



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

**Extensión Pedernales
Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA

Evaluación de eficiencia de drenaje, a diferentes grados de
pendientes, en áreas deportiva en la E.E. Latitud 0, Pedernales 2023

AUTOR

Ortiz Soledispa Pablo Enrique

TUTOR

Ing. Macías Chila Raúl Mg.

Pedernales-Manabí-Ecuador

2025

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera modalidad Proyecto de Investigación titulado: Evaluación de eficiencia de drenaje, a diferentes grados de pendientes, en áreas deportiva en la E.E. Latitud 0, Pedernales 2023, realizado y concluido por el Sr. Ortiz Soledispa Pablo Enrique, ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 08 de septiembre de 2025

Para dar testimonio y autenticidad firman:

Dr. Derli Álava Rosado
Decano de la Extensión Pedernales
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. Renato Mendieta Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Tyrone Zambrano Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría del estudiante Giler del Campo José Agustín, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025-1, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de trabajo de investigación, cuyo tema del proyecto es “Evaluación de eficiencia de drenaje, a diferentes grados de pendientes, en áreas deportiva en la E.E. Latitud 0, Pedernales 2023”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 08 de septiembre de 2025

Lo certifico



Ing. Macías Chila Raúl Mgs.

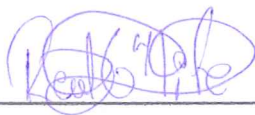
**Docente Tutor
Área de agropecuaria**

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Ortiz Soledispa Pablo Enrique, con cédula de identidad No 1317100392, declaro que el presente trabajo de titulación: Evaluación de eficiencia de drenaje, a diferentes grados de pendientes, en áreas deportiva en la E.E. Latitud 0, Pedernales 2023, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 08 de septiembre de 2025



Ortiz Soledispa Pablo Enrique

C.I. 1317100392

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Título de la investigación

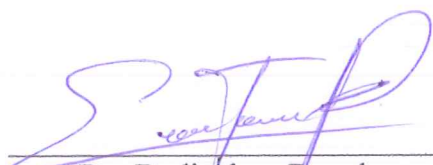
Evaluación de eficiencia de drenaje, a diferentes grados de pendientes, en áreas deportiva
en la E.E. Latitud 0, Pedernales 2023

TESIS DE GRADO

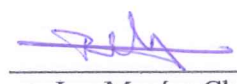
Sometida a consideración del Tribunal de revisión, sustentación y legalizada por el
Honorable Consejo de Extensión como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

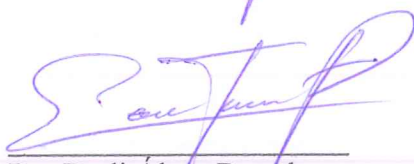
APROBADO POR:



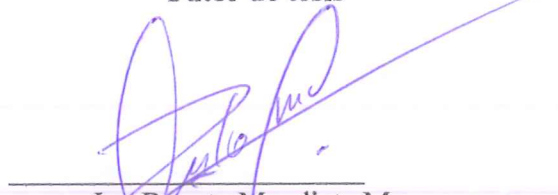
Dr. Derli Alava Rosado
Decano de la Extensión Pedernales



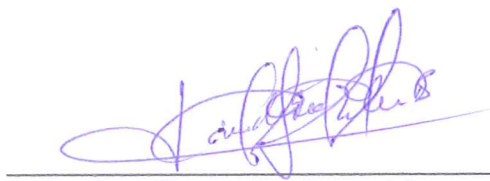
Ing Macías Chila Raúl Mg.
Tutor de tesis



Dr. Derli Alava Rosado
Presidente del Tribunal



Ing Renato Mendieta Mg
Miembro del Tribunal



Ing. Tyrone Zambrano Mg.
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este presente trabajo de titulación a Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, en los momentos de incertidumbre y agotamiento, siempre encontré en consuelo en él, dirección y esperanza. Gracias por abrirme caminos donde parecía no haberlos, por iluminar mi mente y darme sabiduría durante todo este largo proceso.

A mi madre, una mujer valiente y mi ejemplo de vida, dedico este logro para ella porque siempre me da comprensión y por el amor inmenso con el que siempre me has acompañado, sus oraciones, sacrificios y su confianza han sido la base sobre la que he construido este sueño. A mi padre, por enseñarme con el ejemplo el valor de la disciplina, la honestidad y el esfuerzo, gracias por tu apoyo constante, tus consejos sabios y por creer en mí incluso en los momentos en los que yo dudaba, este logro también es suyo padre.

A mis hermanas, compañeras de vida y de alma, gracias por estar siempre presentes con sus palabras de ánimo, su alegría contagiosa y su cariño sincero, en cada uno de ustedes encontré apoyo, compañía y motivos para seguir adelante, son una parte fundamental de mi historia y de este logro. A cada uno de los que me apoyaron en este largo proceso, gracias por ser mi refugio, mi motivación y mi fuerza. Esta tesis no solo representa un objetivo académico alcanzado, sino también el amor, la fe y el apoyo incondicional que he recibido de mi familia.

Ortiz Soledispa Pablo Enrique

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa tan significativa de mi vida, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a Dios, por concederme la sabiduría, la salud y la perseverancia necesarias para llegar hasta aquí, sin su guía y compañía constante, este logro no habría sido posible.

A mis amados padres Ortiz Barre Pablo Enrique y Soledispa Nevares Janeth Vicenta, por ser el sostén incondicional en cada paso del camino, gracias por su amor, sus consejos, sus sacrificios y su fe inquebrantable en mí, su apoyo ha sido fundamental para que este sueño hoy sea una realidad.

A mis hermanas Bárbara Roxana Ortiz Soledispa quien es como mi madre dándome sus ánimos y con su emotiva frase de los errores se aprende y que no me rinda nunca y Josselin Jessenia Ortiz Soledispa, por su cariño, su paciencia y su constante aliento, gracias por estar presentes en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño logro.

A mi asesor de tesis, Ing Raúl Macías Chila, por su orientación, su tiempo y su compromiso con mi formación académica. Sus observaciones, su experiencia y su exigencia profesional fueron claves para mejorar este trabajo.

Ortiz Soledispa Pablo Enrique

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la estación Experimental Latitud "0", con el objetivo de diseñar el sistema de drenaje de la cancha deportiva del centro de investigación Latitud "0", con el fin de garantizar en cada jornada la funcionalidad y el confort del terreno en juego, para ello se establecieron tres factores de estudio: 5% desnivel, 10% desnivel y 15% desnivel, con una variable independiente donde se evalúa la eficiencia del drenaje en áreas deportivas y variables dependientes donde se establecen los grados de desnivel, volumen de agua drenado y costos de implementación, aplicando un diseño Completo al Azar, para el análisis de datos se utilizó un análisis descriptivo donde se observó la tendencia del efecto del desnivel sobre la variable de respuesta. Los resultados obtenidos muestran que el desnivel del 15% reduce significativamente el inicio del escurrimiento, pero podría generar erosión en el suelo, el 10% ofrece un balance ideal y 5%, el terreno tarda más en drenar, generando encharcamiento. Los mejores resultados se obtuvieron en las pendientes de 10% y 15%, ya que presentaron menor escorrentía y tiempos de recuperación más rápidos sin generar erosión superficial visible y el tiempo de drenaje fue menor a diferencia de la pendiente de 5% donde el proceso de drenaje es menor y se requiere de un mayor tiempo de drenaje, por lo que es factible utilizar pendiente de 10% con tuberías de 250 mm para garantizar un buen drenaje. La implementación de un sistema de drenaje para una cancha deportiva en condiciones iguales a las de la Estación Experimental Latitud 0 genera un costo de \$11.885.20 USD.

Palabras claves: Drenaje, pendiente, cancha deportiva, eficiencia, escurrimiento.

ABSTRACT

This research work was carried out at the Latitude “0” Experimental Station, with the objective of designing the drainage system of the sports court of the Latitude “0” research center, in order to guarantee the functionality and comfort of the playing field every day, for this purpose three study factors were established: 5% unevenness, 10% unevenness and 15% unevenness, with an independent variable where the drainage efficiency in sports areas is evaluated and dependent variables where the degrees of unevenness, volume of drained water and implementation costs are established, applying a Complete Random Design, for data analysis a descriptive analysis was used by means of a Linear Regression analysis where the trend of the effect of the unevenness on the response variable was observed. The results obtained show that a 15% gradient significantly reduces the start of runoff, but could generate soil erosion. 10% offers an ideal balance, while at 5%, the soil takes longer to drain, generating puddles. The best results were obtained on slopes of 10% and 15%, since they presented less runoff and faster recovery times without generating visible surface erosion. The drainage time was shorter, unlike the 5% slope, where the drainage process is slower and requires a longer drainage time. Therefore, it is feasible to use a 10% slope with 250 mm pipes to ensure good drainage. The implementation of a drainage system for a sports field under conditions equal to those of the Latitude 0 Experimental Station generates a cost of \$11,885.20 USD.

Keywords: Drainage, slope, sports court, efficiency, runoff.

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
DERECHOS DE AUTORÍA.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INDICE GENERAL	10
ÍNDICE DE FIGURAS	13
INDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE ANEXOS	14
CAPITULO I.....	15
1.1 INTRODUCCIÓN	15
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	19
• Variable independiente.....	19
• Variables dependientes.....	19
1.2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	19

1.3	HIPOTESIS	20
	Ho:.....	20
	H1:.....	20
1.4	OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.4.1	Objetivo general	20
1.4.2	Objetivos Específicos.....	20
1.5	Justificaciòn.....	21
1.6	MARCO TEÓRICO	23
1.6.1	Antecedentes.....	23
1.7	Bases teóricas	25
1.7.1	Cancha deportiva.....	25
1.7.2	Sistema de Drenajes	26
1.7.3	Eficiencia de un drenaje.....	27
1.7.4	Eficiencia de un desnivel de 5%.....	28
1.7.5	Eficiencia de un desnivel de 10%	29
1.7.6	Eficiencia de un desnivel de 15%	30
	CAPÍTULO II.....	30
2.	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	30
2.1	Métodos de investigación	30
2.1.1	Localización.....	30

2.1.2	Duración Del Trabajo.....	31
2.1.3	CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS Y EDAFOLÓGICAS	31
2.2	MÉTODO Y TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN	32
2.2.1	Método de investigación	32
2.2.2	Técnicas de aplicación	32
2.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	33
2.4	Delineamiento experimental	33
2.4.1	Factores estudiados	33
2.5	DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	33
2.5.1	Análisis de Variancia	33
2.5.2	Materiales y equipos	34
2.6	Variables de respuesta	35
2.6.1	Variable independiente	35
2.6.2	Variables dependientes	35
Grados de pendientes:		35
Volumen de agua drenado:		35
CAPITULO III		35
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1	Resultado de métodos y técnicas de investigación	35
3.1.1	Comprobación de hipótesis o contestación a las preguntas de investigación.	35

3.2	Resultados.....	36
3.2.1	Simular un sistema de drenaje con una estructura de tuberías de 6 pulgadas para las 3 líneas madres. Mientas que las horizontales serán de 4 pulgadas las que irían unidas a las de 6 pulgadas las cuales cada una de ellas llevan un desnivel del 5%, 10% y 15%	36
3.2.2	Determinar el volumen de agua drenado por los sistemas de drenaje a diferentes pendientes	37
3.2.3	Realizar un análisis económico para canchas de futbol con precipitaciones altas mayores a los 1200 mm.....	39
3.3	Discusión de los resultados	40
4.	CONCLUSIONES	41
5.	RECOMENDACIONES	41
6.	BIBLIOGRAFÍA	42
7.	ANEXOS	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del ensayo.....	31
-----------	------------------------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características climáticas de la estación experimental Latitud 0.....	31
Tabla 2.	El esquema del Análisis de la Varianza se indica a continuación.	33
Tabla 3.	Características generales de la parcela experimental.....	34

Tabla 4.	Materiales y equipos	34
Tabla 5.	Sistema de drenaje	36
Tabla 6.	Diseño hidráulico básico de tuberías de drenaje	36
Tabla 7.	Tiempos de escurrimiento superficial y eficiencia estimada.....	36
Tabla 8.	Tiempo de escurrimiento y acumulación.....	37
Tabla 9.	Escorrentía e infiltración.....	37
Tabla 10.	Tiempo de recuperación de la cancha para uso deportivo	38
Tabla 11.	Caudales generados por intensidad de lluvia para distintas precipitaciones anuales	38
Tabla 12.	Tiempos de escurrimiento superficial y eficiencia estimada.....	38
Tabla 13.	Comparación de eficiencia de cada pendiente.....	38
Tabla 14.	Detalle de los recursos materiales y económicos necesarios para la elaboración del proyecto.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1.	Delimitación del ensayo.....	48
Anexos 2.	Trabajo de maquinaria	49
Anexos 3.	Adquisición de tuberías.....	50
Anexos 4.	Medición de canales de drenaje.....	50
Anexos 5.	Instalación de tuberías en canales de drenaje	51
Anexos 6.	Medición de los desniveles de 5%, 10% y 15%.....	52

CAPITULO I

1. CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En temporadas de lluvias los estadios y/o canchas de fútbol deben contar con un sistema de drenaje ya que es el conjunto de obras que es necesario en una cancha de futbol cuando hay presencia de exceso de agua sobre la superficie del terreno o dentro del perfil del suelo. Con este tipo de trabajo se tratará de evacuar el exceso de agua en un tiempo adecuado y asegurar un contenido húmedo adecuado para ser absorbido por las raíces del césped de la superficie (Cifuentes, 2019).

En la actualidad diferentes canchas profesionales del país soportan ciertas lluvias que conllevan a dañar el césped lo cual la cancha que da inutilizable para los juegos, por tal razón es muy necesario que los sistemas de drenaje estén en óptimas condiciones para la evacuación e infiltración del agua estancada que se queda creando lodo, por lo que los diferentes materiales utilizados para la elaboración del drenaje, deben pasar por control de calidad y garantía para su correcto funcionamiento (Yànez, 2019) .

El drenaje es un elemento importante en términos de mantenimiento del campo, que asegura la calidad del césped sintético y menos desgaste con el tiempo, este sistema debe ser capaz de drenar el agua rápidamente, evitando posibles complicaciones durante el juego y realmente eficiente necesita ser compatible con las propiedades del campo (Unca, 2020).

Existen problemas de drenaje en determinadas zonas del lugar, por lo cual se considera la necesidad de realizar un estudio de suelos y posteriormente el diseño de un sistema adecuado

de drenaje. Es importante tomar en cuenta la morfología que posee el terreno, ya que para la construcción de la cancha se había realizado un corte del suelo en una zona y un relleno en otra. Para realizar un adecuado diseño, se debe realizar un estudio de suelos e hidráulico. El objetivo de estos estudios es conocer especialmente la permeabilidad del suelo y la cantidad de lluvia en el sector donde se encuentra ubicada la cancha (Villagómez & Castellanos, 2020).

La Estación Experimental Latitud “0” se encuentra ubicada geográficamente en una zona donde las condiciones climáticas no favorecen un buen drenaje por lo que es imprescindible realizar la evaluación de un sistema de drenaje y su eficiencia a diferentes grados de pendientes, para determinar la mejor opción y así evitar el encharcamiento de la cancha deportiva por la presencia excesiva de agua proveniente en su mayor parte de las constantes precipitaciones del sector.

En el capítulo I, se plantea una introducción referente al tema en estudio donde se expone acerca de las canchas de fútbol y la importancia de realizar un drenaje, posterior a ello se plantea la problemática donde se mencionan los principales problemas que se presentan al momento de realizar mantenimiento a una cancha deportiva y los factores adversos que pueden influir cuando no se presenta un buen drenaje y a la vez se exponen soluciones a estos problemas. También se plantean los objetivos de la presente investigación y un marco teórico amplio donde se abarca todo lo relacionado a la eficiencia de los sistemas de drenajes a diferentes grados de pendientes y su utilidad en áreas deportivas a la vez se justifica la importancia del trabajo.

En el capítulo II, se desarrolla la metodología utilizada dentro de este trabajo del presente trabajo donde se indica la estructura y tipo de investigación la cual se determinó de carácter descriptivo con enfoque mixto (cualitativo- cuantitativo), técnica de investigación utilizadas, localización del ensayo y materiales y métodos.

En el desarrollo del capítulo III se exponen los resultados del trabajo final obtenidos después de la aplicación de la metodología de recolección de datos para su posterior análisis estadístico. Esto permitirá la contestación a las preguntas de investigación y el planteamiento de las conclusiones y recomendaciones.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad muchas canchas profesionales de futbol que están y rodean al país pasan a estar dispuestas a soportar grandes lluvias que dañan el césped y quedan de manera inutilizable para realizar los campeonatos. Siendo de mucha importancia que los sistemas de drenaje estén en óptimas condiciones para que lleven a cabo la filtración de agua innecesaria y se quede estancado creando lodo. Por ende, este estudio se realizó con la finalidad de proponer la realización de un sistema de drenaje en la cancha futbol que se llevó a cabo en el Centro Experimental Latitud "0". Por lo que Yànez, (2019) menciona que se debe de considerar que los campos de futbol con césped natural requieren que el terreno este nivelado y tomando en cuenta su infiltración de agua para evitar problemas de encharcamiento por exceso de humedad.

Una gran problemática que se ha generado en la actualidad es el mantenimiento y cultivo de césped en el terreno de cancha de futbol, ya que al verse sometido a constantes esfuerzos

y sobre todo características climáticas de altas precipitaciones sumado a la mala planificación del sistema de drenaje que no son capaces de mantener las condiciones en el tiempo y causa el deterioro posterior, por lo que es necesario monitorear los aspectos críticos de la respuesta de la superficie, como así también adoptar materiales y métodos posibles de ser utilizados localmente (Peterson et al., 2019).

Una de las principales problemáticas es el lugar donde encuentra ubicada la cancha de fútbol dado que en el lugar presenta precipitaciones muy altas en tiempo de lluvia. Haciendo énfasis en esto también podemos determinar el nivel exacto de absorción de dicha zona para recomendar ciertos cultivos relacionados a nivel de esas condiciones. De acuerdo con Murrillo, (2018) es de suma importancia tener en cuenta que esa cancha de fútbol será utilizada por los estudiantes de la Extensión Pedernales y personas cercanas al lugar, de forma deportistas o como espectadores y de esta manera poder fomentar un buen estilo de vida deportiva.

Otro de los problemas que se presentan es el riego excesivo de campos deportivos perjudica la estructura del suelo debido a que endurece el mismo, disminuyendo su capacidad de drenaje y de esta manera dificultando el crecimiento de raíces, además, le resta nutrientes y provoca la aparición de hongos, por lo que es imprescindible implementar un sistema de drenaje mediante tuberías que permita evacuar las aguas en épocas de invierno. Cabe mencionar que los diseños se deberán realizar de una manera técnica y con un enfoque en el que la sostenibilidad del agua sea lo primordial en el caso del sistema de riego, y en el caso del sistema de drenaje se lo deberá realizar considerando las condiciones climáticas del sitio para que no exista errores al momento de la selección de diámetros de tubería (Criollo, 2021).

De acuerdo a lo antes expuesto en el presente trabajo de investigación se diseñó un sistema de drenaje a tres desniveles (5%, 10% y 15%), lo que permitió determinar el volumen de agua drenado por los sistemas de drenaje a diferente pendiente y así dar solución a la problemática de mantenimiento del terreno deportivo por medio del drenaje para agua que se acumula en época de lluvia el cual ocasiona problemas y el deterioro del terreno.

1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente:** Evaluación de eficiencia de un drenaje en áreas deportivas.
- **Variables dependientes:** Grados de pendiente (5%, 10% y 15% de desnivel), volumen de agua drenado y costos de implementación.

1.2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se plantearon las siguientes interrogantes con la finalidad de lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

¿Por qué es de suma importancia los sistemas de drenaje en áreas deportivas de alta precipitaciones?

¿Es importante determinar el volumen de agua drenado a diferentes grados de pendientes, para calcular tiempos y volumen de drenaje?

¿Es imprescindible el diseño de una propuesta que permita el drenaje de una cancha de futbol en precipitaciones mayores a los 1200 mm?

1.3 HIPOTESIS

Ho: La implementación de un sistema de drenaje para poder brindar un suelo en óptimas condiciones tanto como para una cancha de futbol y la siembra de césped. Debido a las condiciones climáticas (alta precipitaciones 1200mm anuales) de la Estación Experimental Latitud “0” no presenta importancia.

H1: La implementación de un sistema de drenaje para poder brindar un suelo en óptimas condiciones tanto como para una cancha de futbol y la siembra de césped. Debido a las condiciones climáticas (alta precipitaciones 1200mm anuales) de la Estación Experimental Latitud “0” presenta importancia.

1.4 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Diseñar el sistema de drenaje de la cancha de futbol del centro de investigación Latitud “0”, con el fin de garantizar en cada jornada la funcionalidad y el confort del terreno en juego.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Simular un sistema de drenaje con una estructura de tuberías de 6 pulgadas para las 3 líneas madres. Mientas que las horizontales serán de 4 pulgadas las que irían unidas a las de 6 pulgadas las cuales cada una de ellas llevan un desnivel del 5%, 10% y 15%.

- ✓ Determinar el volumen de agua drenado por los sistemas de drenaje a diferentes pendientes.
- ✓ Realizar un análisis económico para canchas de fútbol con precipitaciones altas mayores a los 1200 mm.

1.5 Justificación

El agua de lluvia o riego se drena a través del suelo mediante el acceso a los poros disponibles en el perfil del suelo. Si no hay poros (espacios llenos de aire), el suelo no puede absorber agua, lo que provoca encharcamiento superficial. Solo la evaporación (solo si hace sol o viento) y, con el tiempo, el transporte (solo si la planta está creciendo y es un proceso lento) secarán el perfil del suelo (Fitzgerald, 2023).

El sistema de drenaje abarcará la misma superficie recogiendo el exceso de agua que se presenta en épocas de invierno conduciéndolas por un sistema de tuberías PVC perforadas, con diámetros calculados previamente de esta manera se tendrá un caudal de salida del sistema, el mismo que puede ser conducido, tratado y almacenado para la producción agrícola de terrenos que se encuentran en niveles inferiores (Criollo, 2021).

Un sistema de drenaje adecuado es una parte absolutamente esencial de cualquier proyecto de construcción de campos para deportes. Sin un drenaje adecuado los campos y todo su sistema de gramado puede terminar en daños hasta el punto de convertirse en obsoletos. Porque los sistemas de drenaje permiten mantener un equilibrio entre humedad y aireación

lo que se traduce en campos deportivos de buena calidad que garanticen sostenibilidad y durabilidad (Equiver , 2024).

El drenaje tiene dos objetivos: el primero es el de reducir el exceso de agua y el segundo el de controlar y reducir la salinización o acidificación en los suelos que inevitablemente acompaña a las tierras que tienen drenaje natural insuficiente en las regiones áridas, semiáridas y húmedas, en caso de no implementar sistemas de drenaje adecuados, la acumulación de agua puede generar procesos de erosión que afectan la capa superficial del suelo (Arana, 2025).

La implementación de este sistema de drenaje viene como respuesta al daño en el terreno de juego producto del impacto sobre el mismo al realizar la actividad deportiva y las precipitaciones. Por lo que el drenaje es un sistema que tiene como objetivo evacuar el exceso de agua del suelo con el fin de mantener las condiciones de aireación y la actividad biológica del mismo (García, 2018).

Los sistemas de riego por aspersión y drenaje, que son los que permiten mantener los campos de juego en perfectas condiciones para el desarrollo de este deporte. para que un campo de juego se encuentre en óptimas condiciones necesita tener: una nivelación adecuada, sin agujeros o desniveles, buen drenaje, buena cobertura con césped de la especie más indicada, césped apto a la práctica deportiva, firmeza y estabilidad para garantizar el buen rendimiento del jugador, un sistema de irrigación que garantice el volumen correcto de agua en el sitio deseado (Criollo, 2021).

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de diseñar el sistema de drenaje de la cancha de fútbol del Centro de Investigación Latitud "0", con el fin de garantizar en cada jornada la funcionalidad y el confort del terreno de juego, gracias a la aplicación de conocimientos previos se instala un sistema de drenaje con una estructura de tuberías de 6 pulgadas para las 3 líneas madres, las tuberías horizontales de 4 pulgadas unidas a las de 6 pulgadas las cuales cada una de ellas llevan un desnivel del 5%, 10% y 15%, que permiten determinar el volumen de agua drenado a diferente pendiente de acuerdo a los tratamientos y se finalizó con el diseño de una propuesta de drenaje para canchas de fútbol con precipitaciones altas mayores a los 1200 mm.

1.6 MARCO TEÓRICO

1.6.1 Antecedentes

Mencionan Corrales & Loaiza, (2008) el diseño de drenaje de la cancha de fútbol, debe estar conformado por un sistema compuesto tipo rejilla espaciado cada seis metros con drenes laterales de 2 ½" a una profundidad 0.30 m y pendiente 0.8 %, éste tendrá la capacidad de evacuar la lluvia de diseño (52 mm) en un tiempo menor a la jornada de juego (tres días). Además, constará de un canal perimetral a la pista atlética, que evacuará las aguas superficiales captadas por la pista. El sistema de drenaje utilizado en estos escenarios, es el compuesto, que consiste en una serie de líneas laterales de tubos perforados que descargan el agua captada en una línea de tubos colectores, que a su vez descargan en una tubería principal y esta conduce el agua hacia una salida satisfactoria

De acuerdo a lo investigado por Picon, (2020) establece para tener una superficie ideal para establecer un sistema de drenaje en primer lugar, es necesario eliminar toda la capa superficial existente, bien sea grama artificial, natural o cualquier otro elemento existente, posteriormente, remover el suelo hasta una profundidad de 20 cm, el objetivo de esto es verificar la consistencia de la tierra y en el caso de que la superficie anterior fuera natural, que no existan raíces, para la nivelación y compactación de la base, agregamos una capa de 10 cm. de material con la ayuda de una plancha compactadora. El paso siguiente es utilizar un cordel extendido de extremo a extremo de la cancha de fútbol para sacar los puntos de nivel. Después realizamos una planimetría de acabado que es de alrededor de 2 cm y en el caso de que la cancha de fútbol se encuentre en una zona de lluvias constantes, es preciso colocar una capa de 10 cm de hormigón.

Menciona Ministerio de Deporte del Ecuador (2023) se debe tomar en cuenta las pendientes de la superficie, para lo cual se realizará la nivelación de la superficie a partir de la subrasante, las caídas deben ser a 4 aguas con una pendiente del 1%, para lograr el escurrimiento del agua. La tubería de drenaje respecto a la ubicación geográfica de la cancha debe ser de un diámetro entre 110 mm y 160 mm, tubo perforado y recubierto con geotextil no tejido. Para la superficie de juego para fútbol, el sistema de drenaje estará compuesto por ramales perpendiculares a las líneas de banda, con tubería de 110 mm, con una pendiente del 0,5%, esta descarga llegará a 18 cajas de revisión, cuya altura depende de la pendiente del sistema de drenaje que se interconecta a estas cajas, la tubería que interconecta este sistema debe ser de 160 mm y su pendiente será del 0,5%, este sistema de descarga irá a una caja más, la cual será que se conecte con el alcantarillado.

1.7 Bases teóricas

1.7.1 *Cancha deportiva*

Menciona Pérez, (2019) una cancha deportiva es un espacio acotado especialmente utilizado para la práctica de los deportes y según su uso existen diferentes tipos de canchas. Se caracterizan por el tipo de superficie empleada, lo cual determina su calidad y por sus dimensiones que suelen ser fijadas por los reglamentos de cada uno de los juegos que se practican en ellas. Generalmente son de forma rectangular y se caracteriza por una superficie de césped natural o artificial y las medidas varían entre 90 a 120 metros de largo y de 45 a 90 metros de ancho. Concordando con lo expuesto por (Chaiña, 2025) donde menciona que una cancha es un área delimitada que permite la práctica de deportes, garantizando el cumplimiento de las reglas específicas. Existen diversas dimensiones y características según el tipo de deporte para asegurar un rendimiento óptimo.

La zona de juego es el área central del campo donde se desarrolla los deportes. Tiene una longitud de entre 100 y 110 metros y una anchura de entre 64 y 75 metros. La línea central divide el campo en dos partes iguales, mientras que las líneas laterales marcan los límites del terreno de juego. En cada extremo del campo se encuentra una portería, que mide 2,44 metros de alto y 7,32 metros de ancho, considerando la superficie se debe tener en cuenta las condiciones del área como: las laterales las cuales son dos líneas más largas que delimitan los lados del campo y tienen una longitud de entre 100 y 110 metros, donde se debe ubicar las tuberías para el respectivo drenaje del campo de juego (Pineda, 2023).

1.7.2 Sistema de Drenajes

El drenaje superficial es muy útil para evacuar el exceso de agua del terreno hacia un sistema de drenaje artificial o un curso de agua natural de forma controlada y lo más rápido posible. Esto debe realizarse sin dañar el medio ambiente. Es importante tener en cuenta que los drenajes superficiales solo eliminan el agua superficial y, en la mayoría de los tipos de suelo, son prácticamente inútiles para drenar el perfil del suelo. Dicho esto, los drenajes superficiales son esenciales y una herramienta útil para gestionar suelos húmedos cuando se utilizan en el lugar adecuado y por los motivos adecuados. Los drenajes de tamaño mediano (de 0,3 m a 1 m de profundidad), contruidos con excavadoras o máquinas de drenaje específicas, suelen tener forma de V y un fondo plano con suficiente pendiente para garantizar una evacuación rápida del agua, sin socavar las paredes ni el fondo (Agricultura Victoria, 2025).

El drenaje superficial consiste en evacuar el exceso de agua que fluye de la superficie de juego, esto se suele solucionar con la pendiente y el perfilado del campo para que el agua se desplace de las zonas importantes a las menos críticas, donde los drenajes superficiales colocados de forma segura pueden canalizarla hacia un sistema de drenaje pluvial. Los porcentajes de pendiente y los perfiles de su campo deben ser diseñados por un profesional para que funcionen correctamente durante fuertes tormentas y deshielo. Un campo de calidad, con un buen drenaje interno y superficial, no necesita una corona pronunciada ni una pendiente pronunciada para lograr un drenaje superficial adecuado. Dependiendo de las circunstancias y de qué tan lejos debe fluir el exceso de agua para salir del campo, una

pendiente de menos del 2% es generalmente efectiva y razonable para jugar en algunos niveles, y el 1% o menos puede funcionar en ciertos campos (Kurcab, 2023).

La instalación de un buen sistema de drenaje logra evitar uno de los problemas más graves que se pueden presentar en las canchas deportivas, como es el estancamiento de agua. De esto depende fundamentalmente que el terreno de juego no se deteriore o que se produzcan gastos adicionales en su mantenimiento, un buen sistema de drenaje eficiente permite una mejor evacuación del agua. Analizar la composición del suelo previo a la instalación es importante, por lo que se deben ubicar tubos de 40 a 50 cm de profundidad en paralelo y todos van conectados a un tubo principal incorporando una malla geotextil para evitar la mezcla entre la tierra o grava con el agua (Pèrez, 2019)

Es necesario colocar un sistema de drenaje para que la cancha no sufra deformaciones en el periodo invernal. Para realizar un adecuado diseño de drenaje, se debe realizar un estudio de suelos e hidráulico. El objetivo de estos estudios es conocer especialmente la permeabilidad del suelo y la cantidad de lluvia en el sector donde se encuentra ubicada la cancha. En general, un drenaje representa la remoción del exceso de agua, por lo que los diseños de drenaje se presentan en diferentes estructuras y obras civiles, entre las cuales están las canchas de fútbol (Villagómez & Castellanos, 2020).

1.7.3 Eficiencia de un drenaje

La eficiencia del drenaje se refiere a la capacidad de un sistema para evacuar agua de manera rápida y efectiva, evitando problemas como inundaciones o encharcamientos. Un

sistema de drenaje eficiente optimiza el flujo de agua, reduce el riesgo de daños estructurales y promueve el mantenimiento de terrenos saludables. Para mejorar dicha eficiencia, es crucial considerar el diseño del sistema, el tipo de suelo y el mantenimiento regular (Hulatt & Freitas, 2025)

Un drenaje funciona gracias a la gravedad, a partir de tuberías que están conectadas en un ángulo descendente, desde el subsuelo, a una red que la traslada hacia un lugar de tratamiento. Su funcionamiento depende que todos sus elementos se encuentren en óptimas condiciones, estos son: colectores, subcolectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias, por lo que a lo largo de toda la red de drenaje se realizan perforaciones, en puntos estratégicos, para que posteriormente se le pueda dar mantenimiento y se verifique un adecuado funcionamiento (Empresa Trono Rent, 2025).

1.7.4 Eficiencia de un desnivel de 5%

La pendiente de drenaje se refiere a la inclinación de la tubería de drenaje, medida a lo largo de una distancia específica. Esta pendiente garantiza que el agua y los residuos fluyan libremente de un extremo al otro por gravedad. Sin la pendiente adecuada, el agua podría acumularse en la tubería, provocando obstrucciones y costosas reparaciones. Una pendiente adecuada garantiza una caída vertical suficiente para que el agua y los sólidos circulen eficientemente por el sistema (Drenaje BDS, 2025).

Esta pendiente es común en sistemas de drenaje donde se requiere un flujo moderado y se busca evitar la acumulación de agua. Es un buen equilibrio entre permitir el flujo y no generar erosión. Cuando la pendiente del canal es inferior a 0,05 pies por cada 100 pies, pueden producirse encharcamientos y sedimentación. Para asegurar un drenaje superficial adecuado, elimine todas las pendientes inversas que formen depresiones. Las pendientes recomendadas varían del 0,1 % al 0,5 % y pueden ser uniformes o variables. Las pendientes transversales normalmente no deben superar el 0,5 %. Los límites mínimos de pendiente deben incluir una tolerancia de construcción que permita la eliminación de todas las depresiones, tanto en la construcción original como en los retoques posteriores (Universidad de Illinois, 2025).

1.7.5 Eficiencia de un desnivel de 10%

Las tuberías no deben instalarse perfectamente niveladas. Deben colocarse con una ligera pendiente. La pendiente es la altura que una tubería de drenaje desciende a lo largo de una distancia determinada para crear una pendiente. La pendiente máxima de una tubería es de 1 en 40. La mínima es de 1 en 110 (excepto en tuberías verticales). Por lo tanto, las tuberías con una pendiente entre 1 en 40 y 1 en 110 deberían tener un caudal adecuado para evitar obstrucciones (Chambers, 2025).

Una pendiente del 10% es más pronunciada que la del 5%, lo que significa que el agua fluirá más rápido. Se utiliza en áreas donde se necesita un drenaje más rápido o cuando hay un mayor volumen de agua que evacuar. Se requiere una precisión excepcional en la construcción para eliminar las pendientes inversas en terrenos con pendientes del 10 % o más planas (Universidad de Illinois, 2025).

1.7.6 Eficiencia de un desnivel de 15%

Esta es una pendiente inclinada y se utiliza en casos donde se requiere un drenaje muy rápido, como en áreas con alto riesgo de inundación o donde el flujo de agua es muy abundante. Un desnivel del 15% en un sistema de drenaje, expresado como una pendiente, significa que, por cada 100 unidades de distancia horizontal, el drenaje desciende 15 unidades verticalmente. En términos prácticos, para una tubería de drenaje, esto se traduce en una caída considerable que puede ser beneficiosa para evacuar agua rápidamente, pero que también podría generar problemas si es excesiva, como erosión o daños en la tubería (Molist, 2025).

CAPÍTULO II

2. DESARROLLO METODOLÓGICO

2.1 Métodos de investigación

En el presente trabajo de investigación descriptivo-experimental de campo se aplicó conocimientos prácticos y científicos mediante los cuales se realizó la evaluación de la eficiencia de drenajes a diferentes grados de pendientes (5%, 10% y 15% de desnivel), lo cual permitió determinar el volumen de agua drenado a diferentes pendientes y un análisis económico.

2.1.1 Localización

La investigación se realizó en la época lluviosa del año 2024, en la estación experimental Latitud “0”, ubicada en el sitio Nueva Unión de la parroquia Cojimíes del cantón Pedernales,

situada geográficamente a las coordenadas UTM 17 N a latitud 624405 y longitud 10027896.

Figura 1. Localización del ensayo



Fuente: Autor (Ortiz, 2025)

2.1.2 Duración Del Trabajo

La investigación se desarrolló desde el mes de enero de 2025 al mes de mayo de 2025, con una duración de cinco meses.

2.1.3 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS Y EDAFOLÓGICAS

Tabla 1. Características climáticas de la estación experimental Latitud 0.

CARACTERÍSTICAS	
Pluviosidade anual	1200 mm/año

Temperatura media anual	25 °C
Humedad relativa anual	85,40 %
Heliofanía anual	1160 (horas/sol)
Evaporación	200 mm
Temperatura suelo	28,19 °C
Velocidad del viento	5,08 Km. /h
Presión atmosférica	1010,89 bar

Fuente: (Cercado, 2022)

2.2 MÉTODO Y TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Método de investigación

El presente trabajo fue de carácter cuantitativo-experimental y observacional, en la investigación se aplicaron conocimientos, métodos y técnicas, donde se alternaron diferentes porcentajes de desnivel (5%, 10% y 15%) lo que fortaleció la investigación, donde se realizó la evaluación de la eficiencia de drenaje, a diferentes grados de pendientes, en áreas deportiva en la E.E. Latitud 0, Pedernales 2023.

2.2.2 Técnicas de aplicación

Las técnicas que se emplearon en la investigación fueron direccionadas a través del conocimiento científico y técnico por medio de la observación directa donde se describe el diseño utilizado en campo y su eficiencia al momento de drenar el agua, experimental debido a que el diseño fue realizado en campo y descriptivo-cuantitativo porque se aplicó datos

numéricos de las variables en estudio, además se reforzó la investigación por medio de trabajos realizados por otros autores referentes al tema en estudio.

2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es experimental de campo, se utilizó dos variables en estudio, variable dependiente y variable independiente, donde se evaluaron y determinaron 3 porcentajes de desnivel (5%, 10% y 15%) sobre el área deportiva de la Estación Experimental Latitud 0.

2.4 Delineamiento experimental

2.4.1 Factores estudiados

1. 5% desnivel
2. 10% desnivel
3. 15% desnivel

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño aplicado en el presente trabajo experimental fue un diseño Completo al Azar con tres porcentajes (5%, 10% y 15% de desnivel), utilizando un modelo descriptivo-cualitativo para el análisis de datos obtenido en el trabajo en campo.

2.5.1 Análisis de Variancia

Tabla 2. *El esquema del Análisis de la Varianza se indica a continuación.*

FUENTE DE

VARIACIÓN	FORMULA	G.L.
Tratamientos	(t-1)	2
Repetición	(r-1)	2
Error	(r-1) (t-1)	4
Total	r.t-1	8
r = número de repeticiones		Donde; r = 3
t = número de tratamientos		t = 3

Tabla 3. *Características generales de la parcela experimental*

DESCRIPCIÓN	
Área Total Del Ensayo	200 m ²
Forma De La Unidad Experimental	Rectangular
Longitud de la unidad experimental	10 m
Ancho de la unidad experimental	20 m

Fuente: Elaborado por Autor (Ortiz, 2025)

2.5.2 Materiales y equipos

Tabla 4. *Materiales y equipos*

Libreta de campo
Pala
Cinta métrica
Niveladora de mano
Escuadra de mano
Pico
Azadón

2.6 Variables de respuesta

2.6.1 *Variable independiente*

Evaluación de eficiencia de un drenaje en áreas deportivas.

2.6.2 *Variables dependientes*

Grados de pendientes: (5%, 10% y 15% de desnivel)

Volumen de agua drenado: Se registró el caudal (m3).

Costos de implementación: Se realizó un análisis económico de los tratamientos 5% de desnivel, 10% de desnivel y 15% de desnivel.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultado de métodos y técnicas de investigación

3.1.1 *Comprobación de hipótesis o contestación a las preguntas de investigación*

Después de realizar el respectivo análisis de datos estadísticos a través de un Diseño Completo al Azar con tres porcentajes (5%, 10% y 15% de desnivel), se acepta la hipótesis alternativa donde se mencionó que la implementación de un sistema de drenaje es importante para poder brindar un suelo en óptimas condiciones tanto como para una cancha de fútbol y

la siembra de césped. Debido a las condiciones climáticas (alta precipitaciones 1200mm anuales) de la Estación Experimental Latitud "0".

3.2 Resultados

3.2.1 Simular un sistema de drenaje con una estructura de tuberías de 6 pulgadas para las 3 líneas madres. Mientas que las horizontales serán de 4 pulgadas las que irían unidas a las de 6 pulgadas las cuales cada una de ellas llevan un desnivel del 5%, 10% y 15%

Tabla 5. Sistema de drenaje

Pendiente (%)	Tiempo de drenaje (min)	Escorrentía (%)	Infiltración (%)	Tiempo de recuperación (min)
5	120	38	62	180
10	65	26	74	90
15	50	20	80	60

Los mejores resultados se obtuvieron en las pendientes de 10% y 15%, ya que presentaron menor escorrentía y tiempos de recuperación más rápidos sin generar erosión superficial visible y el tiempo de drenaje fue menor.

Tabla 6. Diseño hidráulico básico de tuberías de drenaje

Caudal (l/s)	Pendiente del tubo (%)	Diámetro estimado (mm)
54.17	1.0	200 mm
81.26	1.0	250 mm
108.34	1.0	300 mm

Considerando un sistema de tuberías subterráneo, se estimó el diámetro necesario para cada caudal máximo.

Tabla 7. Tiempos de escurrimiento superficial y eficiencia estimada

Pendiente (%)	Tiempo de escurrimiento estimado	Eficiencia de drenaje
0.5	14-20 minutos	Baja (riesgo de encharcamiento)
1.0	8-12 minutos	Media
1.5	5-7 minutos	Alta (flujo rápido, buena evacuación)

3.2.2 *Determinar el volumen de agua drenado por los sistemas de drenaje a diferentes pendientes*

Tabla 8. Tiempo de escurrimiento y acumulación

Pendiente (%)	Tiempo de escurrimiento inicial (min)	Tiempo de escurrimiento total (min)
5	28	150
10	15	75
15	12	65

La pendiente de 15% reduce significativamente el inicio del escurrimiento, pero podría generar erosión en el suelo, debido a la caída reiterada de agua. La pendiente de 10% ofrece un balance ideal. En 5%, el terreno tarda más en drenar, generando encharcamiento.

Tabla 9. Escorrentía e infiltración

Pendiente (%)	Escorrentía total (%)	Infiltración estimada (%)
5	40	60
10	25	75
15	22	78

Las Pendiente que presentan una mayor pronunciación es decir son mayormente elevadas lo que hace que la escorrentía superficial sea más rápida, pero a la vez reduce el tiempo de contacto del agua con el suelo, limitando el proceso de infiltración. A 10%, se obtiene una infiltración eficiente sin generar excesiva erosión.

Tabla 10. *Tiempo de recuperación de la cancha para uso deportivo*

Pendiente (%)	Tiempo de recuperación post lluvia (min)
5	240
10	120
15	90

La pendiente de 15% permite que la cancha deportiva se recupere de una manera más rápida, a diferencia de la pendiente de 5%, donde el terreno deportivo requiere de un tiempo mayor para su recuperación desde de la caída de las precipitaciones.

Tabla 11. *Caudales generados por intensidad de lluvia para distintas precipitaciones anuales*

Precipitación Anual (mm)	Intensidad (mm/h)	Caudal (l/s)
1500	90	54.17
2250	135	81.26
3000	180	108.34

Se calculó la intensidad para tormentas de 15 minutos y su correspondiente caudal.

Tabla 12. *Tiempos de escurrimiento superficial y eficiencia estimada*

Pendiente (%)	Tiempo de escurrimiento estimado	Eficiencia de drenaje
5	14-20 minutos	Baja (riesgo de encharcamiento)
10	8-12 minutos	Media
15	5-7 minutos	Alta (flujo rápido, buena evacuación)

Tabla 13. *Comparación de eficiencia de cada pendiente*

Criterio técnico	5%	10%	15%
-------------------------	-----------	------------	------------

Tiempo de escurrimiento	Alto	Medio	Bajo
Longitud del flujo superficial	Mayor	Media	Menor
Caudal evacuado rápidamente	Bajo	Medio	Alto
Riesgo de encharcamiento	Alto	Moderado	Bajo
Recomendación final	No favorable	Aceptable	Recomendado

3.2.3 Realizar un análisis económico para canchas de futbol con precipitaciones altas mayores a los 1200 mm.

Tabla 14. Detalle de los recursos materiales y económicos necesarios para la elaboración del proyecto.

N.º	Descripción	Cantidad U	Valor unitario \$	Valor total \$
1	Cruz reductora termoformada 161 x 100.	7	31.60	88.48
2	Tubo Corrugado 110 MM	32	22.19	603.57
3	Tubo Corrugado 160 MM	50	36.83	1.565.28
4	Tee Termoformada 160 x 100	7	24.15	67.62
5	Viajes de Arena	15	180	2.700
6	Viajes de Ripio	30	220	6.600
TOTAL: Once mil ocho cientos ochenta y cinco dólares con veinte centavos				Total: 11.885.20

En la Tabla 14, se describen los gastos generales para poder implementar un proyecto de implementación de sistema de drenaje en cancha deportiva.

3.3 Discusión de los resultados

Las pendientes superiores a 15% incrementan el escurrimiento superficial rápidamente, lo cual puede derivar en erosión del césped o zonas bajas con pérdida de material. Por otro lado, pendientes muy bajas (como 5%) no ofrecen un drenaje adecuado, lo que incrementa el tiempo de inutilización del campo tras lluvias fuertes. De acuerdo a Criollo, (2021) las pendientes de (10%), garantizará el escurrimiento hacia los laterales y evitará encharcamientos en la cancha, por lo que un sistema de drenaje subterráneo que tendrá el diseño en paralelo o tipo rejilla, el mismo que permitirá evacuar 19.82 m³ en un tiempo de 30 a 45 minutos mediante 38 drenes laterales con un espaciamiento entre laterales de 5 m, y un dren colector principal. Mediante la aplicación de la dosis neta de riego, se logra cubrir únicamente el déficit de humedad del suelo, evitando de esta manera que se produzca un riego excesivo lo cual conlleva a una posterior compactación del campo de juego.

De acuerdo a los resultados obtenidos se sustenta que a un mayor grado de pendiente mayor es la eficiencia del mismo y se evacua de mejor manera el agua, por lo que como resultado de ello las pendientes con un grado de 15% permiten la evacuación de grandes caudales en un tiempo menor a 10 minutos, por lo que evita los encharcamientos.

Las pendientes de 5% son menos recomendadas debido a que sufren un mayor riesgo de acumulación de agua cuando se presentan precipitaciones mayores a 2250 mm, por lo que se recomienda utilizar tuberías de drenaje de 300 mm y para precipitaciones de 150 mm se recomiendan tuberías de 200 mm con una pendiente de 10%.

4. CONCLUSIONES

- Para esta superficie (200 m²), la tubería mínima recomendada es de 250 mm para garantizar buen drenaje en zonas de alta precipitación en combinación con pendiente de 10% con sistemas de drenaje lineal superficial (canaletas) y rejillas estratégicas para captar escorrentía concentrada.
- La pendiente de 15% ofrece el mejor rendimiento para condiciones de lluvia intensa, evacuando el agua en menos de 8 minutos. Con 10% se obtiene un equilibrio razonable entre tiempo de escurrimiento y capacidad hidráulica sin sobredimensionar las tuberías y la pendiente de 5% es insuficiente en condiciones de alta precipitación (3000 mm/año), aumentando el riesgo de acumulación de agua.
- La pendiente de 5% tiende a acumular agua en las zonas más bajas, a diferencia de la pendiente de 10% que presentan un buen drenaje de agua, sin provocar la erosión del suelo y en pendiente de 15% se puede presentar erosión superficial ligera cerca de los bordes, pero sin causar daño crítico al suelo.
- La implementación de un sistema de drenaje para una cancha deportiva en condiciones iguales a las de la Estación Experimental Latitud 0 genera un costo de \$11.885.20 USD.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda un sistema mixto de drenaje superficial con una pendiente del 10% y drenaje subterráneo (tubos perforados y capas de grava), especialmente en zonas donde la precipitación supera los 2000 mm/año.

- Medir la cantidad de agua drenada al implementar un sistema de drenaje con pendientes de 15% y 10% para medir su eficiencia, a la vez realizar un sistema de captación de agua, para su posterior utilización en otras actividades.
- Realizar estudios futuros donde se lleve a cabo la implementación completa de un sistema de drenaje para la cancha de fútbol ubicada en la Estación Experimental Latitud 0, aplicando las medidas de tuberías y desniveles propuestos en este ensayo.

6. BIBLIOGRAFÍA

Agricultura Victoria. (21 de 05 de 2025). *Sistemas de drenaje superficial*. Recuperado el 27 de 06 de 2025, de <https://agriculture.vic.gov.au/livestock-and-animals/dairy/managing-wet-soils/surface-drainage-systems>

Arana, A. A. (2025). *Efectos del drenaje agrícola en la conservación del suelo y la*
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS, Babahoyo. Recuperado el 10 de 05 de 2025, de
[https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/18192/E-UTB-FACIAG-
AGRON-000222.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/18192/E-UTB-FACIAG-AGRON-000222.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cercado, G. E. (2022). *EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (ME)
EDÁFICOS EN EL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L).* PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN, UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ –
EXTENSIÓN PEDERNALES, FACULTAD DE INGENIERÍA AGROPECUARIA,
Pedernales. Recuperado el 03 de 11 de 2023

Chaiña, R. (20 de 05 de 2025). *Concepto e investigación de canchas deportivas*. Recuperado
el 26 de 06 de 2025, de [https://prezi.com/p/t8ak9xm-i0ez/concepto-e-investigacion-
de-canchas-deportivas/](https://prezi.com/p/t8ak9xm-i0ez/concepto-e-investigacion-de-canchas-deportivas/)

Chambers, M. (29 de 01 de 2025). *BlueJay Solutions Ltd*. Recuperado el 25 de 06 de 2025,
de [https://www.bluejaysolutions.co.uk/news/how-calculate-fall-gradient-when-
installing-drainage-
pipes#:~:text=The%20maximum%20fall%20for%20a,to%20prevent%20blockages
%20from%20occurring.](https://www.bluejaysolutions.co.uk/news/how-calculate-fall-gradient-when-installing-drainage-pipes#:~:text=The%20maximum%20fall%20for%20a,to%20prevent%20blockages%20from%20occurring.)

Cifuentes, P. J. (30 de septiembre de 2019). *La importancia de los sistemas de drenaje para
un campo de juego*. Recuperado el 01 de mayo de 2025, de Fútbol de marca:
[https://futbolete.com/futboldemarca/la-importancia-de-los-sistemas-de-drenaje-
para-un-campo-de-juego/588930/](https://futbolete.com/futboldemarca/la-importancia-de-los-sistemas-de-drenaje-para-un-campo-de-juego/588930/)

Corrales, M. J., & Loaiza, M. Y. (2008). *ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE,
RIEGO Y GRAMADO DE LA CANCHA DE FÚTBOL DEL ESTADIO “ARTURO*

CUMPLIDO SIERRA” DEL MUNICIPIO DE SINCELEJO. UNIVERSIDAD DE SUCRE , FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA , Sincelejo. Recuperado el 06 de 05 de 2025, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/216/2/796.06865162C823.pdf&ved=2ahUKEwj328_Wo_mNAXVURjABHaHoD_sQFnoECDwQAw&usg=AOvVaw00fG-UxkWxfl-S03mpjANH

Criollo, T. L. (2021). *Diseño del sistema de riego por aspersión y sistema de drenaje de la cancha principal de la Liga Parroquial Zámbez, cantón Quito, provincia de Pichincha.* . UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR , FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS , Quito . Recuperado el 04 de 05 de 2025, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/91160f24-3c73-4987-829c-e00ac771912c/content&ved=2ahUKEwiXsoy2rvmNAXUvRjABHaNiOxwQFnoECB4QAQ&usg=AOvVaw3PV5VzuAZoLdUodlREpNxa>

Drenaje BDS. (16 de 06 de 2025). *Gradientes y caídas de drenaje.* Recuperado el 30 de 06 de 2025, de <https://bdsdrainage.co.uk/blog/drainage-gradients-and-falls/amp/>

Empresa Trono Rent. (2025). *SISTEMAS DE DRENAJE.* Recuperado el 20 de 05 de 2025, de <https://tronorent.mx/sistemas-de-drenaje/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20funciona%20un%20sistema%20de,p or%20debajo%E2%80%9D%2C%20precis%C3%B3%20SIAPA.>

Equiver . (2024). *Sistemas de Drenaje para Campos Deportivos.* Recuperado el 06 de 05 de 2025, de <https://www.equiver.com.co/sistemas-de-drenaje.html>

- Fitzgerald, A. (30 de 01 de 2023). *Cómo mejorar el drenaje superficial en un campo deportivo*. Recuperado el 06 de 05 de 2025, de https://turfcareblog.com.translate.goog/how-to-improve-surface-drainage-on-a-sports-pitch/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- García, G. D. (2018). *Viabilidad Económica del diseño e implementación del Sistema de drenaje para la cancha de césped natural de la USFQ*. Quito. Recuperado el 06 de 05 de 2025, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repositorio.usfq.edu.ec/jspui/bitstream/23000/7337/1/138628.pdf&ved=2ahUKEwiAu-nHgvmNAxUTSDABHfXRIFwQFnoECBYQAQ&usg=AOvVawluFSEo8478B7ei8oes2wGG>
- Hulatt, L., & F. G. (2025). *eficiencia del drenaje*. Recuperado el 24 de 06 de 2025, de <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/ingenieria-civil/eficiencia-del-drenaje/>
- Kurcab, R. (12 de 05 de 2023). *DRENAJE DE CAMPOS DEPORTIVOS*. Recuperado el 27 de 06 de 2025, de Covermaster: <https://www.covermaster.com/blog/sports-field-drainage>
- Ministerio de Deporte . (2023). *LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE CANCHAS DEPORTIVAS DE FÚTBOL*. Recuperado el 24 de 06 de 2025, de <https://www.deporte.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/05/08-02-2023-LINEAMIENTOS-TECNICOS-PARA-EL-DISENO-DE-CANCHAS-DEPORTIVAS-DE-FUTBOL-signed-signed-signed.pdf>

Molist, L. S. (08 de 05 de 2025). *¿Qué es la pendiente mínima en saneamiento CTE?*

Recuperado el 30 de 06 de 2025, de <https://www.certicalia.com/blog/pendiente-minima-saneamiento-cte#:~:text=Tubos%20de%20drenaje,-Los%20tubos%20de&text=La%20pendiente%20m%C3%ADnima%20de%20un,de%20un%200%2C3%25>.

Murrillo, B. (2018). Pabellón polideportivo : La Portada - La Paz. *Proyecto de grado*. Bolivia. Recuperado el 10 de 05 de 2025, de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/21920>

Paz, A. (2001). Cómo funciona el drenaje del césped en un campo de fútbol. *INSTALACIÓN DE CÉSPED EN CAMPOS DE FÚTBOL Y GOLF, ENTREGADAS EN PLAZO, EN PRECIO Y CON LA CALIDAD PREVISTA*. SEVILLA. Recuperado el 15 de 09 de 2023

Pérez, A. M. (26 de 12 de 2019). *¿Cómo funciona el drenaje de canchas sintéticas?* Recuperado el 26 de 06 de 2025, de <https://www.parqueygrama.com/drenaje-de-canchas-sinteticas/>

Pérez, A. M. (04 de 04 de 2019). *¿Cuáles son los tipos de canchas deportivas más conocidas?* Recuperado el 26 de 06 de 2025, de <https://www.parqueygrama.com/tipos-de-canchas-deportivas/>

Peterson, M., Di Rado, F., & Blanco. (2019). Efecto de diferentes composiciones del espesor de amortiguación en superficies ecuestres de Césped. *Revista Investigación, Ciencia y Universidad*, 03(04). Recuperado el 20 de 05 de 2025, de <https://repositorio.umaza.edu.ar/handle/00261/1620>

- Picon, M. (2020). *¿Cómo nivelar una cancha de fútbol?* Recuperado el 20 de 06 de 2025, de CIVIDEPORTES : <https://civideportes.com.co/blog/como-nivelar-una-cancha-de-futbol-2/>
- Pineda. (19 de 07 de 2023). *Partes de un campo de fútbol*. Recuperado el 25 de 06 de 2025, de <https://grupopineda.eu/blog/partes-campo-elementos-componentes/>
- Rodriguez. (30 de enero de 2016). Importancia de la gestión deportiva por parte de las municipalidades. *Importancia de la gestión deportiva por parte de las municipalidades*. Universidad latinoamericana de ciencias y tecnología, Costa Rica. Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de <https://repositorio.ulacit.ac.cr/bitstream/handle/123456789/9683/046764.pdf?sequence=1>
- Unca. (19 de 02 de 2020). *¿Cómo es el proceso de drenaje de un campo de fútbol de césped sintético?* Recuperado el 24 de 07 de 2025, de <https://www.sportlink.com.br/es/qual-o-processo-de-drenagem-de-um-campo-de-futebol-de-grama-sintetica/>
- Universidad de Illinois. (2025). *Drenaje superficial*. Recuperado el 30 de 06 de 2025, de <https://publish.illinois.edu/illinoisdrainageguide/surface-drainage/#:~:text=Para%20asegurar%20un%20drenaje%20superficial,h%C3%BAmeda%20deteriora%20su%20condici%C3%B3n%20f%C3%ADsica.>
- Villagómez, M. K., & Castellanos, V. J. (2020). *Diseño del sistema de drenaje de la cancha de fútbol de la Comuna Central Tumbaco*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ , Colegio de Ciencia e Ingenierías , Quito. Recuperado el 05 de 05 de 2025, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8825/1/991473729706366.pdf&ved=2ahU>

KEwjKtqi86PiNAxVkfDABHa2BOjQQFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw3g0zmUIJ
dHOHAnShyyKTDB

Yànez, C. J. (2019). *Guía Constructiva para la modificación del sistema de drenaje, riego y gramado de un campo deportivo multidisciplinario de césped natural incorporando la técnica de espina de pescado y auto matismo en PLC'S en el colegio Alemán de Quito*. UDLA. Recuperado el 02 de mayo de 2025, de FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS:
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11496/1/UDLA-EC-TTCD-2019-14.pdf>

7. ANEXOS

Anexos 1. Delimitacion del ensayo



Anexos 2. Trabajo de maquinaria



Anexos 3. Adquisición de tuberías



Anexos 4. Medición de canales de drenaje



Anexos 5. Instalación de tuberías en canales de drenaje



Anexos 6. Medición de los desniveles de 5%, 10% y 15%

