



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniera Agrícola

DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), EN LA PARROQUIA LOS ENCUENTROS, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE.

Trabajo de Titulación previo a la obtención
del Título de Ingeniera Agrícola

AUTORA:

Cristina Judith Armijos Jiménez

DIRECTOR:

Ing. Manuel Romel Ramón Hurtado Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 24 de marzo de 2023

Ing. Manuel Romel Ramón Hurtado Mg.Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **DISEÑO DE DRENAJE PARA EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), EN LA PARROQUIA LOS ENCUEUNTROS, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE**, previo a la obtención del Título de **Ingeniera Agrícola**, de la autoría de la estudiante **Cristina Judith Armijos Jiménez**, con **cédula de identidad Nro.1950112597**, una vez que el Trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Manuel Romel Ramón Hurtado
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION

Autoría

Yo, **Cristina Judith Armijos Jiménez**, declaro ser autora del presente Trabajo Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional– Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula: 1950112597

Fecha: 28 de agosto de 2023

Correo electrónico: cristina.armijos@unl.edu.ec

Teléfono: 0985190661

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Cristina Judith Armijos Jiménez**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), EN LA PARROQUIA LOS ENCUENTROS, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE.”**, como requisito para optar por el Título de **Ingeniera Agrícola**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este Trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiocho días del mes de agosto del dos mil veintitrés.



Firma:

Autora: Cristina Judith Armijos Jiménez

Cédula: 1950112597

Dirección: Loja

Correo electrónico: cristina.armijos@unl.edu.ec

Teléfono: 0985190661

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Manuel Romel Ramón Hurtado Mg.Sc.

Dedicatoria

De todo corazón el presente Trabajo de Titulación se lo quiero dedicar de manera muy especial a mis padres Sr. Francisco Javier Armijos Hurtado y Sra. María Gudelia Jiménez Pineda, quienes con su sacrificio y entrega siempre supieron brindarme su apoyo, en los buenos y malos momentos, por sus consejos y confiar en mi capacidad; enseñándome el valor de la humildad para que cada día siga mejorando como persona.

A mis hermanos Patricio, Franklin, Dayana, Yajaira y Alexander; ya que ellos siempre me han brindado su apoyo incondicional, sin recibir nada a cambio.

A mis amigos que formaron parte de todo el ciclo académico. De igual forma a mis compañeros de clase de la carrera de Ingeniería Agrícola, ya que con esfuerzo y dedicación logramos cumplir la meta.

A mi tutor de tesis, Ing. Romel Ramon y a mis docentes, por impartir sus conocimientos.

Cristina Judith Armijos Jiménez

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Loja, de una manera fructuosa a la Carrera de Ingeniería Agrícola, a su cuerpo administrativo y docentes quienes con paciencia han compartido sus conocimientos de forma desinteresada y han sabido guiarme correctamente.

Al Ing. Romel Ramon por su guía y enseñanzas que ha compartido durante la realización del proyecto de investigación, al Ing. Diego Chamba por sus aportes al desarrollo del Trabajo.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional brindado toda la vida y por el sacrificio para darme la educación.

A mis amigos y compañeros de clase que me acompañaron y con quienes compartimos muchos momentos apreciados.

Cristina Judith Armijos Jiménez

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xii
Índice de anexos	Xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstrac	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	7
4.1. Proceso productivo	7
4.2. El plátano.....	7
4.2.1. Proceso productivo del plátano	8
4.2.1.1. Preparación del Terreno.....	8
4.2.1.2. Siembra.....	9
4.2.1.3. Manejo del cultivo	10
4.2.1.4. Fertilización	11
4.2.1.5. Control de plagas y enfermedades.....	11
4.2.1.6. Cosecha.....	12
4.2.2. Manejo de drenaje.....	13
4.3. Componentes de un sistema de drenaje subsuperficial.	14

4.4.	Diseño de un sistema de drenaje	15
4.4.1.	Análisis pluviométrico	15
4.4.2.	Estudio de campo	16
4.4.3.	Estudio topográfico	16
4.4.4.	Estudio de nivel freático	16
4.4.4.1.	Pozos de observación de la capa freática.....	16
4.4.4.2.	Piezómetros.	17
4.4.4.3.	Mapas freáticos.....	18
4.4.4.3.1.	Mapa de isohipsas.....	18
4.4.4.4.	Hidrogramas	18
4.4.5.	Propiedades físicas del suelo	19
4.4.6.	Espaciamiento entre drenes.....	19
4.4.6.1.	Formula de Jenab.....	20
4.4.6.2.	Porosidad	23
4.4.6.3.	Porosidad drenable	23
4.4.7.	Descarga máxima de diseño.....	24
5.	Metodología.....	26
5.1.	Localización	26
5.2.	Características climáticas del lugar de estudio.....	26
5.3.	Materiales	27
5.3.1.	Materiales de campo	27
5.3.2.	Materiales de oficina.....	27
5.4.	Metodología para el primer objetivo:.....	27
5.4.1.	Encuesta	27

5.4.2.	Proceso productivo del plátano	28
5.5.	Metodología para el segundo objetivo	28
5.5.1.	Topografía del terreno.....	29
5.5.2.	Análisis de datos pluviométricos	29
5.5.3.	Estudio de suelo	30
5.5.3.1.	Perfil del suelo	30
5.5.3.2.	Análisis de suelo.....	31
5.5.3.3.	Espacio poroso drenable	31
5.5.3.4.	Parámetros y criterios de diseño	31
5.5.4.	Estudio del nivel freático	32
5.5.4.1.	Instalación de pozos de observación	32
5.5.4.2.	Conductividad hidráulica.....	32
5.5.4.3.	Mapas de Isohypsas	34
5.5.4.4.	Hidrogramas de los pozos de observación	34
5.5.5.	Diseño de sistema de drenaje.....	34
5.5.5.1.	Características del cultivo.....	34
5.5.5.2.	Cálculo de espaciamiento entre drenes.....	34
5.5.5.3.	Caudal máximo de diseño.....	36
5.5.5.4.	Canal colector	36
5.5.5.5.	Planos constructivos y presupuesto	37
6.	Resultados.....	38
6.1.	Resultados primer objetivo:	38
6.1.1.	Análisis de la encuesta socioeconómica	38
6.1.2.	Proceso productivo del plátano	41

6.2.	Resultados segundo objetivo:.....	43
6.2.1.	Topografía.....	43
6.2.2.	Análisis de datos pluviométricos	44
6.2.2.1.	Intensidad de lluvia.....	44
6.2.3.	Estudio de suelo	44
6.2.3.1.	Perfil del suelo.....	44
6.2.3.2.	Análisis de suelo.....	46
6.2.3.3.	Espacio poroso drenable	46
6.2.3.4.	Parámetros y criterios de diseño.....	47
6.2.4.	Estudio del nivel freático	47
6.2.4.1.	Conductividad hidráulica.....	47
6.2.4.2.	Mapa de isohypsas.....	47
6.2.4.3.	Hidrogramas	48
6.2.5.	Diseño del sistema de drenaje.....	52
6.2.5.1.	Espaciamiento entre drenes	52
6.2.5.2.	Descarga máxima de diseño	53
6.2.5.3.	Canal colector	54
6.2.5.4.	Plano	55
6.2.5.5.	Costos de implementación.....	57
7.	Discusión.....	58
7.1.	Resultados primer objetivo.....	58
7.1.1.	Estudio socioeconómico	58
7.1.2.	Proceso productivo del plátano.....	59
7.2.	Resultados segundo objetivo.....	60

7.2.1.	Topografía.....	60
7.2.2.	Análisis de datos pluviométricos e intensidad de lluvia.	60
7.2.3.	Perfil del suelo	60
7.2.4.	Espacio poroso drenable	61
7.2.5.	Parámetros y criterios de diseño	62
7.2.6.	Conductividad hidráulica	62
7.2.7.	Estudio de nivel freático	62
7.2.8.	Diseño de sistema de drenaje	63
8.	Conclusiones.....	65
9.	Recomendaciones.....	67
10.	Bibliografía.....	68
11.	Anexos.....	72

Índice de tablas:

Tabla 1.	Labores culturales para el cuidado del plátano.....	10
Tabla 2.	Características físicas del suelo para el diseño de un sistema de drenaje.....	19
Tabla 3.	Tabla de número de datos de α_y , μ_y	30
Tabla 4.	Pendiente admisible en función del tipo de suelo.....	32
Tabla 5.	Clasificación de conductividad hidráulica, según su rapidez de su movimiento...33	
Tabla 6.	Dimensiones actuales del canal principal.	37
Tabla 7.	Lugar de procedencia.....	39
Tabla 8.	Actividad económica.	39
Tabla 9.	Tenencia de la tierra.....	40
Tabla 10.	Tamaño de las parcelas.	41
Tabla 11.	Destino de la producción.	41
Tabla 12.	Producción.	41
Tabla 13.	Precipitación media del Barrio Las Vegas.....	44
Tabla 14.	Características del perfil del suelo.	45
Tabla 15.	Características hidrofísicas	46
Tabla 16.	Parámetros y criterios de diseño.	47
Tabla 17.	Resultados de espaciamiento entre drenes.....	53
Tabla 18.	Caudal máximo de cada dren secundario del Dren colector N°1.	54
Tabla 19.	Caudal máximo de cada dren secundario del Dren colector N°2.	54
Tabla 20.	Diseño de canales colectores	55
Tabla 21.	Costos para la implementación de un sistema de drenaje para la finca.	57

Índice de figuras:

Figura 1. Sistema de trazado en cuadro para plantas de plátano.	9
Figura 2. Sistema de trazado en rectángulo para plantas de plátano.	9
Figura 3. Sistema de trazado en triángulo para plantas de plátano.	9
Figura 4. Sistema de trazado con curvas a nivel para plantas de plátano.	9
Figura 5. Diagrama de un pozo para la observación del nivel freático.	17
Figura 6. Piezómetros.	18
Figura 7. Formula de Jenab.....	22
Figura 8. Nomograma.....	23
Figura 9. Esquema de un lateral con tuberías aterradas.....	25
Figura 10. Mapa de ubicación de la Zona de estudio.	26
Figura 11. Esquema de espaciamiento entre drenes.	35
Figura 12. Población del barrio Las Vegas.....	38
Figura 13. Distribución etaria del barrio Las Vegas.....	39
Figura 14. Uso de suelo.	40
Figura 15. Topografía de la zona de estudio.....	43
Figura 16. Mapa de Isohipsas de los niveles freáticos.....	48
Figura 17. Nivel freático de pozo de observación N°1.....	49
Figura 18. Nivel freático de pozo de observación N°2.....	49
Figura 19. Nivel freático de pozo de observación N°3.....	50
Figura 20. Nivel freático de pozo de observación N°4.....	51
Figura 21. Nivel freático de pozo de observación N°5.....	51
Figura 22. Nivel freático de pozo de observación N°6.....	52
Figura 23. Esquema de resultados de espaciamiento entre drenes.	53

Figura 24. Plano de diseño de Drenaje Sector 1.....	56
Figura 25. Plano de diseño de Drenaje Sector 2.....	56

Índice de anexos:

Anexo 1. Encuesta	72
Anexo 2. Resumen de datos hidrológicos.....	74
Anexo 3. Intensidad de la lluvia	77
Anexo 4. Conductividad hidráulica	78
Anexo 5. Nomogramas para determinar la conductividad hidráulica (C1, C2 Y Co).....	79
Anexo 6. Perfil del suelo	80
Anexo 7. Pozos de observación	81
Anexo 8. Cultivo de plátano	82
Anexo 9. Análisis de muestra de suelo N ° 1	83
Anexo 10. Análisis de muestra de suelo N ° 2	84
Anexo 11. Análisis de muestra de suelo N ° 3	85
Anexo 12. Datos de pozos de observación	86
Anexo 13. Análisis de precios unitarios (Rubros del diseño de drenaje).	98
Anexo 14. Certificado de traducción de resumen.....	103

1. Título

**DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE PARA EL CULTIVO DE
PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), EN LA PARROQUIA LOS
ENCUENTROS, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA
CHINCHIPE.**

2. Resumen

El presente Trabajo de investigación tuvo como finalidad “Diseñar un sistema de drenaje agrícola para el cultivo de plátano en la parroquia Los Encuentros, de la provincia de Zamora Chinchipe” en el sector Las Vegas, con el fin de incrementar la producción mediante prácticas adecuadas de manejo de la humedad del suelo. Para el desarrollo del proyecto, se realizó un estudio socioeconómico del proceso productivo del plátano enfocado en los problemas de Drenaje del sector. Para el levantamiento de información, se basaron en indicadores económicos de los principales productos agrícolas, así como en las actividades laborales llevadas a cabo y los problemas de producción existentes, etc. Además, se realizaron ensayos para determinar propiedades hidrofísicas del suelo, topografía, estudio del perfil del suelo, criterios de diseño, intensidad de lluvias, etc. Con el fin de determinar el nivel freático, se instalaron 6 pozos de observación, con el objetivo de obtener datos sobre la conductividad hidráulica, el contenido y el movimiento de la humedad del suelo. El sector las Vegas representa el 36.67 % mujeres y 63.3 % hombres, la actividad económica principal es la agricultura, con el cultivo de plátano, costo de producción de racima de plátano entre 10 y 18\$, sin embargo, se observó una baja rentabilidad debido a la forma de manejo y a problemas de pudriciones del cultivo, los cuales parecen estar relacionados con el exceso de humedad en el suelo. En el área de estudio el perfil de suelo presento arcillas iluviadas (cutanes) con abundantes moteados, capa impermeable 2.5 m, profundidad del dren 1.5 m, tubería 160 mm y pendiente 1.5%, régimen de flujo uniforme, suelo homogéneo, finalmente se propone implementar un drenaje subsuperficial con dos drenes colectores, separados por un distanciamiento entre drenes de 20.04 metros por la ecuación de Jenab; el primer dren colector contará con 9 drenes laterales, el segundo dren colector contará con 6 drenes laterales. Así, se llega a la conclusión de que el sistema propuesto garantizaría la salida de agua y se evitara el encharcamiento y por ende evitar la pudrición del cultivo de plátano, lo que aumentaría el rendimiento de la producción.

Palabras clave: *Estudio socioeconómico, drenaje agrícola, nivel freático, pozos de observación.*

2.1. Abstrac

The purpose of this research work was “To design an agricultural drainage system for the cultivation of bananas in the Los Encuentros parish, of the province of Zamora Chinchipe” in the Las Vegas sector, in order to increase production through appropriate soil moisture management practices. For the development of the project, a socioeconomic study of the banana production process was carried out focused on the Drainage problems of the sector. For the gathering of information, they were based on economic indicators of the main agricultural products, as well as on the work activities carried out and the existing production problems, etc. In addition, tests were carried out to determine hydrophysical properties of the soil, topography, study of the soil profile, design criteria, intensity of rainfall, etc. In order to determine the water table, 6 observation wells were installed, with the aim of obtaining data on hydraulic conductivity, the content and movement of soil moisture. The Las Vegas sector represents 36.67% women and 63.3% men, the main economic activity is agriculture, with the cultivation of bananas, banana cluster production cost between 10 and 18 \$, however, low profitability was observed due to the way of handling and problems of crop rot, which appear to be related to excess moisture in the soil. In the study area, the soil profile presented illuviated clays (cutans) with abundant mottling, waterproof layer 2.5 m, drain depth 1.5 m, pipe 160 mm and slope 1.5%, uniform flow regime, homogeneous soil, finally it is proposed to implement a subsurface drainage with two collecting drains, separated by a distance between drains of 20.04 meters by the Jenab equation; the first collector drain will have 9 lateral drains, the second collector drain will have 6 lateral drains. Thus, it is concluded that the proposed system would guarantee the exit of water and avoid waterlogging and therefore avoid rotting of the banana crop, which would increase production performance.

Key words: *Socioeconomic study, agricultural drainage, water table, observation wells.*

3. Introducción

El drenaje agrícola consiste en eliminar los excesos de humedad en el perfil del suelo, con el fin de mantener condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo (aireación, exploración radicular y acceso de nutrientes) garantizando una buena producción. Existen dos tipos de drenajes, el drenaje superficial es la remoción de los excesos de agua que se acumulan sobre la superficie del terreno a causa de lluvias muy intensas y frecuentes, topografía muy plana y suelos poco permeables; Mientras que el drenaje subsuperficial, el problema se produce por un exceso de agua en el interior del suelo, debido a la presencia de una capa freática, la cual marca el límite entre el suelo saturado y el suelo no saturado, a una profundidad tal que restringe el desarrollo radicular (Gavilánez, 2020).

El cultivo de plátano (*Mussa paradisiaca sp., L.*), representa un importante sostén para la economía social y seguridad alimentaria del sector rural en el Ecuador, debido a que genera fuentes estables y transitorias de trabajo, además de proveer permanentemente alimentos ricos en energía. Actualmente, en el país se reportan un total de 144 981 ha de plátano, de las cuales 86 712 ha (60%) están bajo el sistema de monocultivo y 58 269 ha (40%) se encuentran asociadas con otros cultivos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, 2011). La producción del plátano en la Parroquia Los Encuentros representa el 36% de toda la producción agrícola, donde los productores producen hasta dos cortes y se termina su ciclo, los cultivos presentan pudriciones del cuello de la planta por exceso de humedad, relieve topográfico con presencia de inundaciones por la alta frecuencia de lluvias y suelos erosionados; por consiguiente, la capacidad productiva es baja. Solo alcanzan a cosechar el 60% de sus racimas de primera calidad, el 30% se mueren y el 10% son de mala calidad (Rojas, 2010). La producción agrícola de la parroquia Los Encuentros se caracteriza por su irregularidad y sistemas de producción con limitado nivel de tecnificación, como consecuencia los rendimientos por hectárea de los cultivos existentes no cubren los costos de producción (Quezada, 2019).

En el Ecuador los problemas de drenaje agrícola se evidencian principalmente por el inadecuado manejo y exceso del agua en riego o por la alta pluviosidad en algunas zonas del país (Consortio de gobiernos autonomos provinciales del Ecuador, CONGOPE, 2018) también señalan que el drenaje agrícola se ha implementado mayormente en la zona de la costa ecuatoriana, donde presenta mayor vulnerabilidad a inundaciones, debido a que los suelos están

cerca de los 0 m. s. n. m., factor al que se suma el régimen de precipitaciones, la influencia de las corrientes marinas, topografía y la presencia de fenómenos climáticos, especialmente con el “fenómeno del Niño”, el cual siempre representan en impactos negativos en la producción agropecuaria en 15 provincias. En el año 1982, afectó una superficie agrícola de 843.873 ha y a 106.388 familias de agricultores del país.

En la Sierra, existen problemas en los valles interandinos, donde se realiza la mayor parte con agricultura bajo regadío. Entre los principales problemas se presentan casos de salinización de agua y los suelos, esto debido a que se obtiene en la mayoría de los casos a la obtención del agua de acuífero libre profundo de origen salino, que al ascender a su nivel freático mediante capilaridad las sales hacia el horizonte del cultivo, provocando un deterioro del suelo agrícola y en consecuente baja de productividad (CONGOPE, 2018).

El mismo autor señala que en las provincias de la Amazonía, se presentan inundaciones de las partes bajas de una extensión de terreno amplia, debido a la alta pluviosidad de la región, niveles freáticos altos, suelos poco fértiles que están permanentemente saturados, condiciones hidrológicas, las características físicas de los suelos, relieve topográfico y el uso del suelo; dan lugar a que el agua permanezca anegada en la superficie durante un tiempo superior al que los cultivos pueden soportar.

Según el Plan provincial de riego y drenaje de Zamora Chinchipe citado por Verdugo et al. (2013), en el Cantón Yantzaza, parroquia Los Encuentros se presentan problemas de drenaje en las tierras coluvios aluviales de pendientes convexas. Los suelos presentan problemas de hidromorfismo, su régimen de humedad es ácuico “régimen de reducción en un suelo que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado con agua” (Edafologia.net, 2015), es decir que pasan saturados de agua en forma continua o permanente; presentan terrenos planos con suelos de baja infiltración, poca permeabilidad y de topografía irregular, que impiden la salida de los excesos de agua provenientes de las lluvias, dando origen a encharcamientos. Por otra parte, presentan suelos ácidos, con poca fertilidad y toxicidad de aluminio debido a la lixiviación de nutrientes por exceso de agua; por lo que, presenta serias limitaciones para la producción agrícola por el deficiente drenaje (Quishpe, 2015). Por todo ello, el proyecto pretende mejorar la producción del plátano (*Musa paradisiaca, sp., L.*); mediante la implementación de drenajes; teniendo en cuenta la caracterización el proceso productivo, estudios sobre el suelo, levantamiento topográfico, determinación de nivel freático

y la determinación de ciertas constantes hídricas del suelo relacionadas al manejo y diseño de drenaje.

Para llevar a cabo la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Diseñar un sistema de drenaje agrícola para el cultivo de plátano en la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, con el fin de incrementar la producción mediante prácticas adecuadas de manejo de la humedad del suelo.

Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso productivo del problema de drenaje existente en la plantación de plátano en el Barrio Las Vegas, parroquia Los Encuentros.
- Diseñar un sistema de drenaje y estimar los costos de la implementación a una plantación de plátano en el barrio Las Vegas, parroquia Los Encuentros.

4. Marco teórico

4.1. Proceso productivo

Espinoza (2001), define al proceso productivo como el conjunto de labores que realiza el productor rural con la finalidad de obtener un bien agrícola; incluye la práctica que se ejecuta desde la adecuación de la tierra, siembra, el control de plaga, enfermedades y maleza, cosecha y entrega final del producto. Por su lado, Sanchez (2010), señala que el proceso productivo es el volumen total obtenido de un producto del agro o el rendimiento agrícola, donde influyen la tierra, el trabajo y el capital.

Mientras que, para Vela & Marca (2007), los procesos productivos son esquemas espaciales y temporales determinados por las circunstancias biofísicas y socioculturales del medio, mediante los cuales los productores planifican y llevan a cabo su proceso productivo. En otras palabras, es el conjunto de labores que realiza un productor para obtener un bien agrícola, donde influyen factores biofísicos y socioculturales del medio.

4.2. El plátano

El plátano es la fruta tropical más cultivada y una de las cuatro más importantes en términos globales. Las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente, su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los 2.5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1.5 m en profundidad, la penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (Infoagro, 2015). El mismo autor señala que el cultivo debe estar cerca de fuentes de agua, contar con vías de acceso y buenos drenajes o posibilidad de realizarlos, el plátano es extremadamente susceptible al daño provocado por las inundaciones y a suelos continuamente húmedos o con un drenaje inadecuado.

Un buen sistema de drenaje es una de las prácticas más importantes del cultivo, aumenta la producción y la disminución de la incidencia de plagas y enfermedades. Se recomienda realizar el drenaje, cuando la capa de agua esté a menos de 40-60 cm de la superficie, aunque sea temporalmente según Infoagro (2015).

4.2.1. Proceso productivo del plátano

4.2.1.1. Preparación del Terreno

Una buena selección del terreno incide en la disminución de costo de producción, calidad de fruta cosechada, vida útil de la plantación y en la obtención de mayores beneficios económicos; para ello, se debe considerar características físico-químicas de los suelos (Marcelino et al., 2012).

Chemonics International (2010); Díaz Rivera (2014) y Marcelino et al. (2012); describen que el plátano se desarrolla bien en suelos poco profundos, de textura franco arcilloso a franco limoso, pH entre 4.5 -8, siendo el óptimo 6.5, topografía plana a ondulada con pendientes del 0-1%; la profundidad del suelo no debe ser menor a 0.8 a 1.20 m, aunque el 80-90% de sus raíces estén localizadas a los 30 cm.

Díaz (2014), señala que una buena preparación del terreno conlleva las siguientes practicas agronómicas:

Si el terreno seleccionado esta con rastrojos o enmalezado, no debe usarse maquina accionada por tractores o animales, porque apisonan el suelo. Hay que emplear herramientas manuales, machete o azadón, que ocasionen el menor daño posible al suelo, todo bajo el concepto de labranza mínima, o aplicar herbicida alrededor de los sitios señalados para la siembra.

Si los suelos se encuentran en barbecho o sembrados con pastos, se debe recurrir a prácticas de labranza mínima y manejo manual o integrado.

La siembra de plátano se debe realizar de acuerdo con la topografía del terreno:

- Terrenos planos, no hay limitaciones en cuanto a la regla espacial (cuadrado y rectangular).
- Terrenos con pendientes, se recomienda el trazo triangular o tres bolillos, siguiendo las curvas de nivel, formando franjas con especies protectoras.

Bolaños (2020), establecen la marcación de los sitios donde se plantarán los cormos de plátano, como sistemas de marcación en cuadro (Figura 1), rectángulo (Figura 2), triángulo (Figura 3) y curvas a nivel (Figura 4).

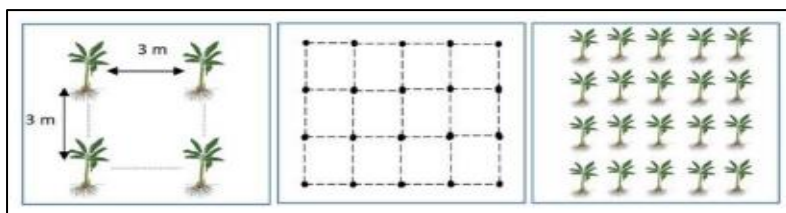


Figura 1. Sistema de trazado en cuadro para plantas de plátano.

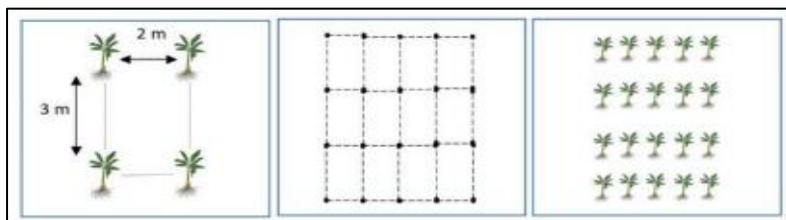


Figura 2. Sistema de trazado en rectángulo para plantas de plátano.

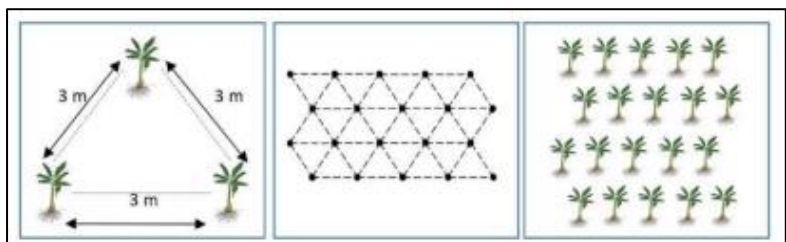


Figura 3. Sistema de trazado en triángulo para plantas de plátano.

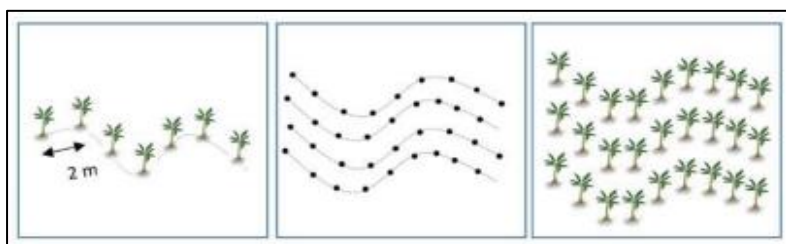


Figura 4. Sistema de trazado con curvas a nivel para plantas de plátano.

Fuente: Aranzazu (2005)

4.2.1.2. Siembra

El plátano se puede sembrar en cualquier mes o época del año. Sin embargo, los periodos más adecuados para el establecimiento de la siembra deben ser al final de la época seca o principios de la lluvia (Vela and Marca, 2007).

Este proceso se basa fundamentalmente en la selección de material de siembra, el plátano se reproduce por medio de material vegetativo denominado vulgarmente como colinos, cormos, cepas o hijos. La selección del corno debe provenir de plantaciones jóvenes, bien

manejadas, con excelente calidad de racimos y libres de problemas fitosanitarios (Chemonics, 2010).

El mismo autor, recomienda que en la extracción de los cormos se debe evitar dañar el material, por lo que es recomendable utilizar herramientas adecuadas como palines bien afilados. Las características que deben presentar es que tenga un tamaño adecuado y que sean plantas sanas, libre de plagas y enfermedades, con un estado nutricional bueno, corte y tamaño recomendado. Antes de la siembra hay que clasificar o agrupar la semilla por tamaños y luego distribuir las en la parcela de acuerdo a los tamaños.

Luego de la selección de la semilla se procede a realizar el ahoyado y preparación de los sitios que ocuparán los colinos. Los hoyos pueden ser redondos o cuadrados. Vela & Marca (2007), recomiendan que las dimensiones mínimas para terrenos sueltos deben ser de 40×40×40 cm y terrenos semicompactos de 30x30x30 cm.

4.2.1.3. Manejo del cultivo

El cultivo de plátano en cualquier clima o sistema de producción exige la realización de una serie de labores culturales representadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Labores culturales para el cuidado del plátano.

Labor cultural	Descripción	Precauciones
Deshoje	El proceso de deshoje consiste en eliminar las hojas que presentan coloración café y que al perder vigorosidad se descuelgan pendiendo del pseudotallo.	Desinfectar la herramienta al pasar de una planta a otra, para prevenir la proliferación de enfermedades. Realizar el corte con el machete hacia arriba.
Destronque	Consiste en eliminar el pseudotallo una vez que se realice la cosecha del racimo, para evitar la proliferación de plagas o enfermedades como el picudo o la bacteriosis.	Desinfectar la herramienta al pasar de una planta a otra. Aplicar un biodegradado que acelere el proceso de descomposición del material vegetal o tapanlo con suelo para evitar focos de plagas o enfermedades.
Descoline	Consiste en eliminar los colinos de la planta madre, para contribuir en la producción de racimos de mayor peso y calidad, pues de no hacerse la planta madre debe distribuir	Desinfectar la herramienta al pasar de una planta a otra. Realizar esta labor hasta los ocho meses.

Fuente: Aranzazu (2005)

4.2.1.4. Fertilización

Infoagro (2015), destaca las primeras fases de crecimiento de las plantas son decisivas para el desarrollo futuro, por tanto, recomiendan las siguientes prácticas para la fertilización del cultivo:

Es recomendable en el momento de la siembra utilizar un fertilizante rico en fósforo.

Cuando no se realiza un abonado inicial, la primera fertilización tendrá lugar cuando la planta tenga entre 3 a 5 semanas, recomendándose abonar al pie, en vez de distribuir el abono por todo el terreno, ya que esta planta extiende poco las raíces. En condiciones tropicales, los compuestos nitrogenados se lavan rápidamente, por lo tanto, se recomienda fraccionar la aplicación de este elemento a lo largo del ciclo vegetativo.

A los dos meses, es recomendable aportar urea o nitrato amónico, repitiendo el tratamiento a los 3 y 4 meses. Al quinto mes se debe realizar una aplicación de un fertilizante rico en potasio, por ser uno de los elementos más importantes para la fructificación del cultivo.

En plantaciones adultas, se seguirá empleando una fórmula rica en potasio (500 g de sulfato o cloruro potásico), distribuida en el mayor número de aplicaciones anuales, sobre todo en suelos ácidos. Se tendrá en cuenta el análisis de suelo para determinar con mayor exactitud las condiciones actuales de fertilidad del mismo y elaborar un adecuado programa de fertilización.

El uso de abonado orgánico es adecuado en este cultivo no sólo porque mejora las condiciones físicas del suelo, sino porque aporta elementos nutritivos. Entre los efectos favorables del uso de materia orgánica, está el mejoramiento de la estructura del suelo, un mayor ligamiento de las partículas del suelo y el aumento de la capacidad de intercambio.

4.2.1.5. Control de plagas y enfermedades

Vela & Marca (2007), describen como principales plagas y enfermedades a la *Sigatoka amarilla*, *gorgojo negro* y *suri de plátano*, los cuales se describen a continuación:

Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*).

- Se inicia con puntos negros pequeños.
- Esos puntos se agrupan y dan un aspecto de quemado, cuyas zonas se tornan de un color amarillento.

- Se controla mediante podas sanitarias una vez por mes, o con el uso de productos químicos.

Gorgojo negro (*Cosmopolitas sordidus*).

- Es una larva o gusano que destruye el rizoma del plátano mediante perforaciones.
- En plantas adultas se observan las 3 hojas superiores amarillentas y los racimos quedan pequeños.
- Como medidas de control se recomienda una buena preparación de semilla y la actividad del coroneo cada 2 meses.
- También se realiza el control mediante el trampeo del “Gorgojo negro”:
- Se colocan en el suelo 8 a 12 trampas por hectárea.
- Las trampas se revisan pasando un día. Si existen gorgojos se debe eliminarlos.
- Es recomendable cambiar las trampas semanalmente.

Suri del plátano: (*Castnia licus*).

- Es una larva que llega a medir 8 cm de longitud. Causa daños al seudo tallo del plátano.
- Esta larva nace de los huevos de una mariposa que deposita entre las hojas secas de las plantas que no son podadas.
- Las larvas realizan galerías en las capas externas, dirigiéndose al interior, destruyendo la zona media del tallo.
- En plantas adultas se observa la “muerte” de la hoja espada (hoja enroscada).
- El control se realiza mediante una frecuencia de podas, eliminando las hojas secas, especialmente durante los meses de setiembre a marzo, o con el uso de insecticidas específicos.

4.2.1.6. Cosecha

Según Bolaños (2020), la calidad del plátano se ve influenciada por las actividades culturales previas a la cosecha, como:

- Desflore: consiste en la remoción de las puntas florales de los dedos, con el fin de evitar la diseminación de enfermedades transmitidas por insectos y mejorar el llenado de los frutos.
- Desbacote: esta práctica consiste en la eliminación de la inflorescencia masculina con la mano o con un cuchillo desinfectado, para evitar la diseminación de enfermedades.

- Desmane: una vez formado el racimo, se recomienda la eliminación de la última mano, con el fin de que las manos que queden en el racimo ganen mayor peso y los dedos puedan adquirir mayor longitud y grosor.
- Embolse: consiste en cubrir el racimo con bolsas de polietileno con el fin de protegerlo de daños causados por insectos, pájaros, roedores y condiciones climáticas adversas. Permite además regular la temperatura del racimo, lo que favorece el llenado de los frutos, mejora el color de la cáscara y acorta el ciclo de cosecha.

El mismo autor menciona que, el momento óptimo de cosecha se evidencia al contacto visual y esto le permiten al agricultor identificar cuándo los racimos están listos para recolectar. Los más utilizados son:

- Cronológico: se refiere al tiempo transcurrido desde la floración hasta la cosecha (entre 14 y 18 semanas), el cual depende de las condiciones ambientales y el punto de madurez fisiológica, donde los racimos alcanzan su mayor peso.
- Llenado de los frutos: se evidencia cuando los dedos no presentan aristas pronunciadas.
- Color de los dedos: se presenta un cambio de color de verde oscuro a verde claro o amarillo, indicando que el racimo debe ser cosechado.
- Calibre: se mide el diámetro de los dedos, generalmente de las últimas manos del racimo, para que cumpla con las exigencias del tipo de mercado, este índice se utiliza con frecuencia para los mercados de exportación.

4.2.2. Manejo de drenaje

El drenaje, consiste en un conjunto de técnicas que permiten remover los excesos de agua y sales que se presentan en la superficie del suelo, o en la zona radicular de los cultivos para lograr un adecuado balance agua-aire y que no altere las propiedades hidrofísicas del terreno natural (Briceño et al., 2012).

La función del drenaje es eliminar el exceso de agua, facilitar la remoción de sales y evitar la desalinización de los suelos. Tales condiciones mejoran y devuelven la productividad a tierras potencialmente fértiles y que se encuentran marginadas del proceso productivo.

La construcción de drenajes se realiza para propiciar un buen desarrollo de las raíces y aumentar la disponibilidad de nutrimentos para la planta. Estos drenajes deben tener la particularidad de eliminar el exceso de humedad hasta una profundidad mínima de 1.20 a 1.50

m durante la estación lluviosa, sin desfavorecer excesivamente la retención de humedad en el suelo durante la época seca (Marcelino et al., 2012).

Un buen sistema de drenaje aumenta la producción y la disminución de la incidencia de plagas y enfermedades. Se recomienda realizar el drenaje, cuando la capa de agua esté a menos de 40-60 cm de la superficie, aunque sea temporalmente. Por otro lado, las consecuencias de la sequía son la obstrucción floral y foliar. La primera dificulta la salida de la inflorescencia dando por resultado, racimos torcidos y entrenudos muy cortos en el raquis, que impiden el enderezamiento de los frutos. La obstrucción foliar provoca problemas en el desarrollo de las hojas (Vela and Marca, 2007).

La realización de drenajes también reducen la humedad relativa, por ende, el desarrollo de patógenos, por lo que no se ve afectada la emisión foliar de las plantas (Bolaños, 2020).

4.3. Componentes de un sistema de drenaje subsuperficial.

Un sistema de drenes subsuperficiales tiene como objetivo fundamental el control de la profundidad de la tabla de agua, de forma tal, que el balance de aguas y sales dentro de la zona radicular sea el óptimo para los requerimientos del cultivo, en una condición de suelos y clima específico autor, año.

Para lograr este objetivo, un sistema de drenes subsuperficiales consta fundamentalmente de tres tipos de drenes: laterales, colectores y dren principal. Los drenes laterales generalmente se disponen paralelos unos a otros y tienen como misión principal el control de la profundidad de la napa. Los drenes colectores, aunque eventualmente también drenan el terreno adyacente, su misión fundamental es transportar el agua extraída por los laterales hasta el dren principal donde se produce la descarga del sistema. El dren principal, que puede ser artificial o natural (río, estero, otro.), es el que en definitiva recoge los excedentes provenientes de varios sistemas (Ortegón, 2004a).

La relación entre laterales y colectores puede ser simple o compuesta. Se entiende por una red simple cuando laterales de tubo descargan en colectores zanja. Se entiende por una red compuesta cuando laterales de tubo o zanja descargan en colectores de tubo o zanja, respectivamente. La primera forma de diseño (tubo- zanja) es utilizada frecuentemente por las ventajas que tiene en el mantenimiento (Ortegón, 2004).

4.4. Diseño de un sistema de drenaje

En el diseño de un sistema de drenaje deben considerarse factores edafológicos tales como: la topografía, textura y estructura de suelos, porosidad total y efectiva, capacidad de retención de agua (microporosidad), y en especial la permeabilidad de los diferentes estratos que permiten determinar la presencia de capas impermeables o poco permeables que influyen en forma decidida en la altura del nivel freático dentro del perfil (Mendoza, 2008; Yaguana, 2020).

Yaguana (2020), establece que para un diseño apropiado es necesario hacer una serie de estudios, que permitan tomar las decisiones adecuadas, entre los parámetros a considerar son:

Como información general, se requieren planos de la finca que aporten datos relacionados con el área ocupada, su parcelación, distribución de la red de drenajes existentes, topografía; estudios anteriores relacionados al suelo de la zona que permitan establecer datos geohidrológicos; registros de las observaciones de aguas subterráneas; ubicación de la finca; localizar los puntos donde se presentan excesos de agua, indicar las causas de tales excesos; cultivo; tiempo de drenaje; lapso de inundación que el cultivo tolera, sin reducir su producción; e historial de la finca en cuanto a riego y drenaje.

4.4.1. Análisis pluviométrico

El análisis pluviométrico es vital para determinar las lluvias críticas que produce la descarga máxima. El componente hidrológico dentro del diseño de los sistemas de drenaje superficial hace mención fundamentalmente a la relación lluvia – escorrentía, dejando en un segundo plano al movimiento del agua subterránea por ser relativamente lento, dado que su influencia en los caudales totales que se deben evacuar es insignificante. La escorrentía es el exceso de agua que escurre en los sistemas superficiales, proviene de la lluvia como una parte de ella; pues los otros elementos que también deben descontarse de esta última corresponden a las fracciones que representan a la evapotranspiración de los cultivos y a la infiltración en el suelo, los cuales son regulados por la relación suelo – cobertura (Gavilánez, 2020).

4.4.2. Estudio de campo

Según Mendoza, (2008), “Los estudios de campo incluyen el estudio topográfico, el plano con curvas de nivel y área de la finca; propiedades físicas del suelo, nivel freático, infiltración, conductividad hidráulica y calidad del agua”.

4.4.3. Estudio topográfico

Uno de los elementos esenciales que se utiliza para diseñar la red de drenajes; permite conocer la zona para diseñar y ubicar sitios de importancia que faciliten el drenaje natural. Por medio de este estudio se deben fijar los cauces existentes, alturas, depresiones, cambios de pendiente que influyen en el flujo y la velocidad del agua (Mendoza, 2008).

4.4.4. Estudio de nivel freático

4.4.4.1. Pozos de observación de la capa freática

Para observar la profundidad del nivel freático se puede abrir un pozo de observación como el de la Figura 5, para el sector agronómico es importante conocer la capa freática de la zona con el objetivo de sugerir mejores y adecuados sistemas de drenajes y diseños de campo. Es importante implantar pozos de observación en la agricultura a una profundidad de 1,8 a 2 metros o depende del tipo de suelo. Para saber a qué altura se encuentra el nivel freático, es preferible instalar varios pozos de observación que cubra toda el área interesada, y así tener una mejor toma de datos de toda la zona (Yaguana, 2020).

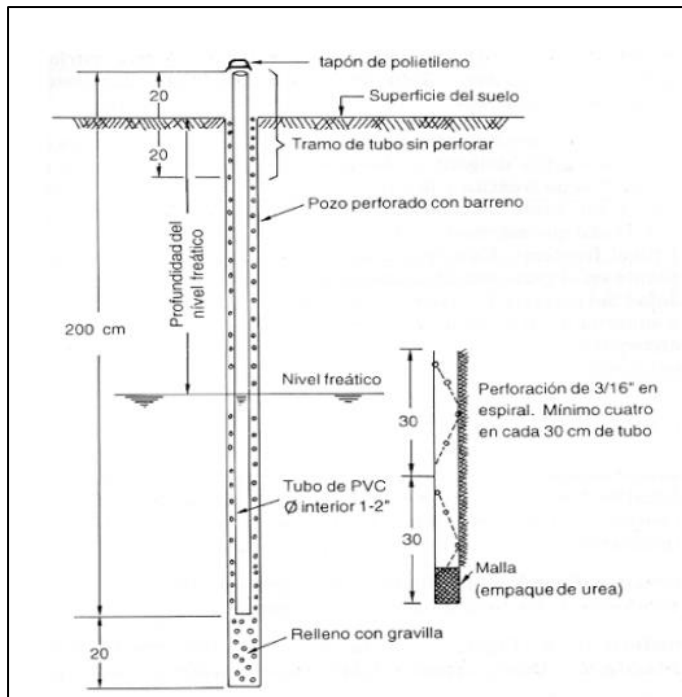


Figura 5. Diagrama de un pozo para la observación del nivel freático.

Fuente: Yaguana, (2020)

4.4.4.2. Piezómetros.

La instalación de un piezómetro puede ser múltiple en una sola perforación, debido a que tienen varios propósitos, como la observación de uno o varios acuíferos, cada uno de los acuíferos tienen diferentes características, su lectura en el transcurso del tiempo puede ser distinta, registran datos de dos tipos distintos de cronología hidrogeológica. Los piezómetros como se muestra en la Figura 2 pueden ser de PVC o de acero laminado, los primeros son más económicos y los segundos se los recomienda para grandes profundidades (Gavilánez, 2020; Zambrano et al., 2003).

Funciones

- Medir el nivel freático y/o piezómetro, del agua.
- Conocer las características hidrodinámicas del acuífero.
- Clasificación del agua.
- Toma de muestra de calidad del agua.

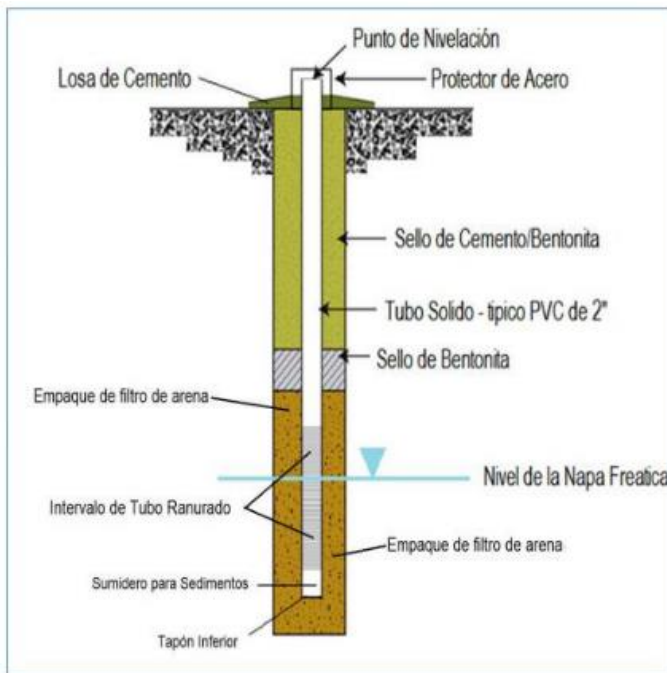


Figura 6. Piezómetros.

Fuente: Yaguana, (2020)

4.4.4.3. Mapas freáticos

Los mapas freáticos se elaboran con la recolección de datos obtuvimos en los pozos de observación o de los piezómetros.

4.4.4.3.1. Mapa de isohipsas

También se los denomina planos isohypsas, para construir estos mapas se necesita un plano topográfico donde se sitúan los piezómetros, se debe tomar en cuenta la carga hidrostática de cada pozo y con esos datos se trazan las curvas de igual nivel a equidistancia que pueden ir de 0.50m a 1.00m entre línea y línea.

4.4.4.4. Hidrogramas

Es un gráfico en el que se relaciona la profundidad del nivel freático, el cual permite identificar las tasas de ascenso y descenso y los periodos críticos respecto a la variación en el tiempo, en comparación con otros factores que influyen en el balance hidrológico como precipitación (Velasquez, 2016).

4.4.5. Propiedades físicas del suelo

Las características físicas de los suelos (Tabla 2), en su mayoría, tienen diversos grados de relación con el drenaje, tanto en el diseño de su sistema como el método a emplear.

Tabla 2. Características físicas del suelo para el diseño de un sistema de drenaje.

Característica	Concepto
Textura	La propiedad más influyente en el drenaje es la textura de las partículas del suelo, definida ésta como un conjunto relativo de partículas de diferente tamaño, conocidas como arena, limo y arcilla.
Estructura	La estructura de un suelo hace referencia a la forma de agrupación de las partículas básicas de arena, limo y arcilla para formar los agregados o terrones.
Densidad aparente	Es la relación que existe entre el peso de una muestra de suelo seco y su volumen, incluyendo su espacio poroso; de allí la importancia de no disturbar dicha muestra al momento de ser extraída.
Porosidad	Es el volumen total de poros que tiene el suelo.
Capacidad de campo	Es el contenido de agua que se retiene en un suelo después de ser saturado con agua. La capacidad de campo se valora por el porcentaje en volumen de agua existente con respecto al suelo seco.
Punto de marchitez permanente	Es el potencial hídrico del suelo más negativo al cual las hojas de las plantas no recobran su turgencia. En efecto, el valor del PMP depende de las condiciones climáticas del suelo y de la conductividad hidráulica.
Conductividad hidráulica	Es un parámetro esencial para el estudio y diseño de los sistemas de drenaje de los suelos agrícolas. Es una medida hidrodinámica presente en el flujo de agua subterráneo, de allí que sea un valor decisivo en el cálculo del distanciamiento entre drenes
Nivel freático	Es la altura física que tiene una columna de agua, y nivel piezométrico, como la altura o nivel que tendría el agua si se dejara subir o bajar.

Fuente: Gavilánez, (2020).

4.4.6. Espaciamiento entre drenes

El distanciamiento de los drenes está condicionado por factores físicos, climáticos y de fluctuación del nivel freático, y tienen como función bajar la tabla de agua a los niveles preestablecidos. Las fórmulas se basan en los principios del flujo de agua subterránea, en el cual que se consideran constantes hídricas de los suelos tales como: conductividad hidráulica de los diferentes estratos, profundidad de la capa impermeable y el espacio poroso drenable, así como también los requerimientos de la profundidad de la capa freática y la recarga (Villón, 2007).

Así mismo, menciona que en los criterios de drenaje se debe analizar el problema, diagnosticarlo y emprender una solución.

El punto de partida para establecer los criterios de drenaje es el conocimiento del régimen de flujo, el cual, dependiendo de la velocidad de recarga y descarga, puede ser permanente o no permanente. Aun cuando ambos puedan existir, el régimen es en esencia no permanente, ya que, para cierta capacidad de descarga, existe una recarga que de hecho es variable.

En zonas regables y en aquellas en que las precipitaciones son de gran intensidad, no se justifica la suposición de una recarga constante. Para resolver el problema de flujo en estas condiciones, se debe utilizar soluciones para el régimen no permanente.

4.4.6.1. Formula de Jenab.

Villón (2007), plantean la ecuación de Jenab para el régimen no permanente o variado, con las siguientes consideraciones:

- El suelo es homogéneo.
- El flujo es horizontal y radial, para lo cual hace uso del estrato equivalente de Hooghoudt.
- La fórmula se basa en la solución de la llamada ecuación del flujo de calor.
- La solución de la ecuación describe el descenso, de la capa freática, en función del tiempo, del espaciamiento entre drenes y de las propiedades del suelo.

La fórmula de Jenab, se expresa:

$$L = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{4tKDh}{\phi}}$$

ó

$$L = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{4tk}{\phi} \left(d + \frac{ho + ht}{4} \right)}$$

$$Dh = d + \frac{ho + ht}{4}$$

$$d = \frac{D}{\frac{8}{\pi} * \frac{D}{L} \ln\left(\frac{D}{p}\right) + 1}$$

Donde:

L = espaciamiento de drenes, m.

K = conductividad hidráulica, m/día.

D_h = espesor del estrato donde ocurre el flujo horizontal, m.

d = estrato equivalente de Hooghoudt.

D = profundidad desde el nivel del agua en los drenes hasta el estrato impermeable.

h_o = altura inicial sobre el nivel de los drenes, producido por la recarga instantánea, m.

h_t = altura sobre el nivel de los drenes, al cabo de un tiempo t , m.

t = tiempo necesario, para que el agua baje de una posición h_o , a la posición h_t , días.

C = valor que se obtiene del nomograma de la figura 8, en función de $D(U_n) = h_t/h_o$; que a su vez representa la función del drenaje

\emptyset = espacio poroso drenable, porosidad drenable, porosidad efectiva, coeficiente de almacenamiento.

p = perímetro mojado del dren, m.

En la Figura 7 se puede observar la solución gráfica de la fórmula de Jenab, la cual representa la recarga, altura sobre el nivel de los drenes al cabo de un tiempo, altura inicial sobre el nivel de los drenes y profundidad desde el nivel de agua en los drenes hasta el estrato impermeable, por consiguiente, representa el nivel de agua que va a bajar en un tiempo, requerido para el tipo de cultivo.

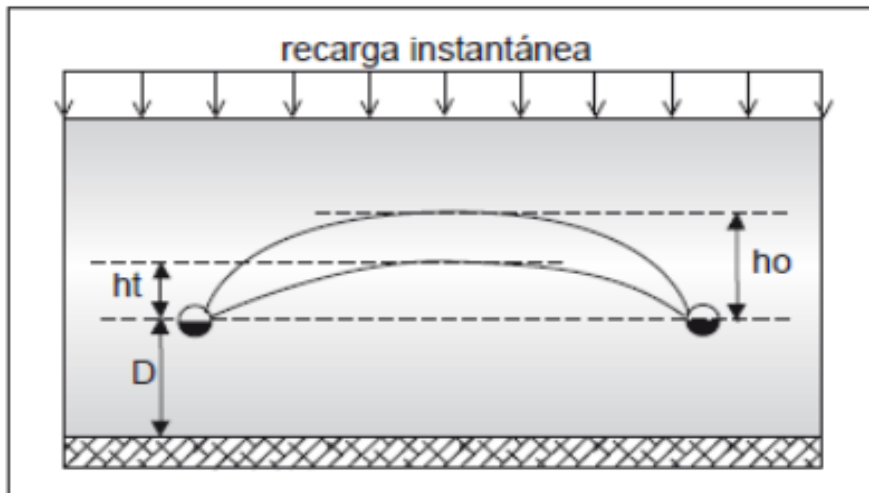


Figura 7. Formula de Jenab.

Fuente: Villon, (2007)

En la Figura 8 se observa nomograma, en función de la profundidad desde el nivel de agua en los drenes hasta el estrato impermeable, a su vez de la altura inicial sobre el nivel de los drenes y altura sobre el nivel de los drenes; la cual representa la función del drenaje (Villón, 2007).

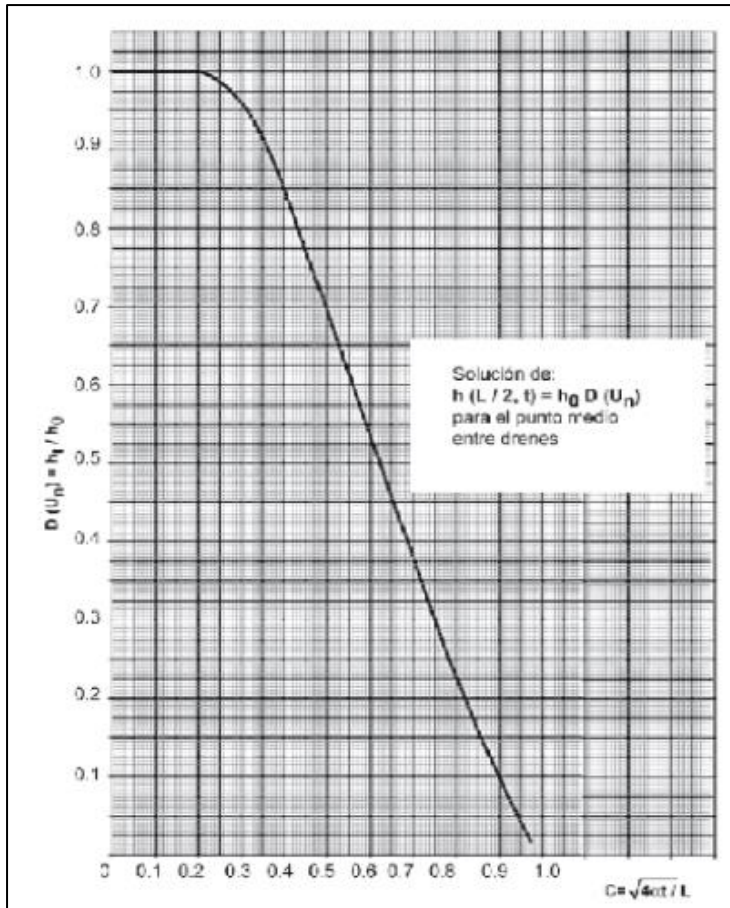


Figura 8. Nomograma.

Fuente: Villon, (2007)

4.4.6.2. Porosidad

La porosidad de un terreno se define como la relación del volumen de huecos (vacíos) al volumen total del terreno que los contiene (Villón, 2007), es decir:

$$\text{Porosidad (\%)} = \frac{dr - da}{da} * 100$$

Donde

dr= densidad real

da= densidad aparente

4.4.6.3. Porosidad drenable

Villón (2007), señala que, desde el punto de vista hidrogeológico, el espacio poroso drenable, porosidad drenable, porosidad efectiva y producción específica son aplicables

solamente a acuíferos libres, mientras que el coeficiente de almacenamiento es referido a acuíferos confinados. Su valor es complementario al de porosidad drenable y como tal es adimensional. Tal cual:

$$S + S_r = \eta$$

Donde

n= porosidad total (%)

S= porosidad drenable (%)

S_r= retención específica (%)

4.4.7. Descarga máxima de diseño

El primer paso para el diseño hidráulico de un lateral (Figura 9), es calcular el caudal que ha de descargar, mediante la siguiente fórmula:

$$Q_d = q * A$$

Donde

Q_d= caudal máximo de diseño, en m³/día

q= descarga específica máxima, en m/día

A= L*L_d área drenada por cada lateral, en m²

L= espaciamiento entre drenes, en m

L_D= longitud del dren, en m

En la figura 9 se observa un esquema de la descarga de los canales principales, los cuales a su vez están conectados con los laterales de drenaje.

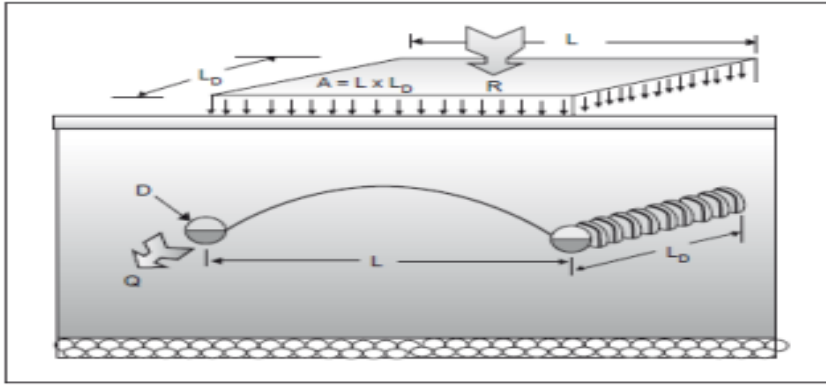


Figura 9. Esquema de un lateral con tuberías aterradas.

Fuente: Villon, (2007)

Si las condiciones del flujo de agua al dren son de régimen permanente, la descarga específica máxima q , coincide con el valor de la descarga seleccionada de acuerdo a la norma de drenaje R , es decir:

$$q=R$$

Si el flujo es en régimen no permanente (variable), la descarga específica máxima, debe corresponder con la posición más alta de la tabla de agua, es decir con la carga hidráulica máxima (h_0)

La longitud máxima de los drenes laterales depende de:

- Pendiente del dren y su relación con la del terreno
- Profundidad máxima de salida del contenedor
- La dimensión del terreno

5. Metodología

5.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el barrio Las Vegas, parroquia Los Encuentros, provincia de Zamora Chinchipe perteneciente a la comunidad Shuar Masuk Las Vegas; localizado a 1,7 km al sur de la cabecera parroquial de Los Encuentros, en las siguientes coordenadas UTM:

- Zona geográfica: 17S
- Latitud E: 763028 m
- Longitud N: 9583746 m
- Altitud: 822 m s.n.m.

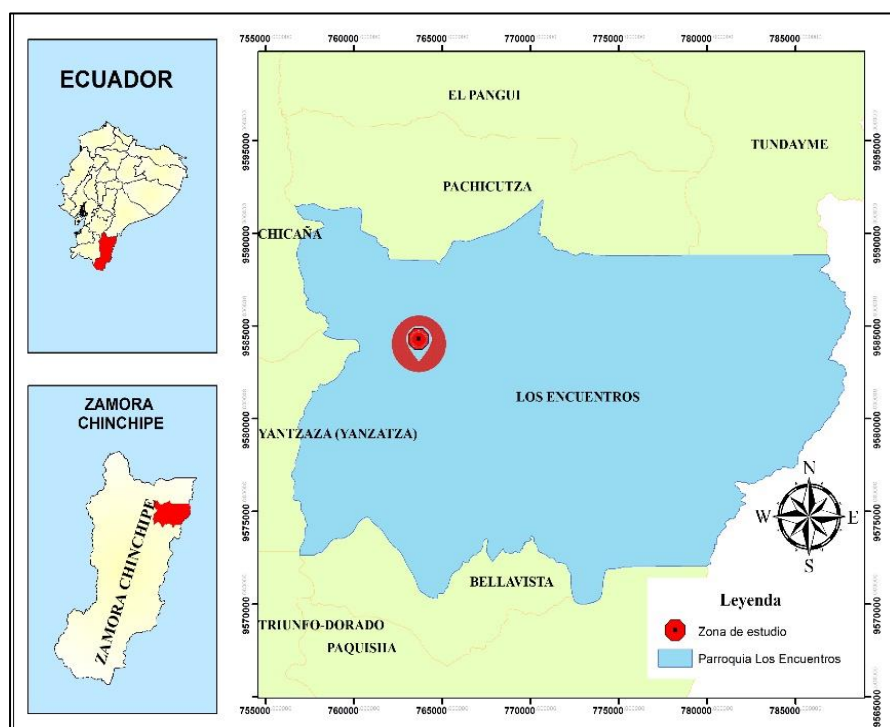


Figura 10. Mapa de ubicación de la Zona de estudio.

Elabora: Autora

5.2. Características climáticas del lugar de estudio

Según Verdugo et al. (2013), mencionan las condiciones climáticas de la parroquia Los Encuentros corresponde a un clima cálido húmedo, posee una evapotranspiración potencial entre un rango de 1 100 mm a 1 150 mm, la precipitación media anual media de 407.8 mm/día, la temperatura oscila de 16 – 18 °C en la zona alta y de 23 – 24 °C zona baja.

5.3. Materiales

5.3.1. Materiales de campo

- Libreta
- Barreno
- Cinta métrica
- Tabla Munsell
- Tubos PVC 2 mm y tapones
- Herramientas manuales (pala, barreta, lampa, etc.)
- Estación topográfica total
- Estacas

5.3.2. Materiales de oficina

- Computadora portátil
- Softwares topográficos y diseño de drenaje
- Anuarios meteorológicos del INAMHI
- Esferos gráficos y marcadores
- Calculadora
- Libreta de campo

5.4. Metodología para el primer objetivo:

“Caracterizar el proceso productivo del problema de drenaje existente en la plantación de plátano en el Barrio Las vegas, parroquia Los Encuentros”.

Para la obtención de resultados del primer objetivo se inició con la aplicación de encuestas (Anexo 1), según el Plan de ordenamiento territorial (2019-2023), el barrio abarca 103 productores de plátano en toda la cabecera parroquial, por ende se procedió a determinar una muestra a investigar, con el propósito de obtener información socioeconómica referente a la actividad económica, producción agrícola, grupos etarios, etc.; y conocer el proceso productivo del problema de drenaje existente en las plantaciones plátano.

5.4.1. Encuesta

Una vez obtenidos los datos de la población a investigar, se determinó el tamaño de la muestra para el estudio socioeconómico, considerando la formula establecida por López & Ramón (2013):

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * P * Q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza (1.96)

P = Probabilidad de Éxito (0.50)

Q = Probabilidad de Fracaso (0.50)

N = Población

e= Error Estándar (5%)

$$N=103$$

$$n = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5 * 103}{(103 - 1) + 0.05^2 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n= 96 \text{ encuestas}$$

Luego de haber aplicado las encuestas a los productores se procedió a sintetizar la información, utilizando hojas de cálculo, para su posterior análisis en tablas y figuras.

5.4.2. Proceso productivo del plátano

Para conocer el proceso productivo, se procedió a realizar un estudio de caso; con el fin de conocer los problemas de drenaje en el proceso productivo del plátano en el Barrio Las Vegas; para lo cual se realizó una entrevista a un productor, que consistió en levantar información y tener percepción de los criterios del productor sobre el ciclo de cultivo, labores culturales, cosechas y comercialización; además de conocer sus perspectiva de los problemas que afectan la producción por excesos de humedad en los cultivos (centrándose en el cultivo de plátano).

5.5. Metodología para el segundo objetivo

“Diseñar un sistema de drenaje a una plantación de plátano en el barrio Las Vegas, parroquia Los Encuentros y estimar los costos de la implementación”.

Se determinaron los siguientes parámetros:

5.5.1. Topografía del terreno

Para conocer la topografía del terreno se obtuvo las coordenadas de un punto de partida y se las ingreso en la estación total, posteriormente se hizo el levantamiento cada 10 metros en toda el área de estudio, levantamiento del canal existente, toma de puntos para la instalación de 6 pozos de observación, posteriormente se realizó el plano con la ayuda de un software de dibujo de diseño.

5.5.2. Análisis de datos pluviométricos

Se requirió conocer la precipitación máxima media que se produce en la zona de estudio, para esto se tomaron datos de precipitación máxima en 24 horas de 10 años. La información de precipitaciones máximas se obtuvo de los anuarios meteorológicos del INHAMI de las estaciones meteorológicas del Pangui, Yantzaza y Paquisha.

Coras (2006), recomienda en su estudio determinar la distribución de la lluvia mediante la ecuación de Gumbel:

$$F(x) = e^{-e^{-(x-u)/\alpha}}$$

Siendo:

$$\alpha = S_x / \sigma_y$$

$$u = \mu - \mu_y * \alpha$$

$f(x)$ = probabilidad que se presente un valor igual o menor que x

e = base de los logaritmos neperianos

μ = media aritmética de la muestra

S_x = desviación estándar de la muestra

α_y, μ_y = obtenida de la Tabla 3 adjunta, según el número de datos de muestra

Tabla 3. Tabla de número de datos de αy , μy .

N° datos	μy	αy	N° datos	μy	αy
10	0.4952	0.9496	60	0.5521	1.1745
15	0.5128	1.0206	65	0.5535	1.1803
20	0.5236	1.0628	70	0.5548	1.1854
25	0.5309	1.0914	75	0.5559	1.1898
30	0.5362	1.1124	80	0.5569	1.1938
35	0.5403	1.1285	85	0.5578	1.1974
40	0.5436	1.1413	90	0.5586	1.2007
45	0.5463	1.1518	95	0.5593	1.2037
50	0.5485	1.1607	100	0.5600	1.2065
55	0.5504	1.1682	-	-	-

Fuente: Coras (2006)

Mediante las expresiones anteriores se calculó la frecuencia a partir del valor de x , es decir, calcular con qué frecuencia (o periodo de retorno) se presenta un cierto caudal o precipitación.

Para solucionar el caso inverso (que precipitación se producirá en cada n años) debemos despejar x , obteniendo:

$$\frac{x - u}{\alpha} = -\ln(-\ln(f(x)))$$
$$x = -\ln(-\ln(f(x))) * \alpha + \mu$$

5.5.3. Estudio de suelo

El conocimiento de las propiedades físicas de los suelos es de suma importancia el estudio del perfil de suelo, conductividad hidráulica, propiedades hidrofísicas y niveles freáticos mediante la implementación de pozos de observación, mapas de isohypsas y elaboración de hidrogramas para el área de estudio en el Barrio Las Vegas; las cuales se describen a continuación:

5.5.3.1. Perfil del suelo

Se hizo una calicata de 1.2 m de ancho, 1.2 m de largo y 1.50 de profundidad, para posteriormente realizar la descripción del perfil de suelo en base a las normas establecidas en el manual de la FAO “Guía para la descripción del perfil del suelo 2009”. La descripción del perfil se realizó en base a propiedades físicas como límites de horizontes, color, textura, estructura, determinación de la capa impermeable (con la ayuda del barreno) e identificación de la profundidad de la tabla de agua.

5.5.3.2. Análisis de suelo

Se realizó la toma de muestras no disturbadas de tres estratos del perfil de suelo, en los cuales se determinó las propiedades hidrofísicas, los parámetros a evaluar son pH, textura, capacidad de campo, punto de marchites permanente, porosidad, densidad aparente y real; mediante observaciones de campo y análisis en laboratorio.

Las muestras de suelo fueron enviadas al centro de investigación, estudios y servicios analíticos (CIESSA) “Laboratorio de aguas, suelos y alimentos” de la provincia de Loja.

5.5.3.3. Espacio poroso drenable

La determinación del espacio poroso drenable es complementario al de porosidad drenable y como tal es adimensional. Se determinó a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Porosidad (\%)} = \frac{dr - da}{da} * 100$$

$$S + Sr = \eta$$

Donde

dr= densidad real

da= densidad aparente

n= porosidad total (%)

S= porosidad drenable (%)

Sr= retención específica (%)

5.5.3.4. Parámetros y criterios de diseño

El diseño y construcción de un sistema de drenaje requirió de parámetros y criterios de diseño; tales como: profundidad del estrato impermeable, profundidad del dren, nivel freático y tiempo para drenar el agua del cultivo; además seleccionar el tipo de tubería, diámetro y pendiente.

Tabla 4. Pendiente admisible en función del tipo de suelo.

Tipos de suelo	Pendiente (S) %
Suelos sueltos	0.5-1.0
Suelos francos	1.5-2.5
Suelos arcillosos	3.0-4.5

Fuente: Villon, (2007)

5.5.4. Estudio del nivel freático

Para el estudio del nivel freático se instalaron una red de pozos de observación donde se instalará el sistema de drenaje. Se registraron datos durante un mes, antes y durante del periodo de lluvias. En los días que se producían lluvias, se registraban los datos del nivel freático tres días seguidos después de la lluvia para conocer el aumento del nivel freático de la zona.

5.5.4.1. Instalación de pozos de observación

Se instalaron 6 pozos de observación distribuidos aleatoriamente en el área de estudio. En los pozos se colocaron tubos de 1.5 m de largo por 5 cm de diámetro, en un extremo del tubo se hicieron ranuras a su alrededor, el tubo se fijó a una profundidad de 1.35 m dejando en la superficie 15 cm de tubo libre para que el agua de los alrededores del pozo entre al tubo y se prosiguió a registrar la profundidad del nivel freático de cada pozo de observación y se cubre con un tapón (Anexo 7).

Una vez instalados los pozos de observación se tomaron datos del nivel freático de un periodo de 30 días seguidos; con el fin de realizar un mapa de Isohypsas y registrar las variaciones de niveles freáticos.

5.5.4.2. Conductividad hidráulica

La conductividad hidráulica se determinaron en los pozos de observación N°5 y N°6, debido a que presento los niveles más críticos de exceso de humedad del suelo; y se determinó mediante la ecuación de suelo estratificado (Villón Béjar, 2005). El procedimiento consistió en llenar con agua el pozo de observación hasta el nivel del suelo y luego medir el tiempo de infiltración de descarga; esta medición se realizó con un flotador atado con un cáñamo, luego el flotador se colocó dentro del pozo de observación, se tomó como referencia la orilla superior del tubo, lo cual permitió tomar lectura cada dos minutos de la variación del nivel del agua; la

expresión que permite calcular la conductividad hidráulica estuvo dada por las siguientes ecuaciones:

- La conductividad hidráulica K1 de la capa superior, según el método normal mediante la ecuación (2), es decir:

$$K1 = C1 \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad (2)$$

- Calcular, a partir de los nomogramas correspondientes, los valores Co y C2, medido mediante ensayo $\Delta y/\Delta t$
- Calcular K2 con la ecuación (3):

$$K2 = \frac{C0 \frac{\Delta y'}{\Delta t'} - k1}{\frac{C0}{C2} - 1} \quad (3)$$

Donde:

K= Conductividad hidráulica, en m/día

C= Factor geométrico del pozo determinada por los nomogramas (C1, Co Y C2)

Δh = Ascenso del nivel freático durante el tiempo, en m

Δt = Tiempo de ascenso del nivel, en días

Luego los resultados son interpretados la Tabla 4, donde se muestra la clasificación de conductividad hidráulica.

Tabla 5. Clasificación de conductividad hidráulica, según su rapidez de su movimiento.

Descripción	Conductividad hidráulica m/día
Muy lento	<0.3
Lento	0.3-0.12
Moderadamente lenta	0.12-0.5
Moderada	0.5-1.5
Moderadamente rápido	1.5-3.0
Rápida	3-4-5
Muy rápida	>4.5

Fuente: Villon, (2007)

5.5.4.3. Mapas de Isohypsas

Con base en la información de los niveles del agua en los pozos de observación, se elaboró un mapa de profundidad del nivel freático; el cual permitió conocer la dirección del flujo freático y las cotas del nivel freático, restando de la cota de la superficie del terreno la profundidad del nivel freático respectivo, según lo recomendado por (Ortegón, 2004). El mapa de Isohypsas se generó a partir de la topografía de la zona de estudio con la ayuda de programas de Sistemas de Información Geografía.

5.5.4.4. Hidrogramas de los pozos de observación

El hidrograma es un gráfico que muestra para un mismo tiempo, distancias versus profundidad de la tabla de agua; y fue elaborado a lo largo de la línea de pozos de observación, tomando en cuenta la elevación de la tabla de agua que exista en el perfil del suelo.

5.5.5. Diseño de sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje dependió de: características del cultivo, espaciamiento entre drenes, caudales y longitud del dren parcelario; drenes colectores y drenajes principales de evacuación de aguas hacia la parte externa de la finca; y elaboración de planos constructivos y presupuesto del sistema de drenaje.

La determinación de los parámetros para el diseño de drenaje, fue realizado mediante la aplicación de softwares (Espadrem y Hcanales) tanto para el espaciamiento entre drenes y diseño de canales principales y parcelarios.

5.5.5.1. Características del cultivo

El cultivo de plátano, posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. La profundidad de los canales de drenaje está determinada por las propiedades físicas del suelo y la intensidad y frecuencias de las lluvias; se ha considerado para este estudio una profundidad del cultivo de 1.20 m.

5.5.5.2. Cálculo de espaciamiento entre drenes

En base a parámetros como: régimen de flujo, tipo de suelo (homogéneo o heterogéneo) y dren en el estrato superior o inferior, se recomendó usar la fórmula de Jenab, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$L = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{4tKDh}{\phi}}$$

$$D(Un) = \frac{h1}{ho}$$

$$Dh = d + \frac{h1 + ht}{4}$$

$$p = b + 4r$$

$$d = \frac{D}{\frac{8}{\pi} * \frac{D}{L} \ln\left(\frac{D}{p}\right) + 1}$$

En la figura 11 se presenta la descripción grafica de la distancia entre drenes laterales de drenaje, profundidad del nivel freático, profundidad del dren, profundidad del estrato impermeable y conductividad hidráulica, parámetros determinados con el fin de calcular el espaciamiento entre drenes.

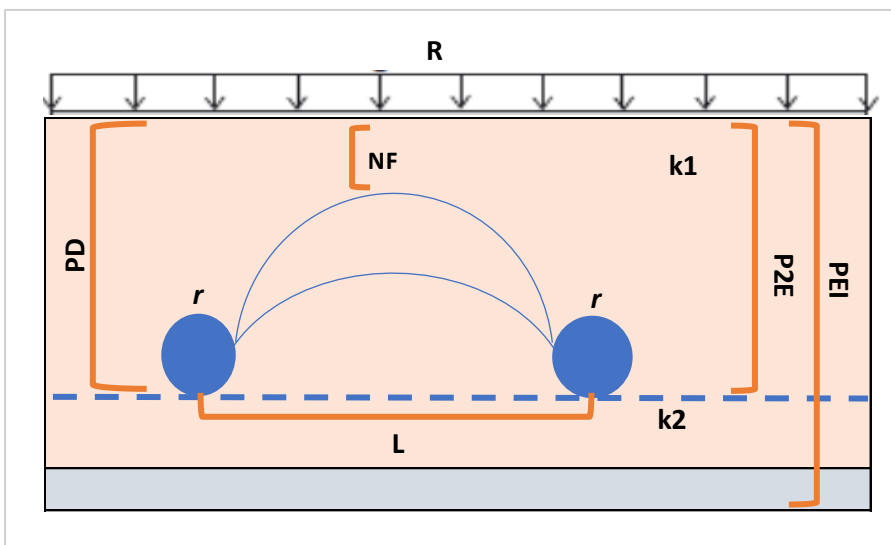


Figura 11. Esquema de espaciamiento entre drenes.

Elabora: Autora

Donde:

L = espaciamiento de drenes, m.

K = conductividad hidráulica, m/día.

Dh= espesor del estrato donde ocurre el flujo horizontal, m.

d = estrato equivalente de Hooghoudt.

D = profundidad desde el nivel del agua en los drenes hasta el estrato impermeable.

ho= altura inicial sobre el nivel de los drenes, producido por la recarga instantánea, m.

ht= altura sobre el nivel de los drenes, al cabo de un tiempo t, m.

t = tiempo necesario, para que el agua baje de una posición ho, a la posición ht, días.

Ø= espacio poroso drenable, porosidad drenable, porosidad efectiva, coeficiente de almacenamiento.

D (Un) = función de drenaje.

p = perímetro mojado del dren, m.

5.5.5.3. Caudal máximo de diseño

Para el diseño de un lateral, se calcula el caudal que ha de descargar, mediante la siguiente formula:

$$Qd = q * A$$

Donde

Qd= caudal máximo de diseño, en m³/día

q= descarga específica máxima, en m/día

A= L*Ld área drenada por cada lateral, en m²

L= espaciamiento entre drenes, en m

LD= longitud del dren, en m

5.5.5.4. Canal colector

El canal colector existente en el área de estudio es de tipo trapezoidal; en las dimensiones del canal principal se evaluó valores que se representan en la Tabla 6.

Tabla 6. Dimensiones actuales del canal principal.

Caudal	0.27 m ³ /s
Ancho de solera (b)	0.8 m
Tirante (y)	2 m
Talud (Z)	0.8 m
Rugosidad:	0.012
Pendiente (S):	0.038

Elabora: Autora

5.5.5.5. Planos constructivos y presupuesto

Se realizaron los planos constructivos del sistema de drenaje con la ayuda de un software de diseños de ingeniería y presupuesto utilizando una hoja de cálculo.

6. Resultados

6.1. Resultados primer objetivo:

“Caracterizar el proceso productivo del problema de drenaje existente en la plantación de plátano en el Barrio Las Vegas, parroquia Los Encuentros”.

Por medio del estudio socioeconómico, se pudo evidenciar la situación actual del conjunto de productores en el barrio Las Vegas, permitiendo conocer características de las unidades de producción de las familias campesinas, mediante los cuales, los productores planifican y llevan a cabo el proceso productivo.

6.1.1. Análisis de la encuesta socioeconómica

La población del barrio Las Vegas está compuesta de la siguiente manera: el 63.3% son hombres, mientras que el 36.67% son mujeres, tal como se puede apreciar en la Figura 12.

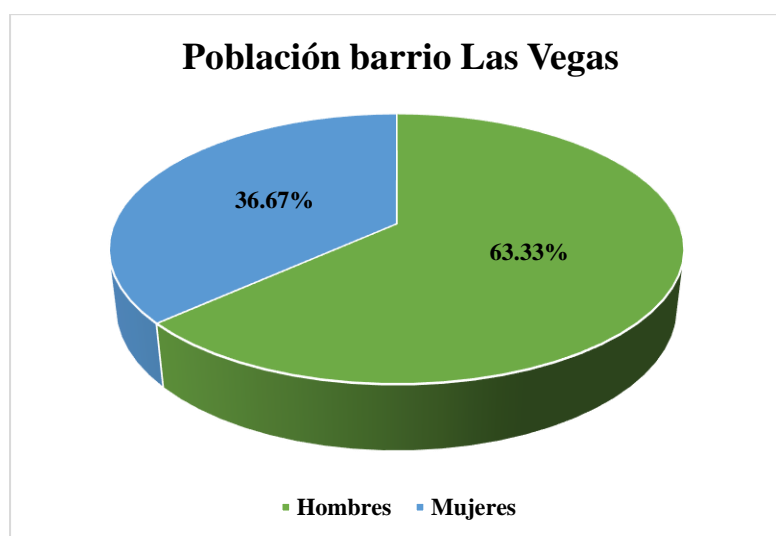


Figura 12. Población del barrio Las Vegas.

Elabora: Autora

En la Figura 13 se observa el rango etario de la población en el Barrio Las Vegas, se observa que el grupo más numeroso presenta el 40% el cual corresponde al rango que va de mayor a 55 años, población considerada adulta; de igual manera el 40% corresponde al rango que va de 1 a 14 años, grupo en el que están considerados niños y adolescentes; el 17% corresponde al rango que va de 24 a 34 años y finalmente el 3% corresponde al rango que va de 35 a 44 años, población considerada adulta. Se aprecia que el grupo que más sobresalen son la población considerada adulta y adolescentes.

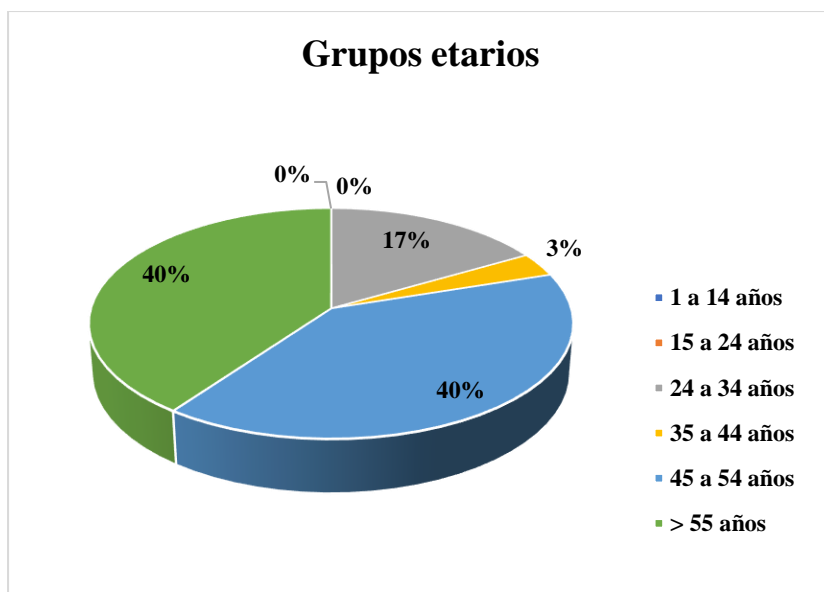


Figura 13. Distribución etaria del barrio Las Vegas

Elabora: Autora

La Tabla 7 indica el lugar de procedencia de la población, el 96.67% de los productores son nativos del lugar y el 3.3% son migrantes, lo cual demuestra que en el barrio más de la mitad de la población pertenecen a la comunidad Masuk Las Vegas.

Tabla 7. Lugar de procedencia.

Descripción	Porcentaje
Migrantes	3.33
Nativos	96.67

Elabora: Autora

En la Tabla 8 se muestra la actividad económica del barrio las Vegas; evidencian que el 90.1% realizan actividades agropecuarias como la agricultura, el 3% empleados públicos y 3% empleado privado.

Tabla 8. Actividad económica.

Descripción	Porcentaje
Actividades agropecuarias	90.1
Empleado publico	3.4
Empleado privado	6.5

Elabora: Autora

La Figura 14 muestra el uso de suelo en el barrio Las Vegas; donde el 30% de agricultores se dedican a la producción de cultivos de ciclo corto (maíz, maní y frejol), 24%

pastos, 23% cultivos perennes de los cuales sobresalen el cacao, café, plátano, yuca, banano y árboles frutales (naranja, mandarina); 15% hortalizas, 7% zonas de descanso y 1% bosques.

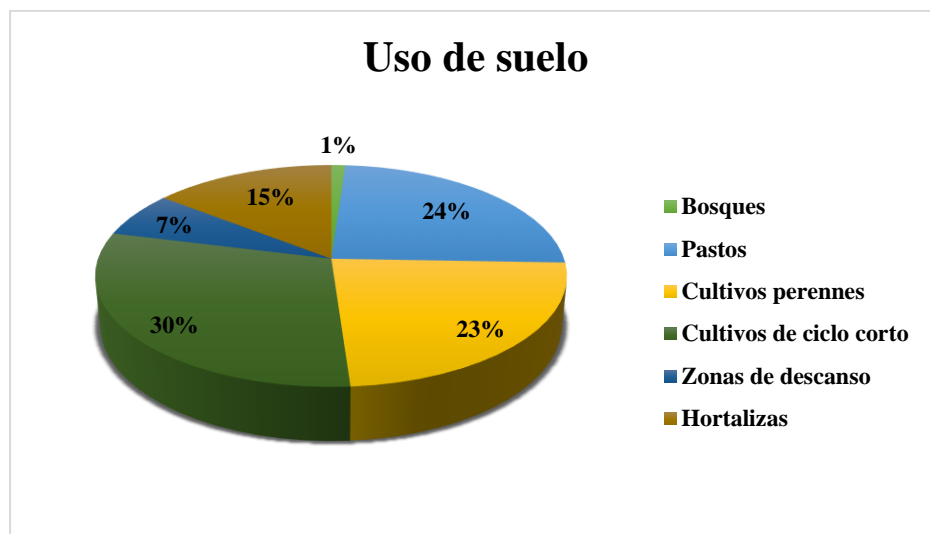


Figura 14. Uso de suelo.

Elabora: Autora

La Tabla 9 indica la tenencia de la tierra para realizar las actividades agrícolas, de lo cual, el 66.67% es terreno alquilado, 20% terreno comunitario y sólo el 13.33 % es terreno propio.

Tabla 9. Tenencia de la tierra.

Descripción	Porcentaje
Terreno comunitario	20.00
Terreno propio	13.33
Alquilado	66.67

Elabora: Autora

En la Tabla 10 se presenta el tamaño de las parcelas destinado para la producción del cultivo, el 76.67% de productores poseen terreno menor a 1 ha del cultivo y el 23.33% poseen terreno mayor a 1 ha.

Tabla 10. Tamaño de las parcelas.

Descripción	Porcentaje
Mayor 1 ha	23.33
Menor 1 ha	76.67

Elabora: Autora

En la Tabla 12 se muestra la forma de venta de la producción, donde el 50% se destina a un intermediario, el 36.67% directo y el 13.33% es destinado para el consumo propio.

Tabla 11. Destino de la producción.

Descripción	Porcentaje
Directo	36.67
Intermediario	50.00
Consumo	13.33

Elabora: Autora

La producción de plátano y sus derivados en el barrio Las vegas, se distribuye un 93.33% en la zona rural y el 6.67% en la zona urbana representados en la Tabla 12; la venta se realiza en el complejo ferial del cantón Yantzaza o directamente en la cabecera parroquial de Los Encuentros.

Tabla 12. Producción.

Descripción	Porcentaje
Rural	93.33
Urbana	6.67

Elabora: Autora

Según las encuestas realizadas el precio de la racima del plátano oscila entre los 10 a 18\$; en un promedio llegaría a costar 14 dólares el racimo de plátano, en la semana se obtiene aproximadamente 20 racimos en 2.9 ha el cual equivale a 0.945 t/ha; esto significa que se obtiene de ganancia 280 \$/semana; 1 120 \$/mes y 13 440 \$ por año.

6.1.2. Proceso productivo del plátano

En el barrio Las Vegas el cultivo de plátano constituye uno de los principales sistemas de producción agrícola y el de mayor importancia. Su tradición, su relevancia económica y social y las condiciones adecuadas para su desarrollo, han favorecido su prevalencia entre

pequeños y medianos agricultores, generación de fuentes de empleo, debido al alto consumo o demanda, que lo ubican, como uno de los cultivos con mayor potencial productivo en la Parroquia Los Encuentros. Sin embargo, algunos factores externos a la producción primaria como la comercialización, la intermediación poco ventajosa para el productor, los bajos niveles de asociatividad y los deficientes canales de distribución y mercadeo han desfavorecido la competitividad del cultivo.

En el sector de estudio, se cultivan diferentes variedades de plátano tales son barraganete, dominico, el maqueño; seguido de una forma convencional de la obtención de semilla en el sistema de producción; uso del colino, así mismo, desde el punto de vista sanitario, el material de siembra o semilla debe garantizar la ausencia de problemas causados por plagas como daños por picudo, presencia de enfermedades ocasionadas por la existencia de bacterias u hongos patogénicos. El proceso de selección a partir del cual se obtiene el colino es fundamental para evitar defectos o enfermedades futuras en el cultivo. Se sabe que es frecuente el intercambio y la comercialización informal de semilla de plátano sin ninguna garantía de sanidad, acompañados del desconocimiento de su procedencia y de la imprecisión acerca de su potencial productivo. La siembra del cultivo se establece en doble surcos sencillos, separados a 1,80 m, con una profundidad de siembra de 0.5 m.

La recopilación de información sobre el impacto que ha tenido la falta de sistemas de drenaje agrícola en la agricultura, específicamente en el cultivo de plátano en el barrio Las Vegas Parroquia los Encuentros; se puede destacar los siguientes; producen hasta dos cortes y se termina su ciclo de vida; la mayoría de las plantaciones presentan pudriciones del cuello de la planta, esto es debido a que la planta es muy susceptible al exceso de humedad, por la ubicación de las plantaciones y el relieve topográfico, inundaciones por la alta pluviosidad y frecuencia de lluvias, también los suelos están erosionados, por consiguiente, la capacidad productiva es baja.

El barrio las Vegas se localiza al este con el río Zamora, quien traslada su cauce gradualmente y erosiona la tierra, en ocasiones inunda las tierras circundantes debido a que no está canalizado, provocando problemas de erosión de tierras por falta de drenaje. En general se caracteriza por una buena accesibilidad. El precio del plátano es muy variable y los productores son dependientes de los intermediarios para vender la cosecha. Los cultivos más importantes del área son el cacao, plátano y yuca.

6.2. Resultados segundo objetivo:

“Diseñar un sistema de drenaje a una plantación de plátano en el barrio Las Vegas, parroquia Los Encuentros y estimar los costos de la implementación”.

6.2.1. Topografía

En la Figura 15, se observa el mapa topográfico de la superficie donde va estar ubicado el sistema de drenaje, limitado con los drenajes naturales, al norte con el río Zamora y al oeste con una Quebrada permanente; un área de 2.9 ha, altitud 780 m.s.n.m. y un desnivel de 8 m; las curvas de nivel se dibujaron cada metro; por otro lado, se hizo el levantamiento planimétrico del dren colector existente en la zona de estudio el cual tuvo una medida de 213.46 m de longitud.

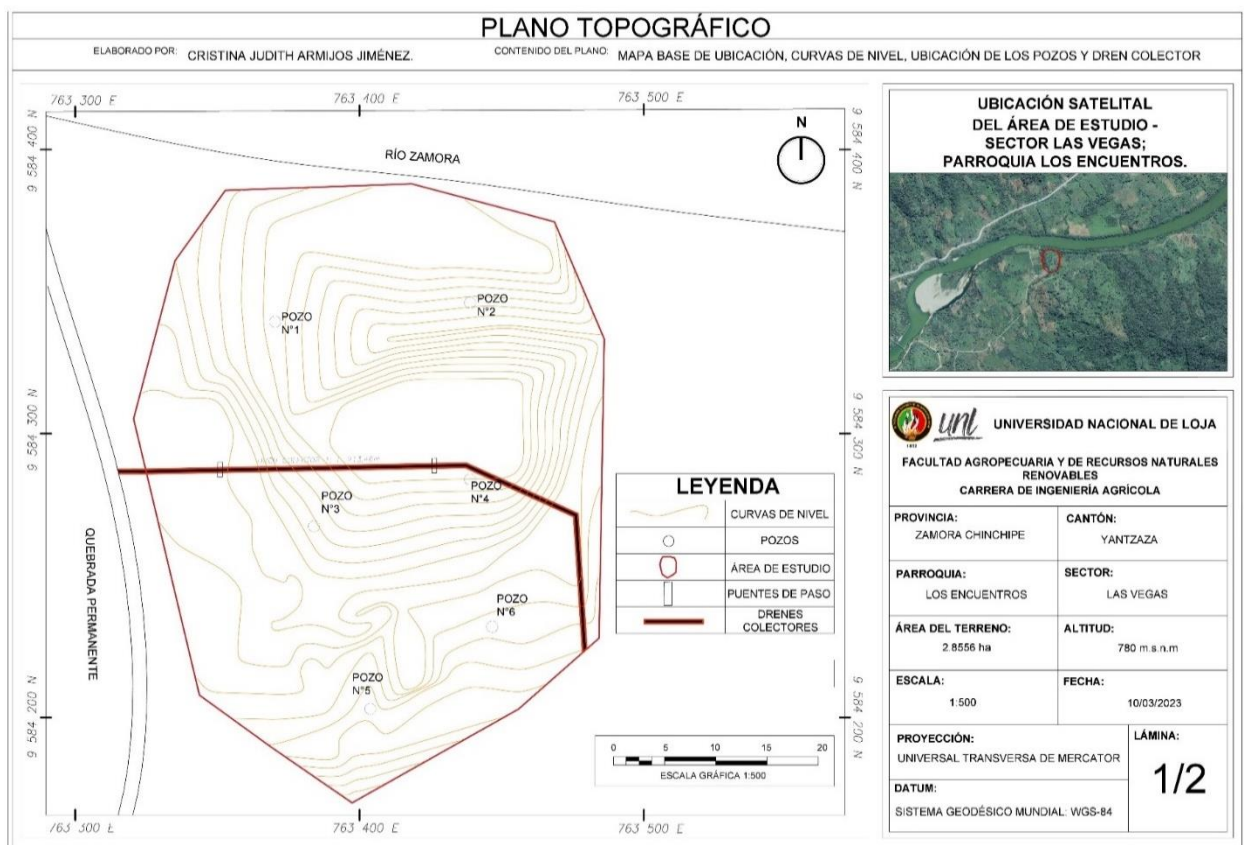


Figura 15. Topografía de la zona de estudio.

Elabora: Autora

6.2.2. Análisis de datos pluviométricos

La Tabla 13, presenta información de precipitación máxima, los meses de agosto a enero son los de menor precipitación por lo cual no es necesario drenar, los meses de febrero a julio son los que presentaron mayores niveles pluviométricos, meses de invierno. El mes con mayor precipitación de abril con 407 mm/día y el mes con menor precipitación septiembre con 222.5 mm/día.

Tabla 13. Precipitación media del Barrio Las Vegas

Mes	Media mm
Enero	242.9
Febrero	390.0
Marzo	284.5
Abril	407.8
Mayo	315.8
Junio	350.9
Julio	304.4
Agosto	251.4
Septiembre	222.5
Octubre	259.4
Noviembre	272.2
Diciembre	260.3
Promedio	407.8
Anual	3301.8

Elabora: Autora

6.2.2.1. Intensidad de lluvia

Mediante el método propuesto por Gumbel, a partir de datos mensuales de precipitación máxima, la distribución de probabilidades pluviométrica dio como resultado una intensidad de lluvia para un periodo de retorno de 10 años de 24.77 mm/día para el cultivo de plátano, cálculos presentados en el Anexo 3; el cultivo tiene un tiempo de drenaje de 2 días, periodo que puede soportar bajo saturación el suelo, sin afectar su rendimiento.

6.2.3. Estudio de suelo

6.2.3.1. Perfil del suelo.

En la Tabla 14 se detallan las características de cada horizonte del perfil del suelo en la zona de estudio.

Tabla 14. Características del perfil del suelo.

Descripción general del sector	
Sitio: Los Encuentros	
Altitud: 780 m. s. n. m.	
Forma del terreno: Vega	
Condiciones de humedad: Húmedo	
Pedregosidad superficial: Media	
Profundidad de la capa freática: 1.20 m	
Uso actual o cobertura vegetal: Cultivo de plátano, café, yuca, guineo, y otros.	
Drenaje: Pobre	
Horizonte	Descripción
Ap 0-10 cm	Color en húmedo (10 YR 4/6) marrón amarillento oscuro, textura arenosa al tacto; pH ácido de 5.5; fragmentos rocosos frecuentes de 0.2-5 cm angulares, sin estructura, consistencia en mojado no adherente, en húmedo no plástico y suelto; cantidad de poros muchos > 2mm y diámetros medios; cantidad de raíces medias y gruesas comunes; límite entre horizontes neto y de topografía plana; no hay presencia de moteados; no hay presencia de cutanes.
Bw 10-23 cm	Color en húmedo (10 YR 5/8) marrón amarillento, textura franco limosa al tacto; pH ácido de 5.5; fragmentos rocosos frecuentes de 0.2-5 cm angulares, estructura de bloques subangulares, consistencia en mojado ligeramente adherente, en húmedo ligeramente plástico y friable; cantidad de poros muchos > 2mm y diámetros finos; cantidad de raíces medias y gruesas comunes; límite entre horizontes neto y de topografía plana; moteados pocos y finos de contraste débil y límite entre matriz y moteado agudo, no hay presencia de cutanes.
Bw2 23-47 cm	Color en húmedo (10 YR 5/6) marrón amarillento, textura franco limosa al tacto; pH ligeramente ácido de 6, muy pocos fragmentos rocosos de < 5% angulares, estructura con bloques angulares medios, consistencia en mojado ligeramente adherente, en húmedo ligeramente plástico y friable; cantidad de poros muy pocos <2mm y diámetros muy finos; cantidad de raíces finas pocas; límite entre horizontes neto y de topografía ondulada; moteados abundantes medios de contraste prominente y límite entre matriz y moteado claro; presencia de cutanes zonales delgados.
E 47-57 cm	Color en húmedo (7.5 YR 6/8) amarillo rojizo, textura arenoso fino; pH fuertemente ácido de 5; fragmentos rocosos frecuentes de 0.2-5 cm angulares, sin estructura, consistencia en mojado no adherente, en húmedo no plástico y suelto; cantidad de poros muchos > 2mm y diámetros muy finos; cantidad de raíces medias y gruesas comunes; límite entre horizontes neto y de topografía plana; moteados muy pocos y muy finos de contraste débil y límite entre matriz y moteado claro; no hay presencia de cutanes.
Bt 57-69 cm	Color en húmedo (10 YR 4/6) marrón amarillento oscuro, textura franco arenosa al tacto; pH ligeramente ácido de 6; fragmentos rocosos muy pocos <5% angulares, estructura de bloques subangulares finos a medios, consistencia en mojado ligeramente adherente, en húmedo ligeramente plástico y firme; cantidad de poros muchos >2mm y diámetros medios; cantidad de raíces muy finas y muy pocas; límite entre horizontes neto y de topografía irregular; moteados abundantes y finos de contraste prominente y límite entre matriz y moteado agudo; presencia de cutanes discontinuos moderadamente espesos.
Bt2 69-81 cm	Color en húmedo (10 YR 3/6) marrón amarillento oscuro, textura arcillosa al tacto; pH ligeramente ácido de 6; fragmentos rocosos muy pocos <5%, estructura subangular moderada, consistencia en mojado muy adherente, en húmedo plástico y muy firme; cantidad de poros muchos < 2mm y diámetros finos; cantidad de raíces muy finas <1mm y muy pocas; límite entre horizontes difuso y de topografía interrumpido; moteados abundantes y finos de contraste distinto y límite entre matriz y moteado difuso; presencia de cutanes continuos moderadamente espesos.

Bt3 81-110 cm	Color en húmedo (10 YR 5/6) marrón amarillento, textura franco arenoso al tacto; pH ligeramente ácido de 6; fragmentos rocosos frecuentes de 0.2-5 cm angulares, estructura subangular moderado, consistencia en mojado adherente, en húmedo plástico y firme; cantidad de poros muchos <2mm y diámetros muy finos; no hay presencia de raíces; límite entre horizontes difuso y de topografía interrumpido; moteados abundantes y gruesos de contraste prominente y límite entre matriz y moteado difuso; presencia de cutanes continuos y moderadamente espesos.
C 110-120 cm	Color en húmedo (10 YR 5/4) marrón amarillento, textura arcillosa al tacto; pH fuertemente ácido de 5; fragmentos rocosos frecuentes de 0.2-5 cm angulares, estructura masiva, consistencia en mojado muy adherente, en húmedo muy plástico y extremadamente firme; cantidad de poros muchos > 2mm y diámetros muy finos; no hay presencia de raíces; límite entre horizontes gradual y de topografía interrumpido; moteados abundantes medios de contraste prominente y límite entre matriz y moteado difuso; presencia de cutanes continuos y espesos.

Elabora: Autora

El perfil de suelo está formado por 8 horizontes, el cual presentó iluviaciones de arcilla (cutanes) a los 47 cm de profundidad, a partir del horizonte Bw2, presencia de manchas, mal drenaje.

6.2.3.2. Análisis de suelo

En la tabla 15, se presenta los resultados de laboratorio de las propiedades hidrofísicas.

Tabla 15. Características hidrofísicas

Muestra	Ep	CC	MP	AA	Saturación	Da	Dr	Textura (%)			pH
								Arena	Limo	Arcilla	
M1	47.66	35.97	22.16	13.81	50.02	1.23	2.63	30.72	66.80	2.48	5.7
M2	73.11	52.15	33.52	18.63	72.65	0.96	2.57	36.52	50.92	12.56	5.8
M3	53.66	38.09	23.65	14.44	53.92	1.14	2.46	32.64	52.88	14.48	5.9

Elabora: Autora

Según los resultados de las constantes hidrofísicas encontrados en los análisis de laboratorio, presentaron un suelo con textura franco limosa, pH medianamente ácido similares en los tres casos, valores similares de contenido de agua aprovechable, capacidad de campo promedio de 41.6% porcentaje que es capaz de retener, después de ser saturado y drenado libremente, marchitez permanente superior a la requerida durante el tiempo prolongado de tiempo de drenaje.

6.2.3.3. Espacio poroso drenable

De acuerdo al estudio de suelo (Tabla 15, resultados Da y Dr), el espacio poroso drenable dio como resultado 4.468 %, cantidad de agua que puede ser drenada en un suelo saturado.

6.2.3.4. Parámetros y criterios de diseño

En la Tabla 16, se puede observar los parámetros y criterios para el diseño de drenaje.

Tabla 16. Parámetros y criterios de diseño.

Descripción	Parámetro
C.I. (Capa impermeable)	2.5 m
P.D. (Profundidad del dren)	1.5 m
Tubería (Diámetro)	160 mm
Pendiente	1.5 %

Elabora: Autora

Para el diseño de drenaje agrícola se ha precisado obtener la profundidad del estrato impermeable mediando el método de barreno recomendado por Gavilánez (2020); lográndose encontrar un espacio compactado, medido desde el nivel del suelo en la cual se asumió 2.5 m; profundidad del dren 1.5 m (profundidad de la raíz del plátano), tubería de 160 mm en base a criterios de Hinostraza (2022); y la pendiente en base a criterios de Villon (2007), en función del tipo de suelo, para un suelo franco una pendiente de 1.5 %.

6.2.4. Estudio del nivel freático

6.2.4.1. Conductividad hidráulica

De acuerdo al Anexo 4 la conductividad hidráulica por medio de la ecuación de suelo estratificado, dio como resultado una conductividad hidráulica k_1 de 0.9 m/día y k_2 de 1.52 m/día.

6.2.4.2. Mapa de isohypsas

En la Figura 16 se presente el mapa de Isohypsas que se realizaron con la profundidad del nivel freático respecto a la superficie del suelo tomadas del estudio de pozos de observación, el mayor nivel se registró en el área cercana a los pozos, en el P°6 las cargas hidrostáticas estuvieron a 90 cm, en los pozos de observación P°1 y P°3 con un valor promedio de 117 cm lejano a la superficie del suelo, en el pozo P°2 se registran niveles entre 108 a 111 cm, en el pozo P°4 se registraron niveles de 105 cm y el P°5 102 cm.

En la Figura 16 se presenta las variaciones de la profundidad del nivel freático en un periodo de 30 días, analizados en los pozos de observación.

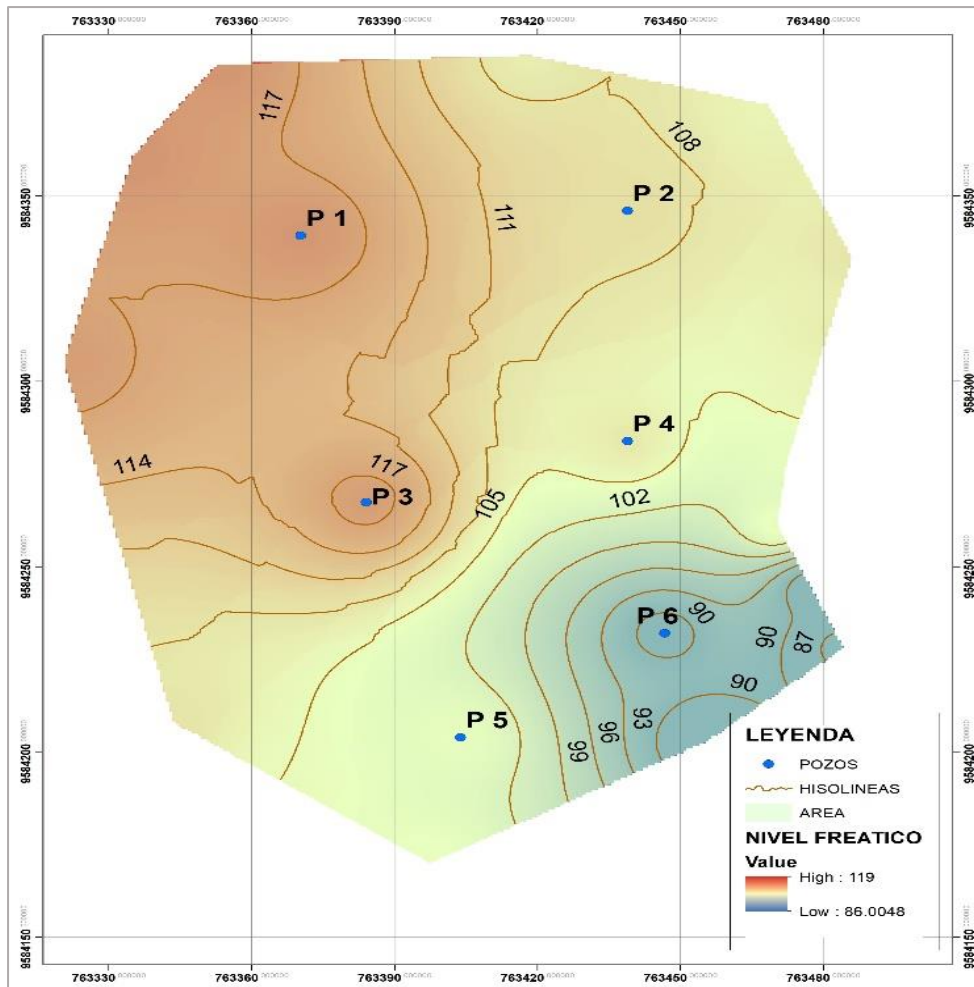


Figura 16. Mapa de Isohipsas de los niveles freáticos.

Elabora: Autora

6.2.4.3. Hidrogramas

Las lecturas en los pozos de observación, se tomaron en los meses de julio y agosto del año 2022, analizando detalladamente los niveles cercanos a la superficie del suelo y los niveles alejados de la superficie del suelo; el registro de variación del nivel de agua se observa en las siguientes ilustraciones:

El pozo de observación N° 1, se observó que el nivel freático más cercano a la superficie se localizó en los primeros diez días el cual estuvo a una profundidad de 105.9 cm; y días donde no hubo presencia de nivel freático.

La Figura 17 muestra la fluctuación de los niveles freáticos del pozo de observación N°1.

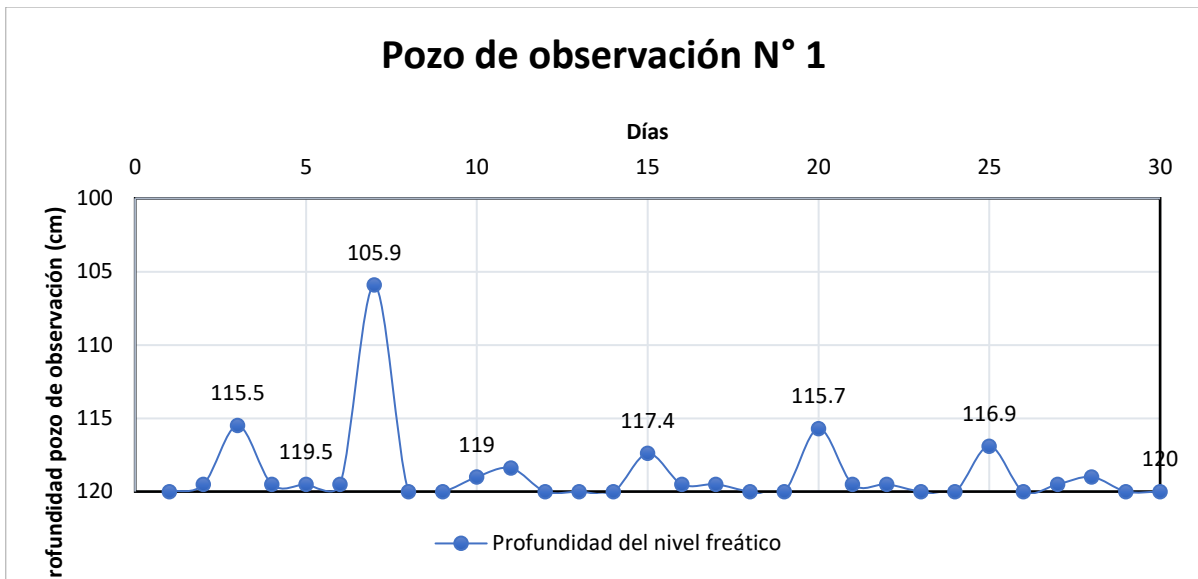


Figura 17. Nivel freático de pozo de observación N°1.

Elabora: Autora

En el pozo de observación N° 2, se observó que el nivel freático más cercano a la superficie se localizó en los primeros diez días y últimos cinco días los cuales estuvieron a una profundidad de 92.7, 94.3 y 97.7 cm

La Figura 18 muestra la fluctuación de los niveles freáticos del pozo de observación N°2.



Figura 18. Nivel freático de pozo de observación N°2.

Elabora: Autora

En el pozo de observación N° 3, se observó que el nivel freático más cercano a la superficie se localizó en los primeros cinco días y quince días los cuales estuvieron a una profundidad de 115 cm.

La Figura 19 muestra la fluctuación de los niveles freáticos del pozo de observación N°3.



Figura 19. Nivel freático de pozo de observación N°3.

Elabora: Autora

En el pozo de observación N° 4, se observó que el nivel freático más cercano a la superficie se localizó en los primeros veinte días el cual estuvo a una profundidad de 99.5cm.

La Figura 20 muestra la fluctuación de los niveles freáticos del pozo de observación N°4.

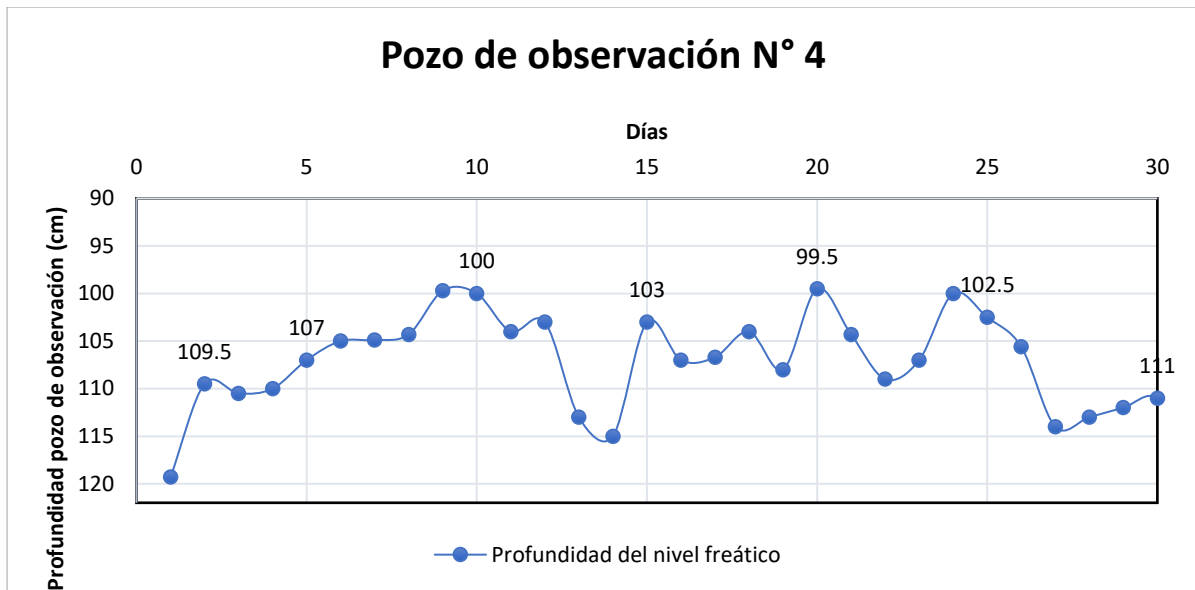


Figura 20. Nivel freático de pozo de observación N°4.

Elabora: Autora

En el pozo de observación N° 5, se observó que el nivel freático más cercano a la superficie se localizó en los primeros diez días el cual estuvo a una profundidad de 89.8 cm.

La Figura 20 muestra la fluctuación de los niveles freáticos del pozo de observación N°5.

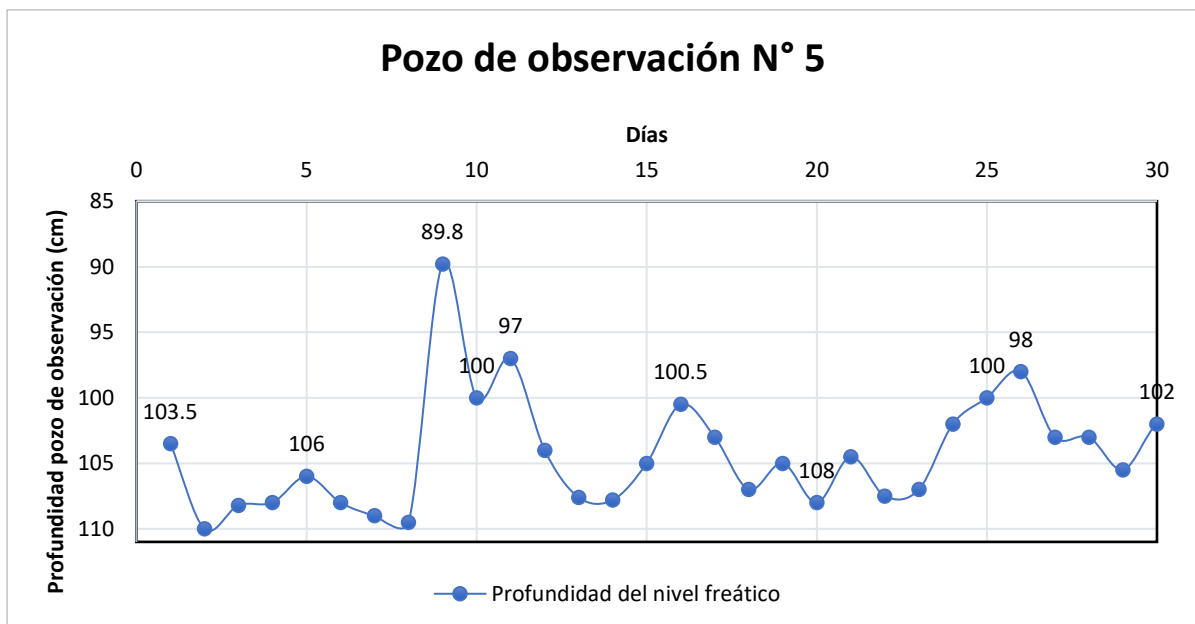


Figura 21. Nivel freático de pozo de observación N°5.

Elabora: Autora

En la Figura 22 se muestra la fluctuación de los niveles freáticos del pozo de observación N°6.

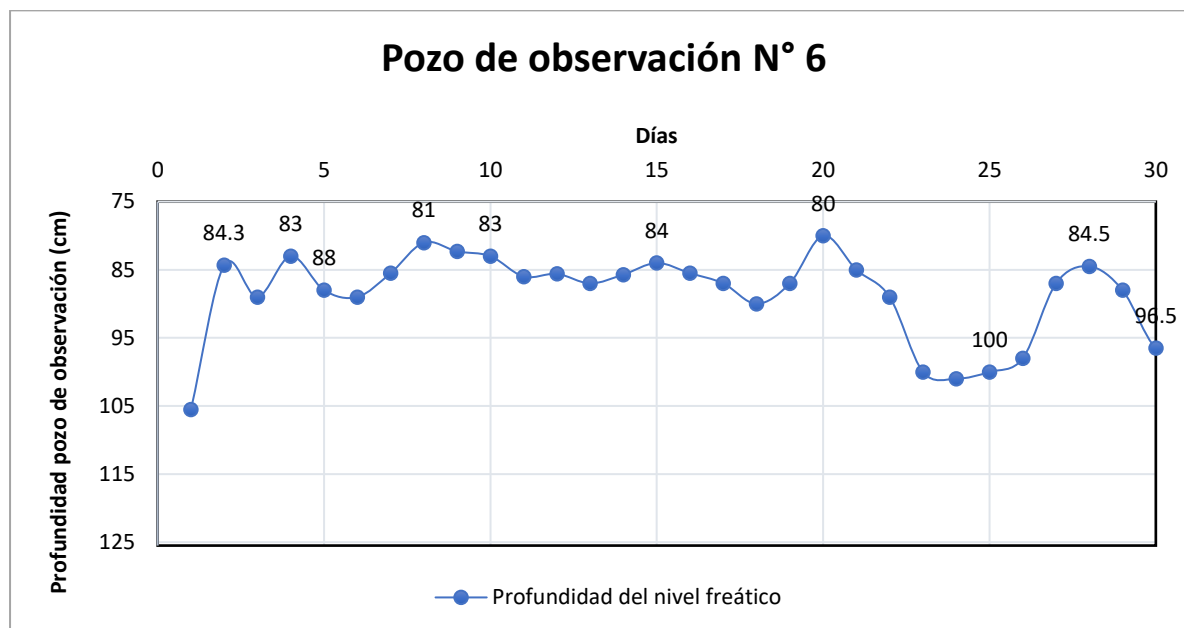


Figura 22. Nivel freático de pozo de observación N°6.

Elabora: Autora

El pozo de observación N° 6, se observó niveles freáticos cercanos a la superficie en todo el periodo de tiempo; obteniendo valores de un rango de 80 a 100 cm, esto también debido a que se encuentra localizado cerca de un drenaje natural, haciendo que el agua infiltre en menor tiempo

Según Gavilánez (2020), el nivel freático más cercano a la superficie puede afectar el desarrollo de los cultivos, causando salinidad en el suelo debido a la ineficiencia de lavado y acumulación de sales; se atribuye que las variaciones se debieron a factores de precipitación presentes en los días de lectura, topografía del terreno, perfil de suelo y principalmente por el aporte hídrico cercana a los pozos de observación; acontecimientos que se localizaron en los pozos de observación 4, 5 y 6.

6.2.5. Diseño del sistema de drenaje

6.2.5.1. Espaciamiento entre drenes

Para el cálculo de espaciamiento entre laterales de drenaje se utilizó la fórmula de flujo no permanente, propuesta por Jenab apta para zonas con deficiencia de drenaje; los datos obtenidos permitirán la evacuación de agua del perfil del suelo en el tiempo acorde a las necesidades de cultivo, el mismo se ha obtenido un espaciamiento entre laterales de drenaje de

20.04 m, carga de agua inicial de 1.308 m, la carga de agua t días después de 1.428 m, espesor de estrato con flujo horizontal de 1.072 m y un estrato equivalente de Hooghoudt de 0.884 m.

En la Tabla 17, se presenta los valores obtenidos del espaciamiento entre drenes.

Tabla 17. Resultados de espaciamiento entre drenes

Parámetros	Resultado
L (Espaciamiento entre drenes)	20.04 m
ho (Carga de agua inicial)	1.308 m
ht (Carga de agua t días después)	1.428 m
D (Espesor estrato con flujo horizontal)	1.072 m
d (Estrato equivalente de Hooghoudt)	0.884 m

Elabora: Autora

En la figura 23 se presenta un esquema grafico de espaciamiento entre drenes laterales; en la cual se representa, espaciamiento entre drenes, profundidad del dren, profundidad del estrato impermeable, profundidad de la tabla de agua, altura inicial sobre el nivel de los drenes, altura sobre el nivel de los drenes; la gráfica representa los criterios para el diseño de drenaje, y la tabla de agua que va a ser drenada en el periodo permisible de humedad del cultivo.

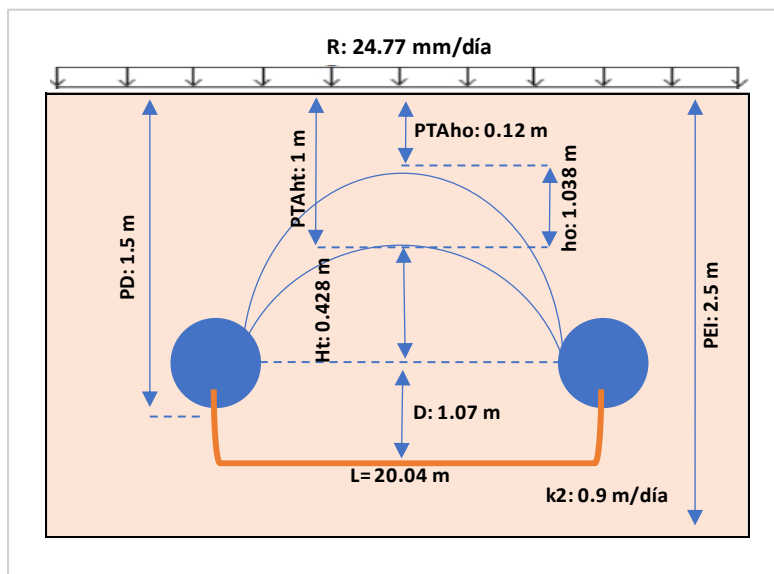


Figura 23. Esquema de resultados de espaciamiento entre drenes.

Elabora: Autora

6.2.5.2. Descarga máxima de diseño

El sistema de drenaje constará de dos drenes colectores; el primer dren colector a su vez tendrá 9 laterales de drenaje secundarios; el dren colector N°1 va a drenar un caudal

máximo de 358.04 m³/día en un área de 1.574 ha; y el dren colector N°2 va a drenar un caudal máximo de 232.8 m³/día en un área de 1.022 ha.

En la Tabla 18 se presentan los resultados de los caudales máximos del dren colector N° 1 donde se encuentran representados datos de longitud del dren, caudal máximo de cada dren y área drenada.

Tabla 18. Caudal máximo de cada dren secundario del Dren colector N°1.

Caudal	Lateral	Longitud (m)	Caudal máximo de cada dren (m ³ /día)	Área drenada (Ha)
Q1	Lateral 1	80.92	36.92	0.1622
Q2	Lateral 2	99.38	45.35	0.1992
Q3	Lateral 3	105.06	47.91	0.2104
Q4	Lateral 4	100.18	45.71	0.2008
Q5	Lateral 5	95.96	43.38	0.1905
Q6	Lateral 6	92.86	42.37	0.1861
Q7	Lateral 7	87.16	39.77	0.1747
Q8	Lateral 8	69.75	31.38	0.1398
Q9	Lateral 9	55.33	25.25	0.1109

Elabora: Autora

En la Tabla 18 se presentan los resultados de los caudales máximos del dren colector N° 2 donde se encuentran representados datos de longitud del dren, caudal máximo de cada dren y área drenada.

Tabla 19. Caudal máximo de cada dren secundario del Dren colector N°2.

Caudal	Lateral	Longitud (m)	Caudal máximo de cada dren (m ³ /día)	Área drenada (Ha)
Q1	Lateral 1	85.63	39.07	0.1716
Q2	Lateral 2	81.27	37.08	0.1629
Q3	Lateral 3	83.83	38.25	0.1680
Q4	Lateral 4	81.48	37.18	0.1633
Q5	Lateral 5	82.17	37.50	0.1647
Q6	Lateral 6	95.81	43.72	0.1920

Elabora: Autora

6.2.5.3. Canal colector

En la Tabla 18, se presentan los valores del diseño de los canales colectores los cuales están diseñados a partir de una zanja de sección trapezoidal abierta, para un periodo de retorno de 10 años; los parámetros de dimensionamiento de la zanja presentan un caudal mayor

comparado con el primer y segundo dren colector, óptimos para drenaje. En el sistema de drenaje los canales colectores presentan un flujo supercrítico, el cual según Calderón, (2014) se caracteriza por tener una velocidad muy alta por lo que su profundidad disminuye, para este régimen de flujo se tienen velocidades y pendientes bajas de 0.038, pero las profundidades de la lámina del agua, por el contrario, son mayores que las que se presentan en el flujo supercrítico.

En la Tabla 18, se presenta el dimensionamiento de los canales colectores de Drenaje

Tabla 20. Diseño de canales colectores

Caudal	0.27 m ³ /s
Ancho de solera (b)	0.8 m
Tirante (y)	2 m
Talud (Z)	0.8 m
Rugosidad:	0.012
Pendiente (S):	0.038

Elabora: Autora

6.2.5.4. Plano

La ubicación de los drenes se determinó según la topografía del terreno y la observación de los niveles freáticos de los pozos piezométricos del terreno, de manera que el corte del flujo de exceso de agua sea dirigido al dren colector para la así evacuación el agua del terreno; como ya se mencionó antes, el sistema de drenaje constade dos drenes colectores, en la Figura 24 se presenta el dren colector N°1 que va a tener nueve drenes secundarios y una longitud de 213.46 m; y el dren colector N°2 representado en la Figura 25 el cual tendrá seis drenes colectores con una longitud de 118.15 m. De igual forma podemos observar los drenajes principales o naturales que corresponden al Rio Zamora y a la Quebrada permanente, que se encuentra próxima al área de estudio.

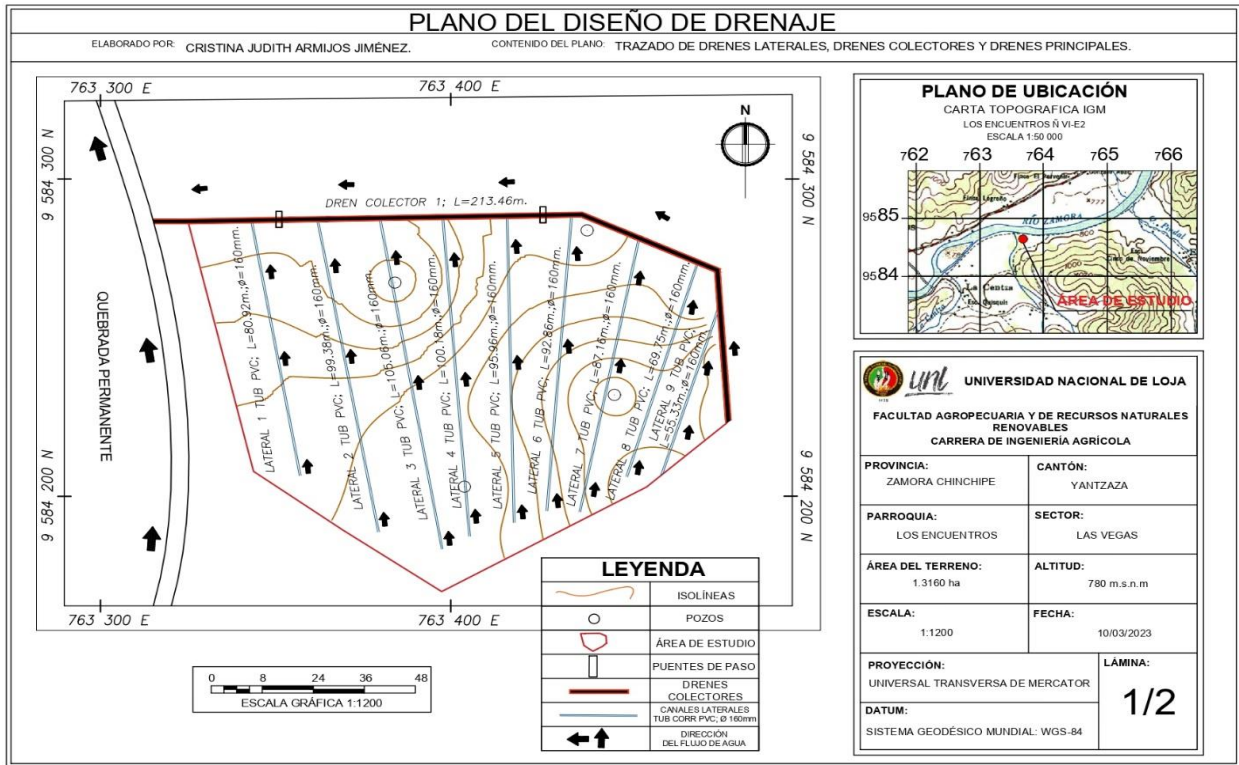


Figura 24. Plano de diseño de Drenaje Sector 1.

Elabora: Autora

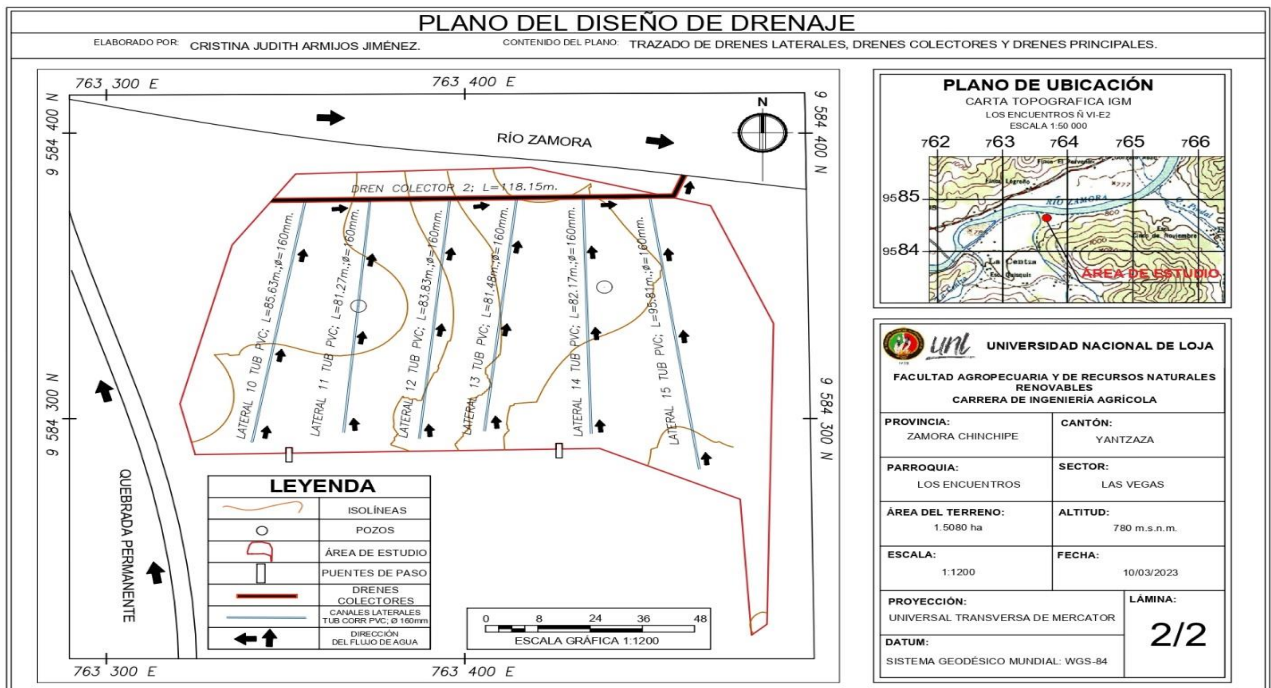


Figura 25. Plano de diseño de Drenaje Sector 2.

Elabora: Autora

6.2.5.5. Costos de implementación

El sistema de drenajes es subsuperficial el cual consta de tres tipos de drenes: laterales, colectores secundarios y dren principal. Los drenes laterales serán instalados a una profundidad de 1.8 m con tubería corrugada de 160 mm, instalación de dos drenes colectores secundarios y finalmente dos puentes (materiales de madera) con el propósito de dar paso por toda el área de estudio. El costo de instalación del sistema de drenaje propuesto para el área de estudio ubicado en el Barrio Las Vegas, el total oscila entre \$ 12 718 dólares. Siendo el rubro más alto e importante los laterales de drenaje con \$ 11 948 USD.

Tabla 21. Costos para la implementación de un sistema de drenaje para la finca.

Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total \$
Laterales de drenaje				
Limpieza y deshierbe manual	m2	1 037.43	0.13	134.87
Excavación sin clasificar a Máquina	m3	1 556.15	1.55	2 412.03
Tubería pvc corrugada para drenaje d=160mm, incluye suministro e instalación	m	1 296.79	7.25	9 401.73
Total				11 948.63
Canales colectores				
Limpieza y deshierbe manual	m2	297.29	0.13	38.65
Excavación sin clasificar a Maquina	m3	594.58	0.81	481.61
Puentes de paso	U	2	124.9	249.80
Total				770.06
Costo final del proyecto				12 718.68

Elabora: Autora

7. Discusión

7.1. Resultados primer objetivo

“Caracterizar el proceso productivo del problema de drenaje existente en la plantación de plátano en el Barrio Las vegas, parroquia Los Encuentros”.

7.1.1. Estudio socioeconómico

La producción agrícola dentro de la parroquia Los Encuentros se caracteriza por su irregularidad y sistemas de producción con limitado nivel de tecnificación, como consecuencia los rendimientos son de 0.95 t/ha; el Sistema de información pública agropecuaria (SIPA, 2023), cita que el rendimiento del cultivo en la provincia de Zamora Chinchipe se encuentra alrededor de 8.13 t/ha; y se caracteriza por su irregularidad y sistemas de producción con limitado nivel de tecnificación, como consecuencia los rendimientos por hectárea de los cultivos existentes en algunos casos no cubren los costos de producción (Verdugo et al., 2013).

En el estudio socioeconómico de la presente investigación, la principal actividad económica de la zona de estudio es de tipo agrícola, de acuerdo a los resultados obtenidos se evidenció que los agricultores que realizan actividades agropecuarias representan un 87% de toda la población en estudio, la mayor influencia en el proceso productivo del plátano son género masculino, pertenecientes a la comunidad Shuar Masuk Las Vegas, esto implica que la mayoría de productores administran y trabajan la tierra de forma individual; se puede destacar terreno comunitario donde la toma de decisiones se hace en conjunto con la comunidad, debido a que varias familias se van a beneficiar de las actividades que se planeen realizar para fines económicos de todos los que la conforman, concordando con el Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Los Encuentros 2019-2023 (Verdugo et al., 2013), donde se menciona que los productores agrícolas del barrio Las Vegas, pertenecen a la comunidad Shuar Masuk Las Vegas. La producción agrícola más sobresaliente en la comunidad Shuar Masuk Las Vegas representan cultivos como: plátano, yuca, caña de azúcar y árboles frutales, entre otros productos, dato que concuerda con el PDOT de la Parroquia Los Encuentros, donde la producción agrícola se caracteriza por cultivos del plátano, cacao, café, maíz, yuca y hortalizas.

Verdugo et al. (2013) señala que en la parroquia Los Encuentros, el 35% de su producción está disponible para comercio, y el resto de producciones se destinan en mayor

porcentaje al autoconsumo como cultivos de subsistencia, sin embargo, en el estudio de la presente investigación, difiera, ya que se ha encontrado que cerca al 50% de su producción es destinado a un intermediario para venta, seguido de venta directa en la finca y consumo propio, en mercados del cantón Yantzaza, Zamora. En la parroquia Los Encuentros, el 50% de la unidad de producción agropecuaria se destina a cultivos permanentes o perenes, por otro lado 76% de las parcelas son menores de 1ha; es por ello que es necesario la asistencia técnica y capacitada en todo el proceso productivo para mejorar su rentabilidad (Rojas, 2006).

7.1.2. Proceso productivo del plátano

La población realiza el proceso productivo de forma artesanal y en ocasiones sin un criterio técnico, trayendo consigo costumbres que contribuyen al mal uso de suelo por consiguiente a la degradación del mismo, como la ampliación de fronteras agrícola, roce de bosques y la quema para establecer los cultivos nuevos, principalmente de plátano. Los mismo que solo realizan hasta dos cortes y dejan que terminen su ciclo de cultivo, para abandonarlos, ya que presentan varias enfermedades, principalmente pudriciones del cuello de la planta; también los suelos bajan la fertilidad rápidamente debido a la erosión, por lo que se están quedando muy pobres, por ende, la capacidad productiva es baja. Pazos (2005) menciona en su trabajo de estudio que en el cantón Yantzaza, el cultivo de plátano solo alcanzan a cosechar el 60% de sus racimas de primera calidad, el 30 % se mueren y el 10 % son de mala calidad; es por ello que es necesario asistencia técnica y capacitada en todo el proceso productivo para mejorar su rentabilidad del cultivo en el área de estudio. Así mismo, los precios de los productos no son regulados de acuerdo a la determinación legal de precios, de ahí que la viabilidad económica depende generalmente de la habilidad comercial y del conocimiento técnico que posea el agricultor para realizar la venta del producto.

Bolaños et al. (2020) y Marcelino et al., (2012), citan que la producción por hectárea del plátano al igual que en la mayoría de cultivos depende de varios factores, como las condiciones agroclimáticas, las variedades cultivadas, la sanidad del cultivo, el grado de tecnificación y los conocimientos estratégicos de los productores. Los factores del proceso productivo de plátano en el barrio Las Vegas, se realizan siguiendo una secuencia que va desde la adecuación de la tierra, siembra, control de plaga, enfermedades y maleza, cosecha y entrega final del producto disponible para comercio; los cuales no han recibido asesoría técnica, podas, fertilización y manejo de post cosecha, manejo de semilleros, sistema de siembra, balizado, además de la renovación de plantaciones con variedades mejoradas con una buena producción

y resistentes a enfermedades. También se une un sinnúmero de problemas, entre los más destacados son: la siembra del producto la realizan en forma empírica, el uso inadecuado de fertilizantes, el manejo cultural inadecuado, cosecha al azar, no realizan estudios de mercado para la comercialización, falta de capacitación en general para los productores en lo relacionado a la producción y comercialización técnica de los productos, todo esto conlleva a que el poder de negociación de los productores baje su rentabilidad (L. Rojas, 2006).

7.2. Resultados segundo objetivo

“Diseñar un sistema de drenaje a una plantación de plátano en el barrio Las Vegas, parroquia Los Encuentros y estimar los costos de la implementación”.

7.2.1. Topografía

De acuerdo al levantamiento topográfico, se identificó micro relieve con depresiones pequeñas y medianas; según Ortega & Sagado (2001), este tipo de relieve dificultan el movimiento superficial del agua y tienen un alto escurrimiento superficial y los excesos se acumulan en las depresiones, si éstos no poseen una adecuada salida natural, se presentan severos problemas localizados en algunas áreas del terreno; al comparar estas evidencias se observa sitios donde se encuentra localizado velocidades bajas del movimiento superficial por consiguiente aumento del tiempo de evacuación.

7.2.2. Análisis de datos pluviométricos e intensidad de lluvia.

El análisis pluviométrico, presento niveles altos en los meses de abril a junio, y un periodo de retorno de 24.77 mm/día de un promedio de 10 años, demostrando una zona de alta precipitación y frecuencia en la que se va a presentar la precipitación, en esa misma línea Yaguana (2020), en su proyecto de investigación, determinó una periodo de retorno de 12.6 mm/día en su estudio destinado para el diseño de un drenaje agrícola del cultivo en estudio en la Provincia del Oro, para un retorno de 10 años, demostrando ser una zona de poca precipitación; al comprar estas evidencias existe una variación del doble en el periodo de retorno, debido a la ubicación de los proyectos de investigación (costa y oriente del Ecuador).

7.2.3. Perfil del suelo

Los perfiles evaluados permitieron caracterizar las condiciones edáficas más representativas de los puntos de muestreo; presento colores amarillentos, pálido a gris y presencia de cutanes, según la FAO (2010), las condiciones de drenaje para estas características

del suelo significan deficiencia de drenaje, es decir, indican que el agua permanece durante varios meses en ese suelo sin cubrir totalmente la matriz del mismo, por ser agua capilar; por lo tanto la interpretación del medio físico natural de este sector no es el adecuado al sistema de producción establecido (plátano). Por otro lado, presentó moteados de colore oscuros, según Zerega (2017), los moteados o colores oscuros indican de donde proviene el problema de drenaje, si es por agua freática esos colores se observan en el fondo y disminuyen hacia la superficie y cuando el problema es superficial, la distribución de esos colores gris o negro es, al contrario, por ende, el perfil del suelo en el presenta trabajo de investigación presenta problemas de drenaje por el nivel freático.

Las propiedades hidrofísicas evaluadas del estudio de suelo; presentaron pH ácidos (alrededor de 4 a 5), según Aduvire (2006), este rango presenta acidez generada por oxidación de minerales, particularmente de sulfuros; en cuanto a la densidad aparente horizontes con un promedio de densidad de 1.14, 0.9 y 1.23 g/cm³ indicando un grado de compactación moderado, según Zerega (2017), estas condiciones se presentan cuando hay reducción del espacio poroso del suelo, limitando la penetración y retención de agua en el suelo y el desarrollo radicular, además de afectar la extracción de agua por la planta, también restringe la absorción de nutrimentos al no poder explorar un mayor volumen de suelo. Con los consecuentes efectos adversos en el crecimiento, desarrollo y rendimientos de los cultivos; densidad real alta de 2.8 g/cm³, según el estudio realizado por Castillo (2005); Rojas (1983), cita que la capacidad de campo representa la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje; el sector estudio presento valores de 15%, punto de marchitez permanente un promedio de 26.4%, de la misma manera el agua aprovechable se registró un promedio de 46.88 %.

7.2.4. Espacio poroso drenable

De acuerdo a los parámetros hidrofísicas analizados, el espacio poroso drenable es de 4.46% en base al estudio de suelo (densidad real y aparente), concordando con el estudio de Salgado (n.d.), el cual menciona en su libro de Criterios para diseño de un drenaje superficial, en relación a la textura, un rango que oscila entre 3-8%, en la textura Franco Limosa que presenta el perfil del suelo.

7.2.5. Parámetros y criterios de diseño

Según lo analizado anteriormente, los parámetros y criterios de diseño para el sector Las Vegas son aspectos que son interpretados o manejados por el diseñador; Salgado (1994), recomienda que los parámetros utilizados para satisfacer requisitos internos específicos impuestos por el medio donde se desea implantar el sistema de drenes son capa impermeable de 2.5 m, determinada a partir del criterio; profundidad del dren 1.5 m, ajustándose al criterios de Aranzazu, (2005); diámetro de la tubería 160 mm; y una pendiente de 1.5% (Obtenido de la Tabla 5.).

7.2.6. Conductividad hidráulica

La medida de la variable k_2 es mayor a la conductividad k_1 , según la Tabla 4, clasificación según la rapidez, clasifica la conductividad k_1 un valor lento, mientras que en el k_2 representa valores moderadamente rápidos; en el trabajo de investigación de Pazos (2005), se registraron cantidades similares por el mismo método de pozo de observación, los cuales también se vieron influenciadas por las propiedades hidrofísicas del suelo; la conductividad de un medio poroso cambia con la variación de las cargas hidráulicas, a mayor altura menor conductividad y a menor altura mayor es la conductividad descrito por Nilve (2020).

7.2.7. Estudio de nivel freático

Yaguana (2020), cita que para saber a qué altura se encuentra el nivel freático, es preferible instalar varios pozos de observación que cubran toda el área interesada, y así tener una mejor toma de datos de toda la zona; en base al área de estudio de 2.5 ha se instaló solo 6 pozos de observación, mientras que en el estudio realizado por el ultimo autor mencionado se instalaron un total de 15 pozos de observación en un área de 2.44 ha.

Sánchez (2007), presenta en su trabajo de estudio productividad al nivel freático del banano realizado en Quito, presentaron cargas hidrostáticas de 4.8 a 5 m; mientras que en el presente trabajo de estudio se registraron cargas hidrostáticas entre 1 a 0.9 cm de 1.2 m de profundidad; los niveles freáticos cerca de la superficie del suelo pueden afectar el desarrollo de los cultivos. Rinaldi et al. (2011), cita que estas condiciones causan salinidad en el suelo debido a la ineficiencia de lavado y ayuda a la acumulación de sales.

La lectura de los pozos de observación en el sector Las Vegas, permitió monitorear la fluctuación de niveles freáticos. Salgado (1994), cita que en el drenaje agrícola es importante

conocer las razones o causas de la elevación, la representación gráfica de esta disminución del nivel freático se conoce como curva de recesión; si al graficar la altura del nivel freático versus tiempo en un papel semilogarítmico se obtiene una línea recta, significa que no hay recarga y que el acuífero drena en forma natural; en caso contrario necesitan drenarse, en caso de la presente investigación se identificó que el pozo de observación uno y tres la altura del nivel freático versus tiempo en un papel semilogarítmico se obtuvo una línea recta, lo cual significa que no hay recarga y que el acuífero drena en forma natural; y en los pozos demás pozos sucede lo contrario, ya que presentan variaciones y curvaturas en las fluctuaciones de nivel freático.

7.2.8. Diseño de sistema de drenaje

El sistema de drenaje a implementar será de tipo subsuperficial por el método de flujo no permanente, empleando la ecuación de Jenab, con un espaciamiento entre drenes de 20.04 m entre los drenes laterales, los que evacuan el agua por efecto de precipitación o influencia del nivel freático en el sector Las Vegas; Yaguana (2020), estableció para el mismo cultivo un espaciamiento de 11.93 m y Pazos (2005) un espaciamiento de 9.78 m; los valores de espaciamiento varían en base a los parámetros y criterios del diseñador y método para espaciamiento entre drenes.

Ortega (n.d.), menciona que para determinar el caudal de diseño o caudal de drenaje se ha de generar por una determinada superficie aportante o área de influencia y se obtiene conociendo el valor de conocimientos previos de descarga específica, espaciamiento entre drenes, longitud de cada lateral, pendiente del dren y capacidad de funcionamiento; por esta misma línea se obtuvo que el 60.60% de recarga de agua es liberada en el Dren colector N°1, que comprende un área drenada del 59.12%; y el 39.40% de recarga de agua se libera en el dren colector N°2, que comprende un área de 40.88%; por consiguiente, se libera más recarga de agua en el dren colector N°1.

Un sistema de drenes subsuperficiales consta de tres tipos de drenes: laterales, colectores secundarios y dren principal, bajo este contexto Ortega (2001) cita que los drenes laterales se disponen paralelos unos a otros y tienen como misión principal el control de la profundidad de la napa, los drenes colectores secundarios, eventualmente también drenan el agua del terreno adyacente, su misión fundamental es transportar el agua extraída por los drenes laterales hasta el dren principal donde se produce la descarga del sistema y el dren principal, puede ser artificial o natural (río, estero, otro.) es el que recoge el agua. En el sector

seleccionado para el diseño de drenaje se establecieron dos drenes colectores, es así como se seleccionó dos drenajes naturales o principales el cual, según el mismo autor representan, los ríos o estéreos existentes en la red hidrográfica; en este caso hubo dos canales naturales el río Zamora y una quebrada Perenne, los cuales cumplirán la función de recibir las aguas de los colectores.

Muñoz (2017) menciona en su estudio que en una plantación con drenes abiertos la densidad de siembra es de 1450 plantas por Hectárea, mientras que en una con drenaje Subterráneo es de 1550 plantas por hectárea, y esto en producción nos da un promedio de 260 Cajas/hectárea/Año. El precio de \$ 6.00 por caja en el caso de este proyecto daría un ingreso de 13 440 \$ por cada Hectárea en un año. Lo que significa que en dos años esta pagada la inversión y el resto del tiempo reflejaran un ingreso mayor por hectárea que aumentara.

8. Conclusiones

El proceso productivo del plátano en el barrio Las Vegas, representa un importante papel para la producción agrícola de la parroquia Los Encuentros, las principales limitaciones identificadas se debieron a la presencia del cultivo en suelos anegados con deficiencia de drenaje.

La población del barrio está conformada por 36.67% mujeres y 63.3% hombres, la principal actividad económica se dedica a la agricultura donde se implementan en mayor rango los cultivos de ciclo corto, los cultivos de mayor importancia se encuentran entre el plátano y yuca, También se pudo evidenciar que cerca del 76 % de los productores siembran sus cultivos en un área menor a una hectárea.

En el barrio Las Vegas el cultivo de plátano tiene mayor relevancia económica y social, dando las condiciones adecuadas, que han favorecido a pequeños y medianos agricultores, generando fuentes de empleo, esto debido al alto consumo en la mayoría de las familias de la población, hacen que sea uno de los cultivos con mayor potencial productivo en la Parroquia Los Encuentros; el proceso productivo va desde la selección de la semilla y comercialización, las variedades que más sobresalen barraganete y dominico, maqueño; el impacto que ha presentado la falta de sistema de Drenaje en el cultivo producción limitada del cultivo, presenta problemas de humedad por ubicación de las plantaciones, inundaciones por alta pluviosidad, presenta perfiles con altos contenidos de hierro; también por su localización cercana al río Zamora, quien muda su cauce que en ocasiones inunda los terrenos.

La topografía del terreno es plana, y presentó un perfil de suelo compuesta por 8 horizontes, la cual presento características de arcilla iluviada, por ende, presenta problemas de drenaje.

En los estudios pluviométricos se demostró que está en el rango de alta intensidad de lluvias, se establecieron parámetros y criterios de diseño en base al perfil del suelo y características del cultivo.

El sistema de drenaje propuesto es superficial, y presenta un esquema de trazo líneas paralelas, compuesto por dos canales colectores, el canal colector N°1 compuesto por 9 drenes laterales y el dren colector N°2 compuesto por 6 dren es laterales, con pendiente longitudinal de 1.5 %; los drenes laterales serán ubicados a una profundidad de 1.8 m y tuberías de 160 mm

de diámetro; el espaciamiento entre drenes laterales del sector de estudio barrio Las Vegas fue determinado a partir del método de régimen variable de Jenab de 22.83 m, el cual tiene como objetivo evacuar una carga de agua de 0.9 m. El costo de instalación del diseño de drenaje es de 12 718 dólares.

9. Recomendaciones

Realizar estudios socioeconómicos que ayuden a ver el antes y después de los sistemas productivos de los cultivos más importantes de la zona de estudio.

Asesoramiento técnico de procesos productivos y recuperación de suelos mediante un buen estudio de drenaje de suelos.

Realizar estudios para mejorar el proceso productivo, sobre todo en el manejo técnico de suelos y drenajes.

Corroborar la información de campo y laboratorio, para el diseño de drenaje, donde se incluyan todas las variables a detalle.

10. Bibliografía

- Aduvire, O. (2006). Drenaje Acido De Mina. *Instituto Geológico y Minero de España*, 140.
- Aranzazu, F. (2005). *El cultivo de plátano*.
- Bolaños, M. (2020). *Plátano (Musa AAB); Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*.
- Briceño, M., Álvarez, F., and Barahona, U. (2012). Manual de riego y drenaje. In *Riego y drenaje*.
- Calderón, J. (2014). *COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE SISTEMAS DE TUBERÍAS BAJO FLUJO SUPERCRÍTICO: DISEÑO TRADICIONAL VS. DISEÑO FUTURO*.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17158/u703594.pdf?sequence=1>
- Castillo, C. (2005). *Selección y calibración de indicadores locales y técnicos para evaluar la degradación de los suelos laderas, en la microcuenca Cuscamá en Tuma-La Dalia Matagalpa, 2005*.
- Chemomics. (2010). *Guía práctica para cultivo de plátano (Musa Paradisiaca)*.
- Consortio de gobiernos autonomos provinciales del Ecuador. (2018). *Manual técnico para el diseño de sistemas de drenaje en suelos agrícolas del Ecuador*.
- Coras, P. (2006). Elementos climáticos y su relación con la fluctuación del nivel freático. *Sociedad Mexicana de La Ciencia Del Suelo, A.C. México*, 24(2395–8030), 9.
- Díaz Rivera, M. (2014). Manual Práctico para el Cultivo Sustentable de platano. In *Universidad de Puerto Rico SERVICIO DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA SOUTHERN AGRICULTURE RESEARCH AND EDUCATION*.
- Edafologia.net. (2015). *Regim Hum and Temp*. Edafologia.Net.
http://www.edafologia.net/programas_suelos/practclas/taxoil/comun/f68745rht.htm
- Espinoza, R. (2001). Índice general. In *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia* (Vol. 24, Issue 3, p. 232). <https://doi.org/10.3280/cad2012-002002>
- FAO. (2010). *Color y manchas de color*. Color y Manchas de Color.

- Gavilánez, F. (2020). *El drenaje agrícola y sus elementos de diseño*.
- Gavilánez Luna, F. (2020). *El drenaje agrícola y sus elementos de diseño*.
- Hinostroza, E. (2022). Evaluación del desempeño hidráulico del diseño del sub-drenaje longitudinal en la carretera del distrito de Nueva Requena, Ucayali 2021. *Universidad Andina Del Cusco*, 1–118. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INEC. (2011). *Población y Demografía*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Infoagro. (2015). *Agricultura. El cultivo del plátano. 1ª parte*. Cultivo de Plátano.
- López, O., and Ramón, O. (2013). Criterios para determinar el Tamaño de Muestra en Estudios Descriptivos. *Academia Journals Celaya*, (5) 3, 2919–2924. www.celaya.academiajournals.com
- Marcelino, L., González, V., and Ríos, D. (2012). *El cultivo de plátano (Musa paradisiaca L.) en panama*.
- Mendoza, E. (2008). Diseño y cálculo de un sistema de drenaje para la finca San Nicolás, El Zamorano, Honduras. In *Escuela Agrícola Panamericana*. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4912/1/T2624.pdf>
- MENDOZA, E. (2008). *Diseño y cálculo de un sistema de drenaje para la finca San Nicolás, El Zamorano, Honduras*. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4912/1/T2624.pdf>
- Nilve, D. (2020). *Propiedades mecánicas e hidráulicas de los lechos de adsorción de piroclastos del Tungurahua, mayores o iguales a 4750 micras de diámetro*.
- Ortega, L. (n.d.). Diseño de drenaje superficial. *INIA*.
- Ortega, L., and Sagado, L. (2001). Drenaje en suelos agrícolas. In *Instituto de investigaciones agropecuarias INIA-Aarrillanca*.
- Ortegón, A. (2004a). Metodología para la realización de estudios de drenaje a nivel predial. *Palmas*, 25(Especial), 126–136.

- Ortegón, A. (2004b). Metodología para la realización de estudios de drenaje a nivel predial. *Palmas*, 25(Especial), 126–136. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/1075/1075/>
- Pazos, V. (2005). Diseño de un sistema de drenaje mediante drenes abiertos empleando la ecuación de ernst para el cultivo de banano. In *Maestria de riego y drenaje, Babahoyo Ecuador*.
- Quezada, L. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural Los Encuentros 2019-2023* (p. 264).
- Quishpe, S. (2015). *Construcción de sistemas de drenaje superficial en terrenos potencialmente productivos afectados por inundaciones o anegamiento, para incorporarlos a la producción agropecuaria provincial en los cantones Yantzaza y el Pangui*.
- Rinaldi, V., Zeballos, M., and Rocca, R. (2011). Efectos del ascenso del nivel Freático en suelos Loésicos Calapsables. *Accidentes e Infraestructura Civil*, 11(2), 197.
- Rojas, F. (1983). *Características físicas de los suelos de una secuencia de la zona del aljarafe (Sevilla - España)*.
- Rojas, L. (2006). *"La incidencia de los canales y medios para la comercialización de productos agrícolas (Plátano, Yuca, Naranjilla), en los lugares de la agricultura del Canton Yantzaza*.
- Salgado, L. (n.d.). *Diseño de drenaje superficial*.
- Salgado, L. (1994). *Conceptos generales sobre diseño de sistemas de drenaje Subsuperficial*.
- Sanchez, A. (2010). Evaluación de la eficiencia técnica de la producción de cultivos varios en la Empresa Agropecuaria Unidad Proletaria, de Cifuentes. In *Facultad de ciencias economicas, Santa Clara*.
- Sánchez, J. (2007). Respuesta espacial de la Productividad al Nivel Freático de la Finca El Pasto en el Cultivo de Banano (musa acuminata), basado en el uso de sistemas de información geográfica. In *Universidad San Francisco de Quito*.
- SIPA. (2023). *Plátano*. Agricultura.Gob.Ec. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/platano>
- Vela, C., and Marca, J. (2007). *Manejo integrado del cultivo de plátano*.

- Velasquez, E. (2016). Red De Monitoreo Pluvio – Freatimétrica En El Área Establecida En Caña De Azucar Del Ingenio Risaralda. *Universidad de Manizales*, 60. https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2662/05_Velasquez_Erika_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2662/1/05_Velasquez_Erika_2016.pdf
- Verdugo, D., Luzuriaga, M., Verdugo, G., Matute, D., Salto, G., Once, H., Muños, C., Pintado, W., Criollo, C., and Martínez, M. (2013). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del GAD parroquial de Los Encuentros*.
- Villón Béjar, M. (2005). ESPADREN: Software para el cálculo de espaciamiento de drenes terciarios. *Revista Tecnología En Marcha*, 18(2), ág. 60-ág. 60.
- Villón, M. (2007). Drenaje. In *Costa Rica*.
- Yaguana, E. (2020). Diseño de un sistema de drenaje, empleando la ecuación de Ernst para el cultivo de Banano, Machala - El Oro. In *Universidad Técnica de Machala*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15166>
- Zambrano, F., Villafañe, R., and Figueroa, R. (2003). Efecto de la profundidad del nivel freático sobre la producción de tomate en un suelo franco arenoso y bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Tropical*, 53(4), 22–31.
- Zerega, L. (2017). *Limitantes de suelo más comunes que se pueden visualizar en campo*. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/manual-campo-identificar-controlar-t40944.htm>

11. Anexos

Anexo 1. Encuesta

Título del tema de tesis: “Diseño de un sistema de drenaje para el cultivo de plátano (*Mussa paradisiaca*, sp., L.), en la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe.”

La presente encuesta tiene como finalidad conocer el proceso productivo del plátano enfocado en los principales problemas de drenaje agrícola del barrio Las Vegas, parroquia Los Encuentros, provincia de Zamora Chinchipe.

Información general	
Nombre del informante	
Parroquia	
Barrio o localidad	
Cantón	
Fecha	

Aspecto social

1. Composición familiar

Relación de parentesco	Edad	Estado civil			Lugar de procedencia (nativo o migrante)	Instrucción
		Casado	Soltero	Unión libre		

Actividad económica	Horas de actividad al mes de los miembros de la familia							Total, de horas
	1.Jefe de hogar	2.Conyugue	3.Miembro de familia	4.Miembro de familia	5.Miembro de familia	6.Miembro familia	7.Miembro de familia	
Actividades agropecuarias propias								

Empleado publico								
Empleado privado (Especifique)								
Otros (Especifique)								
Ninguno								

Proceso productivo

1. Uso de suelo

Cultivo		Detalle			Superficie (ha)		
Bosques							
Pastos							
Cultivos permanentes							
Cultivos de ciclo corto							
Zonas de descanso							
Otros							
Cultivo de ciclo corto	Superficie (kg/ha)	Rendimiento (Kg/has)	Precio/venta US\$	Canal de ventas			
				Directo	Intermediario	Consumo	
Cultivo permanente	Superficie (kg/ha)	Rendimiento (Kg/has)	Precio/venta US\$	Canal de ventas			
				Directo	Intermediario	Consumo	
Tenencia de la tierra	Si	No	Superficie Ha	Valor de las has USD	Sector (Urbano o rural)	Legalización de la tierra	
						Si	No
Posee terreno individual							
Posee terreno comunitario							
Alquilado							

Anexo 2. Resumen de datos hidrológicos

CODIGO: M502

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: EL PANGUI

LATITUD 3°38'47" S

LONGITUD 78°34'18" W

ALTITUD 820

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2004	74.9	79.3	185.9	175	159.8	148	169.5	111.9	101.8	152.2	188.1	125.3
2005	44.6	165.5	126	265	152.4	164.9	159.3	42.9	93.8	109.0	83.8	171.8
2006	147.9	158.2	166	166.8	101.4	222.3	155.3	89.8	86.4	65.7	116.7	239.4
2007	176	55.7	216	335.1	230.9	282.6	142.7	188.3	100.4	262.7	193.4	112.8
2008	132.8	120.7	145.7	159	198.4	205.7	198.2	82	139.2	196.3	246.2	122.6
2009	190.7	112.25	145.8	225.2	143.2	140.4	228.7	136.9	143.5	141.9	102	211.5
2010	55.4	103.8	95.8	217.5	290.6	194.4	292.8	94.2	93	94.8	155.0	163.9
2011	69.9	156.6	113.9	289.6	190.3	137.1	205.4	87.9	131.2	47.7	140.0	135.3
2012	99.3	182.0	116.4	237.9	199.1	182	181.1	184.7	97.8	71	124.9	106.7
2013	128.6	207.4	118.9	149.9	226.6	247.7	189.8	100.6	177	166.4	84.5	121.9
MAX	190.7	207.4	216	335.1	290.6	282.6	292.8	188.3	177	262.7	246.2	239.4

CODIGO: M190

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: YANZATZA

LATITUD 3°50'15" S

LONGITUD 78°45'1" W

ALTITUD 830

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2004	166.9	167.8	189.5	187.3	184.2	181.8	186.2	174.5	172.4	182.7	190.0	177.2

2005	160.8	185.4	177.3	205.6	182.7	185.2	184.1	160.4	170.8	173.9	168.8	186.6
2006	181.8	183.9	185.5	185.6	172.3	196.9	183.3	170.0	169.3	165.1	175.4	200.4
2007	205.9	39	205.4	216.3	121.8	296.3	126	155.6	179.3	199.7	285.6	156.7
2008	140.5	330.6	233.7	154.8	255.5	184.1	180.5	150.2	169.1	242.8	104.7	148.7
2009	213.6	147.9	261.9	221.6	188.6	211.4	270.8	102.4	144.1	153.4	258.1	139.5
2010	126.1	165.5	124.9	298.3	337.6	194.1	270.9	54.5	143.7	96.1	129.1	156.2
2011	147.7	172.9	204.8	327.5	194.6	130.3	227	61.6	200.2	154.6	64.2	196.7
2012	171.9	188.7	175.4	200.1	192.2	188.7	188.5	189.3	171.6	166.2	177.1	173.4
2013	177.9	193.9	175.9	182.2	197.8	202.1	190.3	172.2	187.7	185.5	168.9	176.5
MAX	213.6	330.6	261.9	327.5	337.6	296.3	270.9	189.3	200.2	242.8	285.6	200.4

CODIGO: M506

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: PAQUISHA

LATITUD 3°54'40" S

LONGITUD 78°28'26" W

ALTITUD 650

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2004	82	98.6	225.1	282.2	292.3	288.8	349.4	80	134.7	147.6	96.4	76.5
2005	37.1	137.7	198.5	383.2	227.4	473.8	226.4	177.6	172.6	236.2	128.1	289.3
2006	261.3	270.5	192.9	269.3	181.4	223.7	187.8	190.4	229.1	226.4	284.7	341
2007	249.4	96.1	287.7	560.8	308.5	402	231.8	376.7	290.2	272.8	277.9	160.8
2008	198.6	632	282.6	141.7	154.5	100.6	297.7	162.1	229.6	260.4	237.1	151.8
2009	274	251.3	288.5	208.8	203.7	225.8	109.6	289	131.9	129.1	200.8	97.7
2010	175.9	275.5	316.3	203	182.7	167.7	79.7	78.3	34.2	105.1	55.1	91.8
2011	58.9	99.6	345.9	208.3	251.0	46.6	160.7	26.1	55.9	81	63	127.9

2012	156.9	193.5	375.5	282.2	319.2	314.1	202.3	223.2	154.8	199	41	164
2013	324.5	289.5	279.2	282.2	235.6	249.2	205.0	274.9	184.8	228.5	101.9	218.3
MAX	324.5	632	375.5	560.8	319.2	473.8	349.4	376.7	290.2	272.8	284.7	341

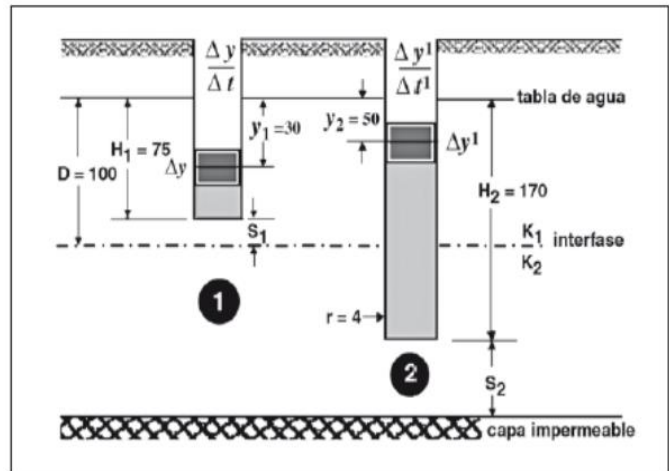
Anexo 3. Intensidad de la lluvia

Cálculos variables probabilísticas	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias																																																		
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 434.90 \text{ m m}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Periodo</i></th> <th><i>Variable</i></th> <th><i>Precip.</i></th> <th><i>Prob. de</i></th> <th><i>Corrección</i></th> </tr> <tr> <th><i>Retorno</i></th> <th><i>Reducida</i></th> <th><i>(mm)</i></th> <th><i>ocurrencia</i></th> <th><i>intervalo fijo</i></th> </tr> <tr> <th><i>Años</i></th> <th><i>YT</i></th> <th><i>XT'(mm)</i></th> <th><i>F(xT)</i></th> <th><i>XT (mm)</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0.3665</td> <td>406.8591</td> <td>0.5000</td> <td>15.33</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1.4999</td> <td>557.7101</td> <td>0.8000</td> <td>21.01</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2.2504</td> <td>657.5866</td> <td>0.9000</td> <td>24.77</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>3.1985</td> <td>783.7808</td> <td>0.9600</td> <td>29.52</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>3.9019</td> <td>877.3989</td> <td>0.9800</td> <td>33.05</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>4.6001</td> <td>970.3257</td> <td>0.9900</td> <td>36.55</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>6.2136</td> <td>1185.0654</td> <td>0.9980</td> <td>44.64</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Periodo</i>	<i>Variable</i>	<i>Precip.</i>	<i>Prob. de</i>	<i>Corrección</i>	<i>Retorno</i>	<i>Reducida</i>	<i>(mm)</i>	<i>ocurrencia</i>	<i>intervalo fijo</i>	<i>Años</i>	<i>YT</i>	<i>XT'(mm)</i>	<i>F(xT)</i>	<i>XT (mm)</i>	2	0.3665	406.8591	0.5000	15.33	5	1.4999	557.7101	0.8000	21.01	10	2.2504	657.5866	0.9000	24.77	25	3.1985	783.7808	0.9600	29.52	50	3.9019	877.3989	0.9800	33.05	100	4.6001	970.3257	0.9900	36.55	500	6.2136	1185.0654	0.9980	44.64
<i>Periodo</i>		<i>Variable</i>	<i>Precip.</i>	<i>Prob. de</i>	<i>Corrección</i>																																														
<i>Retorno</i>		<i>Reducida</i>	<i>(mm)</i>	<i>ocurrencia</i>	<i>intervalo fijo</i>																																														
<i>Años</i>		<i>YT</i>	<i>XT'(mm)</i>	<i>F(xT)</i>	<i>XT (mm)</i>																																														
2		0.3665	406.8591	0.5000	15.33																																														
5	1.4999	557.7101	0.8000	21.01																																															
10	2.2504	657.5866	0.9000	24.77																																															
25	3.1985	783.7808	0.9600	29.52																																															
50	3.9019	877.3989	0.9800	33.05																																															
100	4.6001	970.3257	0.9900	36.55																																															
500	6.2136	1185.0654	0.9980	44.64																																															
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 170.70 \text{ m m}$																																																			
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 133.09 \text{ m m}$																																																			
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 358.08 \text{ m m}$																																																			

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Anexo 4. Conductividad hidráulica

Datos	$\Delta y/\Delta t$:	0.3 m/día
H1:	125.5 cm	$\Delta y/\Delta t$: 0.15 m/día
Y1:	73 cm	
S>H/2		
:	C1:	3
r:	4 cm	C2: 4.5
		CO: 3.3
H1:	122 cm	
Y1:	44.5 cm	K1: 0.9 m/día
S>H/2		
:		K2: 1.5188 m/día
r:	4 cm	



Anexo 5. Nomogramas para determinar la conductividad hidráulica (C1, C2 Y Co)

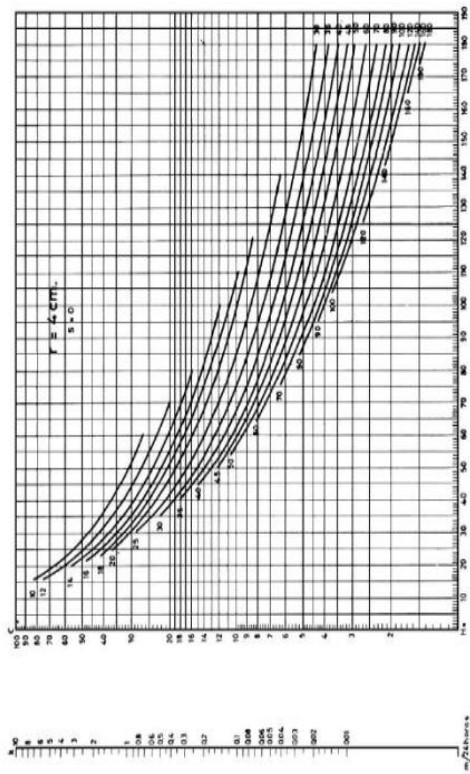


Figura 4.5 Determinación de K por el método del agujero de barreno ($r = 4 \text{ cm}$, $S = 0$).

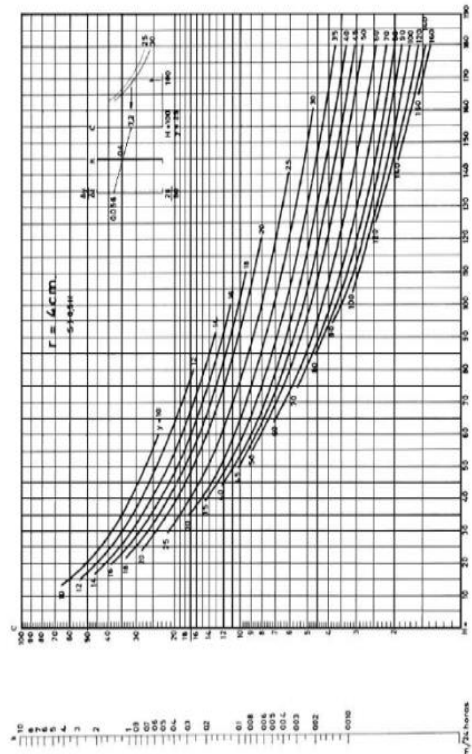
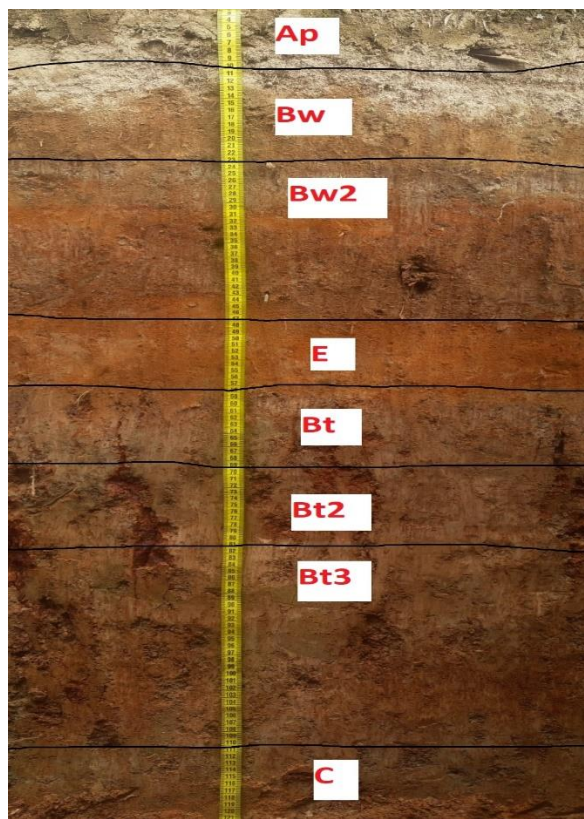


Figura 4.6 Determinación de K por el método del agujero de barreno ($r = 4 \text{ cm}$, $S > 0.5 H$).

Anexo 6. Perfil del suelo



Anexo 7. Pozos de observación



Anexo 8. Cultivo de plátano



Anexo 9. Análisis de muestra de suelo N ° 1



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS ANALÍTICOS.

LABORATORIOS DE AGUAS, SUELOS Y ALIMENTOS.

1. INFORMACIÓN GENERAL Y TÉRMINOS DESCRIPTIVOS APLICADOS A LOS SUELOS:

# INFORME: CIESSA - ONEA Test Lab - 22 - 226	SOLICITANTE: Egda. Cristina J. Armijos Jiménez
PROYECTO: Diseño de un sistema de drenaje para el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en la parroquia Los Encuentros, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe	DIRECCIÓN: Cda. Esteban Godoy
	TELÉFONO: 0985190661

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE INGRESO: 11-07-2022	REFERENCIA: Masuk - Las Vegas	PARROQUIA: Los Encuentros
FECHA DE ANÁLISIS: 11-07-2022	CODIGO: S-M1	CANTÓN: Yantzaza
FECHA DE ENTREGA: 15-07-2022	BARRIO: Masuk	PROVINCIA: Zamora Chinchipe

3. ENSAYOS MECÁNICOS

MÉTODO	HIDRÓMETRO			POTENCIÓMETRO (1:2.5)	CILINDRO		
UNIDAD	%			-	%		
PARÁMETRO	Arena	Limo	Arcilla	pH	H	E P	gr/cm ³
RESULTADO	32,64	52,88	14,48	5,9	51,97	53,66	1,14 2,46
INTERPRETACION	Franco Limoso			Mác.	-		

5. COEFICIENTES HIDRICOS

UNIDAD	%				mmhos/cm	
PARAMETRO	C. C	M. P	A. A	Saturación	C. E	Limite Permissible
RESULTADO	38,09	23,65	14,44	53,92	0,033	Grada 1

6. PROPIEDADES FÍSICAS

METODO:	TABLAS MUNSELL			
PARAMETRO	COLOR SECO	VALOR CUALITATIVO	COLOR HÚMEDO	VALOR CUALITATIVO
EVALUACIÓN	10YR 5/6	Pardo Amarillento	10YR 4/4	Pardo Amarillento Oscuro

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGÍA:

Mb: Muy bajo	H.E: Humedad Equivalente	pH: Potencial de Hidrógeno	N: Neutro
B: Bajo	C.C: Capacidad de Campo	Eác: Extremadamente Acido	Lalc: Ligeramente Alcalino
M: Medio	A.A: Agua Aprovechable	Fác: Fuertemente Acido	Malc: Medianamente Alcalino
A: Alto	M.P: Punto de Marchitez	Mác: Medianamente Acida	Falc: Fuertemente Alcalino
Ma: Muy Alto	H: Humedad	Lác: Ligeramente Acido	Eác: Extremadamente Alcalino
C.I.C: Capacidad de Intercambio Catiónico	Da: Densidad Aparente	Dr: Densidad Real	EP: % de Espacios Porosos
C.P.C: Poco Plástico y parcialmente cohesivo	ug/ml: Microgramo por mililitro	gr/cm ³ : Gramo por centímetro cúbico	%: Porcentaje
mmhos/cm: Milimhos por centímetro	C.E: Conductividad Eléctrica	meq/100g: Mili equivalente por 100 gramos	ppm: Partes por millón


Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO
 ONEA Test Lab
 HIDRO SANITARIO



Anexo 10. Análisis de muestra de suelo N ° 2



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS ANALÍTICOS.

LABORATORIOS DE AGUAS, SUELOS Y ALIMENTOS.

1. INFORMACIÓN GENERAL Y TÉRMINOS DESCRIPTIVOS APLICADOS A LOS SUELOS:

# INFORME: CIESSA - ONEA Test Lab - 22 - 227	SOLICITANTE: Egda. Cristina J. Armijos Jiménez
PROYECTO: Diseño de un sistema de drenaje para el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en la parroquia Los Encuentros, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe	DIRECCIÓN: Cda. Esteban Godoy
	TELÉFONO: 0985190661

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE INGRESO: 11-07-2022	REFERENCIA: Masuk - Las Vegas	PARROQUIA: Los Encuentros
FECHA DE ANÁLISIS: 11-07-2022	CODIGO: S-M2	CANTÓN: Yantzaza
FECHA DE ENTREGA: 15-07-2022	BARRIO: Masuk	PROVINCIA: Zamora Chinchipe

3. ENSAYOS MECÁNICOS

MÉTODO	HIDRÓMETRO			POTENCIÓMETRO (1:2.5)	CILINDRO			
UNIDAD	%			-	%			gr/cm ³
PARÁMETRO	Arena	Limo	Arcilla	pH	H	E P	D a	D r
RESULTADO	36,52	50,92	12,56	5,8	70,67	73,11	0,96	2,57
INTERPRETACION	Franco Limoso			Mác.				

5. COEFICIENTES HIDRICOS

UNIDAD	%				mmhos/cm	
PARAMETRO	C. C	M. P	A. A	Saturación	C. E	Limite Permissible
RESULTADO	52,15	33,52	18,63	72,65	0,055	Grado 1

6. PROPIEDADES FISICAS

METODO:	TABLAS MUNSELL			
PARAMETRO	COLOR SECO	VALOR CUALITATIVO	COLOR HÚMEDO	VALOR CUALITATIVO
EVALUACIÓN	10YR 5/6	Pardo Amarillento	10YR 4/4	Pardo Amarillento Oscuro

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

Mb: Muy bajo	H.E: Humedad Equivalente	pH: Potencial de Hidrógeno	N: Neutro
B: Bajo	C.C: Capacidad de Campo	Eác: Extremadamente Acido	Lak: Ligeramente Alcalino
M: Medio	A.A: Agua Aprovechable	Fác: Fuertemente Acido	Malc: Medianamente Alcalino
A: Alto	M.P: Punto de Marchitez	Móc: Medianamente Acido	Falc: Fuertemente Alcalino
Ma: Muy Alto	H: Humedad	Lác: Ligeramente Acido	Eác: Extremadamente Alcalino
C.I.C: Capacidad de Intercambio Catiónico	Da: Densidad Aparente	Ds: Densidad Real	EP: % de Espacios Porosos
C.P.C: Poco Plástico y pariente ca	Da: Densidad Aparente	Dr: Densidad Real	%: Porcentaje
mmhos/cm: Milimhos por centímet	ug/ml: Microgramo por mililitro	gr/cm ³ : Gramo por centímetro cúbico	ppm: Partes por millón
	C.E: Conductividad Eléctrica	meq/100g: Miliéquivalente por 100 gramos	

Telefax: (07)2-102 707 / 589 913 // Móvil: 09915498

Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO
ONEA Test Lab
HIDRO SANITARIO



Av. Manuel Agustín Aguirre # 11-13 e/ Mercadillo y Azuay // La Pradera: Cedros # 274-23 e/ Alisos y Laureles // Teléfonos: (07)2-102 707-589 913
77 M - 0979704733 C // E-mail: edgarnor@ciessa.net - ciessa1@hotmail.com

Anexo 11. Análisis de muestra de suelo N ° 3



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS ANALÍTICOS.

LABORATORIOS DE AGUAS, SUELOS Y ALIMENTOS.

1. INFORMACIÓN GENERAL Y TÉRMINOS DESCRIPTIVOS APLICADOS A LOS SUELOS:

# INFORME: CIESSA - ONEA Test Lab - 22 - 228	SOLICITANTE: Egda. Cristina J. Armijos Jiménez
PROYECTO: Diseño de un sistema de drenaje para el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en la parroquia Los Encuentros, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe	DIRECCIÓN: Cda. Esteban Godoy
	TELÉFONO: 0985190661

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE INGRESO: 11-07-2022	REFERENCIA: Masuk - Las Vegas	PARROQUIA: Los Encuentros
FECHA DE ANÁLISIS: 11-07-2022	CODIGO: S-M3	CANTÓN: Yantzaza
FECHA DE ENTREGA: 15-07-2022	BARRIO: Masuk	PROVINCIA: Zamora Chinchipe

3. ENSAYOS MECÁNICOS

MÉTODO	HIDRÓMETRO			POTENCIÓMETRO (1:2.5)	CILINDRO			
UNIDAD	%			-	%			gr/cm ³
PARÁMETRO	Arena	Limo	Arcilla	pH	H	E P	D a	D r
RESULTADO	30,72	66,80	2,48	5,7	47,90	47,66	1,23	2,63
INTERPRETACION	Franco Limoso			Mác.		-		-

5. COEFICIENTES HIDRICOS

UNIDAD	%				mmhos/cm	
PARAMETRO	C. C	M. P	A. A	Saturación	C. E	Limite Permissible
RESULTADO	35,97	22,16	13,81	50,02	0,051	Grado 1

6. PROPIEDADES FISICAS

METODO:	TABLAS MUNSELL			
PARAMETRO	COLOR SECO	VALOR CUALITATIVO	COLOR HÚMEDO	VALOR CUALITATIVO
EVALUACIÓN	10YR 6/6	Amarillo Pardo	10YR 4/6	Pardo Amarillento Oscuro

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGÍA:

Mb: Muy bajo	H.E: Humedad Equivalente	pH: Potencial de Hidrógeno	N: Neutro
B: Bajo	C.C: Capacidad de Campo	Ede: Extremadamente Acido	Lalc: Ligeramente Alcalino
M: Medio	A.A: Agua Aprovechable	Fác: Fuertemente Acido	Malc: Medianamente Alcalino
A: Alto	M.P: Punto de Marchitez	Mác: Medianamente Acido	Falc: Fuertemente Alcalino
Ma: Muy Alto	H: Humedad	Lác: Ligeramente Acido	Ealc: Extremadamente Alcalino
C.I.C: Capacidad de Intercambio Catiónico	Da: Densidad Aparente	Dr: Densidad Real	EP: % de Espacios Porosos
C.P.C: Poco Plástico y parcialmente cohesivo	ug/ml: Microgramo por mililitro	gr/cm ³ : Gramo por centímetro cubico	%: Porcentaje
mmhos/cm: Milimhos por centímetro	C.E: Conductividad Eléctrica	meq/100g: Miliequivalente por 100 gramos	ppm: Partes por millón

Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO
ONEA Test Lab
HIDRO SANITARIO



Anexo 12. Datos de pozos de observación

Pozo N° 1					
Fecha	Hora	Lectura del terreno	Profundidad del nivel freático	Cota del nivel freático	Observaciones
09/07/2022	04:00 p. m.	120	120	0	Tarde lluviosa
10/07/2022	10:00 a. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado
11/07/2022	05:00 p. m.	120	115.5	4.5	Cielo despejado
12/07/2022	05:00 p. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado
13/07/2022	06:00 p. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado
14/07/2022	06:00 p. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado
15/07/2022	05:00 p. m.	120	105.9	14.1	Cielo despejado
16/07/2022	06:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado
17/07/2022	10:00 a. m.	120	120	0	Mañana lluviosa
18/07/2022	04:00 p. m.	120	119	1	Cielo despejado
19/07/2022	03:00 p. m.	120	118.4	1.6	Cielo despejado
20/07/2022	11:00 a. m.	120	120	0	Tarde lluviosa
21/07/2022	06:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado
22/07/2022	06:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia

23/07/2022	05:00 p. m.	120	117.4	2.6	Cielo despejado
24/07/2022	05:00 p. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado
25/07/2022	06:00 a. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado
26/07/2022	04:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado
27/07/2022	05:00 p. m.	120	120	0	Lluvia intensa
28/07/2022	05:00 p. m.	120	115.7	4.3	Despejado
29/07/2022	06:00 p. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado
30/07/2022	06:00 p. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
31/07/2022	06:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
01/08/2022	06:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
02/08/2022	06:00 p. m.	120	116.9	3.1	Cielo despejado sin presencia de lluvia
03/08/2022	05:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
04/08/2022	10:00 a. m.	120	119.5	0.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
05/08/2022	08:00 a. m.	120	119	1	Cielo despejado sin presencia de lluvia
06/08/2022	05:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
07/08/2022	06:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
08/08/2022	03:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia

Pozo N° 2					
Fecha	Hora	Lectura del terreno	Profundidad del nivel freático	Cota del nivel freático	Observaciones
09/07/2022	04:00 p. m.	120	118.6	1.4	Tarde lluviosa
10/07/2022	10:00 a. m.	120	92.7	27.3	Cielo despejado
11/07/2022	05:00 p. m.	120	94.4	25.6	Cielo despejado
12/07/2022	05:00 p. m.	120	96.2	23.8	Cielo despejado
13/07/2022	06:00 p. m.	120	96.8	23.2	Cielo despejado
14/07/2022	06:00 p. m.	120	94.3	25.7	Cielo despejado
15/07/2022	05:00 p. m.	120	98.3	21.7	Cielo despejado
16/07/2022	06:00 p. m.	120	111.7	8.3	Cielo despejado
17/07/2022	10:00 a. m.	120	103.5	16.5	Mañana lluviosa
18/07/2022	04:00 p. m.	120	102.8	17.2	Cielo despejado
19/07/2022	03:00 p. m.	120	108.3	11.7	Cielo despejado
20/07/2022	11:00 a. m.	120	114.7	5.3	Tarde lluviosa
21/07/2022	06:00 p. m.	120	118.5	1.5	Cielo despejado
22/07/2022	06:00 p. m.	120	120	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
23/07/2022	05:00 p. m.	120	115.9	4.1	Cielo despejado

24/07/2022	05:00 p. m.	120	114.8	5.2	Cielo despejado
25/07/2022	06:00 a. m.	120	118.2	1.8	Cielo despejado
26/07/2022	04:00 p. m.	120	119.1	0.9	Cielo despejado
27/07/2022	05:00 p. m.	120	114.3	5.7	Lluvia intensa
28/07/2022	05:00 p. m.	120	111.2	8.8	Despejado
29/07/2022	06:00 p. m.	120	109.4	10.6	Cielo despejado
30/07/2022	06:00 p. m.	120	110.5	9.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
31/07/2022	06:00 p. m.	120	107.8	12.2	Cielo despejado sin presencia de lluvia
01/08/2022	06:00 p. m.	120	104.7	15.3	Cielo despejado sin presencia de lluvia
02/08/2022	06:00 p. m.	120	100	20	Cielo despejado sin presencia de lluvia
03/08/2022	05:00 p. m.	120	97.5	22.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
04/08/2022	10:00 a. m.	120	110	10	Cielo despejado sin presencia de lluvia
05/08/2022	08:00 a. m.	120	117	3	Cielo despejado sin presencia de lluvia
06/08/2022	05:00 p. m.	120	118.5	1.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
07/08/2022	06:00 p. m.	120	116.3	3.7	Cielo despejado sin presencia de lluvia
08/08/2022	03:00 p. m.	120	117.1	2.9	Cielo despejado sin presencia de lluvia
Pozo N° 3					

Fecha	Hora	Lectura del terreno	Profundidad del nivel freático	Cota del nivel freático	Observaciones
09/07/2022	04:00 p. m.	118.3	117.8	0.5	Tarde lluviosa
10/07/2022	10:00 a. m.	118.3	118.2	0.1	Cielo despejado
11/07/2022	05:00 p. m.	118.3	117.8	0.5	Cielo despejado
12/07/2022	05:00 p. m.	118.3	115.8	2.5	Cielo despejado
13/07/2022	06:00 p. m.	118.3	115	3.3	Cielo despejado
14/07/2022	06:00 p. m.	118.3	116	2.3	Cielo despejado
15/07/2022	05:00 p. m.	118.3	115.4	2.9	Cielo despejado
16/07/2022	06:00 p. m.	118.3	115.8	2.5	Cielo despejado
17/07/2022	10:00 a. m.	118.3	118.2	0.1	Mañana lluviosa
18/07/2022	04:00 p. m.	118.3	117.8	0.5	Cielo despejado
19/07/2022	03:00 p. m.	118.3	117.3	1	Cielo despejado
20/07/2022	11:00 a. m.	118.3	117.8	0.5	Tarde lluviosa
21/07/2022	06:00 p. m.	118.3	117.3	1	Cielo despejado
22/07/2022	06:00 p. m.	118.3	118.3	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
23/07/2022	05:00 p. m.	118.3	117.3	1	Cielo despejado
24/07/2022	05:00 p. m.	118.3	117.3	1	Cielo despejado

25/07/2022	06:00 a. m.	118.3	117.3	1	Cielo despejado
26/07/2022	04:00 p. m.	118.3	117.3	1	Cielo despejado
27/07/2022	05:00 p. m.	118.3	115	3.3	Lluvia intensa
28/07/2022	05:00 p. m.	118.3	117.3	1	Despejado
29/07/2022	06:00 p. m.	118.3	117.8	0.5	Cielo despejado
30/07/2022	06:00 p. m.	118.3	118.3	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
31/07/2022	06:00 p. m.	118.3	118.3	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
01/08/2022	06:00 p. m.	118.3	118.3	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
02/08/2022	06:00 p. m.	118.3	117.8	0.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
03/08/2022	05:00 p. m.	118.3	117.8	0.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
04/08/2022	10:00 a. m.	118.3	116	2.3	Cielo despejado sin presencia de lluvia
05/08/2022	08:00 a. m.	118.3	115.9	2.4	Cielo despejado sin presencia de lluvia
06/08/2022	05:00 p. m.	118.3	117.3	1	Cielo despejado sin presencia de lluvia
07/08/2022	06:00 p. m.	118.3	118.3	0	Cielo despejado sin presencia de lluvia
08/08/2022	03:00 p. m.	118.3	117.3	1	Cielo despejado sin presencia de lluvia
Pozo N° 4					
Fecha	Hora	Lectura del terreno	Profundidad del nivel freático	Cota del nivel freático	Observaciones

09/07/20022	04:00 p. m.	122	119.3	2.7	Tarde lluviosa
10/07/2022	10:00 a. m.	122	109.5	12.5	Cielo despejado
11/07/2022	05:00 p. m.	122	110.5	11.5	Cielo despejado
12/07/2022	05:00 p. m.	122	110	12	Cielo despejado
13/07/2022	06:00 p. m.	122	107	15	Cielo despejado
14/07/2022	06:00 p. m.	122	105	17	Cielo despejado
15/07/2022	05:00 p. m.	122	104.9	17.1	Cielo despejado
16/07/2022	06:00 p. m.	122	104.3	17.7	Cielo despejado
17/07/2022	10:00 a. m.	122	99.7	22.3	Mañana lluviosa
18/07/2022	04:00 p. m.	122	100	22	Cielo despejado
19/07/2022	03:00 p. m.	122	104	18	Cielo despejado
20/07/2022	11:00 a. m.	122	103	19	Tarde lluviosa
21/07/2022	06:00 p. m.	122	113	9	Cielo despejado
22/07/2022	06:00 p. m.	122	115	7	Cielo despejado sin presencia de lluvia
23/07/2022	05:00 p. m.	122	103	19	Cielo despejado
24/07/2022	05:00 p. m.	122	107	15	Cielo despejado
25/07/2022	06:00 a. m.	122	106.7	15.3	Cielo despejado

26/07/2022	04:00 p. m.	122	104	18	Cielo despejado
27/07/2022	05:00 p. m.	122	108	14	Lluvia intensa
28/07/2022	05:00 p. m.	122	99.5	22.5	Despejado
29/07/2022	06:00 p. m.	122	104.3	17.7	Cielo despejado
30/07/2022	06:00 p. m.	122	109	13	Cielo despejado sin presencia de lluvia
31/07/2022	06:00 p. m.	122	107	15	Cielo despejado sin presencia de lluvia
01/08/2022	06:00 p. m.	122	100	22	Cielo despejado sin presencia de lluvia
02/08/2022	06:00 p. m.	122	102.5	19.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
03/08/2022	05:00 p. m.	122	105.6	16.4	Cielo despejado sin presencia de lluvia
04/08/2022	10:00 a. m.	122	114	8	Cielo despejado sin presencia de lluvia
05/08/2022	08:00 a. m.	122	113	9	Cielo despejado sin presencia de lluvia
06/08/2022	05:00 p. m.	122	112	10	Cielo despejado sin presencia de lluvia
07/08/2022	06:00 p. m.	122	111	11	Cielo despejado sin presencia de lluvia
08/08/2022	03:00 p. m.	122	117	5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
Pozo N° 5					
Fecha	Hora	Lectura del terreno	Profundidad del nivel freático	Cota del nivel freático	Observaciones
09/07/20022	04:00 p. m.	111	103.5	7.5	Tarde lluviosa

10/07/2022	10:00 a. m.	111	110	1	Cielo despejado
11/07/2022	05:00 p. m.	111	108.2	2.8	Cielo despejado
12/07/2022	05:00 p. m.	111	108	3	Cielo despejado
13/07/2022	06:00 p. m.	111	106	5	Cielo despejado
14/07/2022	06:00 p. m.	111	108	3	Cielo despejado
15/07/2022	05:00 p. m.	111	109	2	Cielo despejado
16/07/2022	06:00 p. m.	111	109.5	1.5	Cielo despejado
17/07/2022	10:00 a. m.	111	89.8	21.2	Mañana lluviosa
18/07/2022	04:00 p. m.	111	100	11	Cielo despejado
19/07/2022	03:00 p. m.	111	97	14	Cielo despejado
20/07/2022	11:00 a. m.	111	104	7	Tarde lluviosa
21/07/2022	06:00 p. m.	111	107.6	3.4	Cielo despejado
22/07/2022	06:00 p. m.	111	107.8	3.2	Cielo despejado sin presencia de lluvia
23/07/2022	05:00 p. m.	111	105	6	Cielo despejado
24/07/2022	05:00 p. m.	111	100.5	10.5	Cielo despejado
25/07/2022	06:00 a. m.	111	103	8	Cielo despejado
26/07/2022	04:00 p. m.	111	107	4	Cielo despejado

27/07/2022	05:00 p. m.	111	105	6	Lluvia intensa
28/07/2022	05:00 p. m.	111	108	3	Despejado
29/07/2022	06:00 p. m.	111	104.5	6.5	Cielo despejado
30/07/2022	06:00 p. m.	111	107.5	3.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
31/07/2022	06:00 p. m.	111	107	4	Cielo despejado sin presencia de lluvia
01/08/2022	06:00 p. m.	111	102	9	Cielo despejado sin presencia de lluvia
02/08/2022	06:00 p. m.	111	100	11	Cielo despejado sin presencia de lluvia
03/08/2022	05:00 p. m.	111	98	13	Cielo despejado sin presencia de lluvia
04/08/2022	10:00 a. m.	111	103	8	Cielo despejado sin presencia de lluvia
05/08/2022	08:00 a. m.	111	103	8	Cielo despejado sin presencia de lluvia
06/08/2022	05:00 p. m.	111	105.5	5.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
07/08/2022	06:00 p. m.	111	102	9	Cielo despejado sin presencia de lluvia
08/08/2022	03:00 p. m.	111	101.5	9.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
Pozo N° 6					
Fecha	Hora	Lectura del terreno	Profundidad del nivel freático	Cota del nivel freático	Observaciones
09/07/20022	04:00 p. m.	125.5	105.5	20	Tarde lluviosa
10/07/2022	10:00 a. m.	125.5	84.3	41.2	Cielo despejado

11/07/2022	05:00 p. m.	125.5	89	36.5	Cielo despejado
12/07/2022	05:00 p. m.	125.5	83	42.5	Cielo despejado
13/07/2022	06:00 p. m.	125.5	88	37.5	Cielo despejado
14/07/2022	06:00 p. m.	125.5	89	36.5	Cielo despejado
15/07/2022	05:00 p. m.	125.5	85.5	40	Cielo despejado
16/07/2022	06:00 p. m.	125.5	81	44.5	Cielo despejado
17/07/2022	10:00 a. m.	125.5	82.3	43.2	Mañana lluviosa
18/07/2022	04:00 p. m.	125.5	83	42.5	Cielo despejado
19/07/2022	03:00 p. m.	125.5	86	39.5	Cielo despejado
20/07/2022	11:00 a. m.	125.5	85.6	39.9	Tarde lluviosa
21/07/2022	06:00 p. m.	125.5	87	38.5	Cielo despejado
22/07/2022	06:00 p. m.	125.5	85.7	39.8	Cielo despejado sin presencia de lluvia
23/07/2022	05:00 p. m.	125.5	84	41.5	Cielo despejado
24/07/2022	05:00 p. m.	125.5	85.5	40	Cielo despejado
25/07/2022	06:00 a. m.	125.5	87	38.5	Cielo despejado
26/07/2022	04:00 p. m.	125.5	90	35.5	Cielo despejado
27/07/2022	05:00 p. m.	125.5	87	38.5	Lluvia intensa

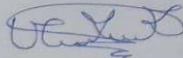
28/07/2022	05:00 p. m.	125.5	80	45.5	Despejado
29/07/2022	06:00 p. m.	125.5	85	40.5	Cielo despejado
30/07/2022	06:00 p. m.	125.5	89	36.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
31/07/2022	06:00 p. m.	125.5	100	25.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
01/08/2022	06:00 p. m.	125.5	101	24.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
02/08/2022	06:00 p. m.	125.5	100	25.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
03/08/2022	05:00 p. m.	125.5	98	27.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
04/08/2022	10:00 a. m.	125.5	87	38.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
05/08/2022	08:00 a. m.	125.5	84.5	41	Cielo despejado sin presencia de lluvia
06/08/2022	05:00 p. m.	125.5	88	37.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia
07/08/2022	06:00 p. m.	125.5	96.5	29	Cielo despejado sin presencia de lluvia
08/08/2022	03:00 p. m.	125.5	97	28.5	Cielo despejado sin presencia de lluvia

Anexo 14. Certificado de traducción de resumen

Loja, 16 de agosto de 2023.

Yo Cristian Efraín Flores Pasaca, docente de la carrera de Idioma Extranjero mención Inglés, doy a conocer por medio del presente documento que el resumen en Inglés del proyecto titulado: **“Diseño de un sistema de drenaje para el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe.”** realizado por **Cristina Judith Armijos Jiménez** con cédula: **1950112597** fue detalladamente revisado y aprobado por mi persona, es todo cuanto puede decir en honor a la verdad.

Atentamente,



Lic. Cristian Efraín Flores Pasaca.

1105164907