600.00
01.01.02	CASETA DEL CABEZAL	4,786.00
01.01.03	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TUBERIA MATRIZ	533.00
01.01.04	DADOS DE ANCLAJE	78.00
01.01.05	CAJA DE SEGURIDAD	107.40
01.02	<b>SISTEMA DE RIEGO</b>	<b>6,957.33</b>
01.02.01	CABEZAL DE RIEGO	4,169.00
01.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA MATRIZ Y ACCESORIOS	2,162.00
01.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE PURGAS	182.33
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE AIRE	266.00
01.02.05	PRUEBA HIDRAULICA	178.00
1.03	<b>GASTOS DIVERSOS</b>	<b>1,000.00</b>
02	<b>OBRAS PARCELARIAS</b>	<b>7,637.51</b>
02.01	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>1,273.41</b>
02.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TUBERIA PORTALETRALES	1,084.01
02.01.02	CAJA DE SEGURIDAD	189.40
02.02	<b>SISTEMA DE RIEGO</b>	<b>6,364.10</b>
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PORTALATERALES	1,761.84
02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE PURGAS	968.56
02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ARCOS DE RIEGO	1,131.70
02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE LINEAS DE GOTEO	2,502.00
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>21,699.24</b>
<b>I.G. V</b>		<b>3,905.86</b>
<b>TOTAL (S/.)</b>		<b>25,605.10</b>
<b>COSTO/HA (S/. /HA)</b>		<b>12,802.55</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## DISEÑO DE POZO TUBULAR



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PRESENCIAL N°020-2024-UINV-FIA**

Siendo las 10:00 horas del día 29 de Agosto de 2024, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola, se reunieron los Miembros del Jurado designado mediante Resolución N°069-2024-FIA-VIRTUAL, conformado por:

<b>ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES</b>	<b>Presidente</b>
<b>ING. M.SC. VICTORIANO CELIS JIMENEZ</b>	<b>Secretario</b>
<b>ING. M.SC. VICTOR ANDRES JIMENEZ DRAGO</b>	<b>Vocal</b>

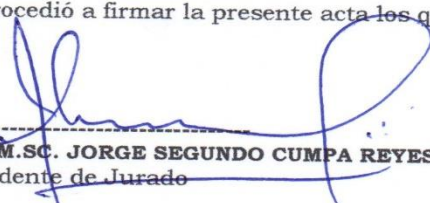


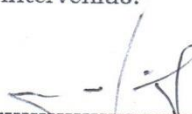
Para llevar a cabo la sustentación presencial de tesis citados mediante Resolución N°374-2024-FIA; denominado **"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN 2.0 HA DEL FUNDO JORGE CHÁVEZ, DISTRITO DE CAYALTÍ, LAMBAYEQUE"** presentado por la bachiller **MARILYN JILARY IZASIGA BARTUREN**; asesorado por **ING. M.SC. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola.


Luego de culminar la sustentación, el Jurado procedió a realizar las preguntas a la sustentante y si hubiera observaciones, anotándolas para su corrección respectiva, el jurado luego de evaluar las rubricas decidió Aprobar la tesis con el calificativo de Muy Bueno correspondiente a la nota de 18 (Dieciocho).


En consecuencia, la referida Bachiller queda apta para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, de acuerdo a la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

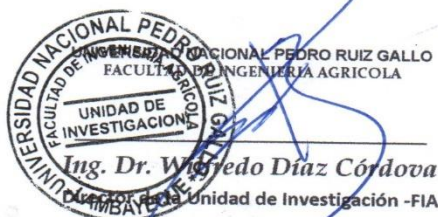
Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por finalizado el acto de sustentación y se procedió a firmar la presente acta los que en ella han intervenido.

  
ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES  
Presidente de Jurado

  
ING. M.SC. VICTORIANO CELIS JIMENEZ  
Secretario de Jurado

  
ING. M.SC. VICTOR ANDRES JIMENEZ DRAGO  
Vocal del jurado

  
ING. M.SC. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA  
Asesor



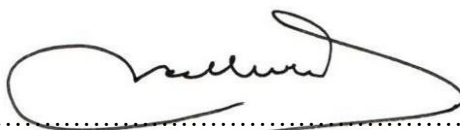
**ANEXO 01****CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE  
TESIS**

Yo, Juan V. Hernández Alcántara, Asesor de tesis, de la estudiante **Bachiller IZASIGA  
BARTUREN MARILYN JILARY,**

Titulada: “**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN 2.00 HA DEL  
FUNDO JORGE CHÁVEZ, DISTRITO CAYALTÍ, LAMBAYEQUE**”; luego de la revisión  
exhaustiva del documento constato que la misma tiene un **índice de similitud de 13 %**  
verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin, que se adjunta.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas  
no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas  
para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz  
Gallo.

Lambayeque, 24 de abril de 2024



.....  
**Ing. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA**  
**DNI: 16460970**  
**ASESOR**

Se adjunta:

Resumen del Reporte (Con porcentaje y parámetros de configuración)

Recibo digital

## "Mejoramiento del sistema de riego por goteo en 2.00 ha del fundo Jorge Chávez, distrito Cayaltí, Lambayeque"

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>13%</b>	<b>12%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>
ÍNDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>ofi5.mef.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>idoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>10</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>11</b>	<b>repositorio.uarm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>12</b>	<b>vbook.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>13</b>	<b>Submitted to Further Learning Academy</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>14</b>	<b>REYES DIAZ KARIM ROXANA. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Instalación de un Sistema de Riego Presurizado por Goteo en la Crs Valle de los Incas Grupo de Gestión Empresarial Sinchi Roca G-02, Distrito de Tambo Grande, Provincia de Piura- IGA0015229", R.D.G. N° 011-14-MINAGRI- DGAAA, 2021</b> Publicación	<b>&lt;1%</b>
<b>15</b>	<b>LAZO URBANO NERIDA. "Informe de Gestión Ambiental del Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión para El Grupo de Gestión Empresarial San Andrés, Sector San Juan de Hierba Buena-IGA0014997", R.D.G. N° 530- 2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022</b> Publicación	<b>&lt;1%</b>

Ing. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA  
DNI: 16460970  
ASESOR

25	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
26	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
27	fdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas    Activo    Excluir coincidencias < 15 words  
Excluir bibliografía    Activo

  
.....  
**Ing. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA**  
**DNI: 16460970**  
**ASESOR**



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Marilyn Jilary Izasiga Barturen
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	"Mejoramiento del sistema de riego por goteo en 2.00 ha de...
Nombre del archivo:	BORRADOR_DE_TESIS_MARILYN_CORREGIDO.pdf
Tamaño del archivo:	6.11M
Total páginas:	91
Total de palabras:	16,380
Total de caracteres:	77,722
Fecha de entrega:	24-abr.-2024 11:31p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2361163529



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
AGRÍCOLA



### TESIS

"Mejoramiento del sistema de riego por goteo en 2.00  
ha del fundo Jorge Chávez, distrito Cayalti,  
Lambayeque"

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

Autor (es):

Bach. Izasiga Barturen Marilyn Jilary

Revisor:

Ing. M. Sc. Juan Vicente Hernández Alvarado

Lambayeque - Perú

2024