

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA GEOCELDAS STEP CON LA APLICACIÓN DE MÉTODOS BISHOP, JANBÚ EN LOS PARÁMETROS DE LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN LA REPRESA GALLITO CIEGO – CAJAMARCA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Alex Manuel Carrera Rojas

Asesor:

Mg. Ing. José Alexander Ordoñez Guevara

Lima - Perú

2022

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor digite el nombre del asesor, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Elija un elemento, Carrera profesional de Elija un elemento, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- *Apellidos y nombres de los estudiantes*
- 

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto* para aspirar al título profesional de: digite el título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado  
Presidente

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

## DEDICATORIA

- La presente tesis está dedicada a Dios, por permitirme lograr uno de mis sueños y seguir adelante con mis objetivos trazados como profesional.
- A mis padres quienes, me brindan todo el apoyo incondicional de manera desinteresada, hicieron todo posible a ser cumplir mis sueños anhelados y poder enfrentar cualquier desafío que la vida nos presenta.

## AGRADECIMIENTO

- Agradecer de manera muy especial a la Universidad Privada del Norte abrirme sus puertas y poder por brindarme su apoyo de manera incondicional para poder realizar mis estudios superiores y seguir contribuyendo en el mundo de la educación.
- Además, quisiera agradecer infinitamente a todos los docentes de la Universidad Privada del norte quienes brindan su mejor enseñanza y forjando en nuestra carrera profesional.
- También agradecer de manera especial al ing. Alexander Ordoñez Guevara; por el apoyo desinteresado en las asesorías para la elaboración de la presente tesis.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> <i>Aplicación de Geoceldas el Perú y el mundo.</i> .....	16
<b>Tabla 2:</b> <i>Esfuerzo de los taludes.</i> .....	24
<b>Tabla 3:</b> <i>Valores que determinan la estabilidad de un talud</i> .....	25
<b>Tabla 4:</b> <i>Clasificación del parámetro de la pendiente (sp).</i> .....	27
<b>Tabla 5:</b> <i>Control de la cantidad de masas en movimiento</i> .....	27
<b>Tabla 6:</b> <i>Datos técnicos de la geocelda</i> .....	44
<b>Tabla 7:</b> <i>Medidas técnicas de la geocelda.</i> .....	44
<b>Tabla 8:</b> <i>Comparar las ventajas en las instalaciones del sistema de Geoceldas y el sistema Tradicional.</i> .....	46
<b>Tabla 9:</b> <i>Comparar los beneficios en las instalaciones del sistema de Geoceldas y el sistema Tradicional.</i> .....	46
<b>Tabla 10:</b> <i>Características del talud para el diseño con Geocelda</i> .....	48
<b>Tabla 11:</b> <i>Características geotécnicas para el diseño con Geocelda</i> .....	48
<b>Tabla 12:</b> <i>Tipo de geocelda para el diseño con Geoceldas.</i> .....	48
<b>Tabla 13:</b> <i>Parámetros empleados para determinar la altura de la geocelda</i> .....	49
<b>Tabla 14:</b> <i>Parámetros empleados para determinar el largo del panel de Geocelda (LP).</i> 50	
<b>Tabla 15:</b> <i>Parámetros empleados para determinar la ecuación de la fuerza del deslizamiento de la represa.</i> .....	50
<b>Tabla 16:</b> <i>Parámetros empleados para determinar las dimensiones de la zanja de anclaje.</i> .....	50
<b>Tabla 17:</b> <i>Parámetros empleados para determinar el número de ganchos de anclaje por ancho de panel</i> .....	51
<b>Tabla 18:</b> <i>Procesos constructivos de la Geocelda.</i> .....	52
<b>Tabla 19:</b> <i>Materiales, herramientas y equipos a utilizar en la instalación de geoceldas ..</i> 55	
<b>Tabla 20:</b> <i>Parámetros para diseñar la estabilidad de taludes</i> .....	56
<b>Tabla 21:</b> <i>Datos del pie de talud en suelos homogéneos.</i> .....	56
<b>Tabla 22:</b> <i>Datos del final del talud 1 y 2 en suelos homogéneos</i> .....	56

<b>Tabla 23:</b> <i>Coordenadas del centro del talud en suelos homogéneos.</i> .....	57
<b>Tabla 24:</b> <i>Distancia entre el pie y final del talud 2 en suelos homogéneos.</i> .....	58
<b>Tabla 25:</b> <i>Distancia entre el centro y final del talud 2 en suelos homogéneos.</i> .....	58
<b>Tabla 26:</b> <i>Ángulo entre el pie y el final del talud respecto al centro en suelos homogéneos.</i> .....	58
<b>Tabla 27:</b> <i>Ángulo de inclinación 1 en suelos homogéneos.</i> .....	59
<b>Tabla 28:</b> <i>Ángulo de inclinación 2 en suelos homogéneos.</i> .....	59
<b>Tabla 29:</b> <i>Coefficientes sísmicos y sobrecarga en suelos homogéneos.</i> .....	60
<b>Tabla 30:</b> <i>Peso volumétrico del agua en suelos homogéneos.</i> .....	60
<b>Tabla 31:</b> <i>Altura del nivel freático tomando como referencia el pie del talud (m) en suelos homogéneos.</i> .....	60
<b>Tabla 32:</b> <i>Datos del pie de talud en suelos heterogéneos.</i> .....	60
<b>Tabla 33:</b> <i>Datos del final del talud 1 y 2 en suelos heterogéneos.</i> .....	60
<b>Tabla 34:</b> <i>Coordenadas del centro en suelos heterogéneos.</i> .....	61
<b>Tabla 35:</b> <i>Datos de la sobrecarga de suelos heterogéneos.</i> .....	61
<b>Tabla 36:</b> <i>Peso volumétrico nivel freático en suelo heterogéneo.</i> .....	61
<b>Tabla 37:</b> <i>Altura del nivel freático tomando como referencia el pie del talud (m), suelos heterogéneos.</i> .....	61
<b>Tabla 38:</b> <i>Resumen de resultados de los métodos Bishop y Janbú de un talud homogéneo</i> .....	64
<b>Tabla 39:</b> <i>Factores de seguridad recomendados para taludes nuevos según la escala establecida de acuerdo a los pobladores:</i> .....	65
<b>Tabla 40:</b> <i>Fallas de taludes que aborda el riesgo para la vida.</i> .....	65
<b>Tabla 41:</b> <i>Fallas de taludes que aborda el riesgo económico.</i> .....	66
<b>Tabla 42:</b> <i>Riesgo de vida.</i> .....	66
<b>Tabla 43:</b> <i>Riesgo económico.</i> .....	66
<b>Tabla 44:</b> <i>Costos y presupuesto para la instalación del sistema con Geoceldas.</i> .....	68
<b>Tabla 45:</b> <i>Análisis de costos y presupuesto para instalación con el sistema tradicional.</i> ..	69
<b>Tabla 46:</b> <i>Intervalo de tiempo de la estabilización de taludes.</i> .....	71



<i>Tabla 47: Comparación de métodos Bishop y Janbú. ....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 48: Presupuesto del sistema con Geoceldas. ....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 49: Presupuesto del sistema tradicional. ....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 50: Comparar estructuras sin relleno y con relleno. ....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 51: Operacionalización de variables: ....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 52: Ángulo de fricción interna de diferentes materiales. ....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 53: Presupuesto Final de Instalación de geoceldas ....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 54: Presupuesto Final de Instalación del sistema tradicional. ....</i>	<i>102</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1: Erosión producido en un talud. ....</i>	26
<i>Ilustración 2: Partes que conforman un deslizamiento. ....</i>	26
<i>Ilustración 3: Colocación del Geo sintético DLT Geocelda Step .....</i>	45
<i>Ilustración 4: Determinar la altura de la geocelda.....</i>	49
<i>Ilustración 5: Geocelda en proceso de llenado .....</i>	53
<i>Ilustración 6: Fijación de borde con ganchos.....</i>	53
<i>Ilustración 7: Engrapado de geoceldas.....</i>	53
<i>Ilustración 8: Anclajes internos.....</i>	54
<i>Ilustración 9: Instalación del sistema geoceldas.....</i>	54
<i>Ilustración 10: Hidrosiembra con la instalación de Geoceldas.....</i>	54
<i>Ilustración 11: Coordenadas del talud 1 y 2 en suelos homogéneos. ....</i>	57
<i>Ilustración 12: Cálculo de talud homogéneo .....</i>	62
<i>Ilustración 13: Geoceldas de polietileno.....</i>	73
<i>Ilustración 14: F.S de métodos Bishop y Janbú. ....</i>	76
<i>Ilustración 15: F.S en porcentaje de los métodos Bshop y Janbú.....</i>	76
<i>Ilustración 16: Presupuesto de Geocelda y el sistema tradicional. ....</i>	79
<i>Ilustración 17: Porcentaje del presupuesto de Geoceldas y el tradicional.....</i>	80
<i>Ilustración 18: Vista satelital del rio Gallito Ciego - Cajamarca.....</i>	111

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Longitud del panel de Geocelda.....</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 2: Fuerza del deslizamiento de la represa.....</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 3: Dimensión de la zanja de anclaje.....</i>	<i>51</i>
<i>Ecuación 4: N° de ganchos por ancho de panel.....</i>	<i>51</i>
<i>Ecuación 5: Coordenadas del centro. ....</i>	<i>57</i>
<i>Ecuación 6: Distancia punto inicial y punto final. ....</i>	<i>58</i>
<i>Ecuación 7: Ángulo de inclinación talud 1 .....</i>	<i>58</i>
<i>Ecuación 8: Ángulo de inclinación talud 2 .....</i>	<i>59</i>
<i>Ecuación 9: Coeficientes sísmicos y sobrecarga.....</i>	<i>59</i>
<i>Ecuación 10: Índice de productividad.....</i>	<i>67</i>
<i>Ecuación 11: Intervalo de recurrencia.....</i>	<i>70</i>

## RESUMEN

La presente tesis se da a conocer sobre la influencia del sistema Geoceldas Step con la aplicación de los métodos Bishop y Janbú en comparación con el sistema tradicional para lograr la correcta estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego, ubicado en la localidad de Tembladera, distrito de Yonan, departamento Cajamarca; cuyo objetivo es comparar la medida de la optimización de costos, tiempo e impacto ambiental, además contribuye con la mejora de la productividad de la cantidad de movimiento de tierra de la zona del proyecto, considerando las precipitaciones de las lluvias, de acuerdo a los parámetros establecidos se plantea algunos métodos para disminuir los impactos negativos considerando la influencia del sistema Geoceldas Step con la aplicación de los métodos Bishop, Janbú que influyen en la estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022, de acuerdo a la inseguridad de la zona se emplearon distintas técnicas y métodos para buscar la solución adecuada y contribuir mejorando la productividad y reduciendo impactos negativos con el uso de la aplicación de las Geoceldas Step , los métodos empleados Bishop, Janbú ayudan a calcular la estabilidad de taludes, identificando los tipos de fallas y las posibles causas presentadas. En conclusión, se busca comparar los costos, mejorando la productividad, evaluando los parámetros más óptimos para el diseño de taludes con la finalidad de reducir el impacto ambiental y generar más beneficios y seguridad de la zona.

**Palabras clave:** Geoceldas Step, Productividad, Costos, Tiempo, Calidad, Precipitaciones, Erosión, Deslizamientos.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

En el mundo entero, en el ámbito de la ingeniería civil y de la minería es usual encontrar problemas relacionados con la estabilización de taludes, a la hora de ejecutar un proyecto o llevar a cabo cualquier obra de construcción civil, considerando un aspecto que tiene relación con la rama de la ingeniería. Para generar estabilidad de suelos se aplica algunos métodos que permiten la estabilización del suelo y son desarrollados bajo algunas normativas y estándares de calidad.

En América Latina ocurren una gran cantidad de desastres naturales que están relacionados con la estabilidad encontrados en laderas, cerros y represas. Los problemas encontrados están relacionados directamente con aspectos naturales; esto genera un conjunto de circunstancias que depende de cómo se consideró el talud a lo largo de la historia con la participación del hombre mejorando de la productividad de la zona del proyecto.

En el Perú exactamente en el departamento Cajamarca, provincia Contumazá, distrito de Yonán, localidad Tembladera, en el proyecto de la represa Gallito Ciego; a 350 m.s.n.m, aproximadamente a  $7^{\circ} 6'$  y  $7^{\circ} 30'$  de latitud sur y  $78^{\circ}30'$  y  $79^{\circ} 40'$  longitud oeste (Generando un plan de aprovechamiento y control del agua que abastece al sembrío de las varias zonas), este proyecto contribuye beneficiando a muchas familias un promedio de 196 669 personas, además cubre un área de 170.000 has para riego; se viene realizando una serie de construcciones de obras civiles optimizando recursos hídricos y dando estabilidad a los taludes, considerando la mejor manera de poder encontrar ventajas y beneficios para realizar.

El problema que se encuentra expuesto en el año 2022 en el proyecto de la represa Gallito Ciego es sobre la estabilización de taludes; este proyecto presenta una serie de fallas y daños en la estructura de taludes, provocados por la erosión y deslizamientos del terreno provocadas por las fuertes lluvias, esto genera un grave peligro para los habitantes de las zonas que se encuentran a riveras de la represa, el aumento del caudal es generado por las fuertes lluvias en épocas de invierno, incluso superaba la altura de la cresta en la represa; deteriorando elementos del diseño estructural y posibles derrumbe de taludes; poniendo en peligro la vida de muchos habitantes del zona, el caudal del agua fue arrasando con todo tipo de viviendas, caminos, puentes, canales de riego y todo tipo de elementos que se encontraba en su recorrido, etc.

Las causas generadas en el proyecto de la represa Gallito Ciego, fue producida por una serie de factores; incremento del caudal del rio Jequetepeque en épocas de lluvias, esto ocasiona gran cantidad de movimiento de tierra, erosión, hundimientos, actividad sísmica, deslizamientos, de esta manera podría verse afectada la zona, debido al gran variación del suelo, producto de estos factores, que pueden verse afectadas las condiciones del suelo.

Como consecuencia de situación esto ocasionó el deterioro de la estructura de la represa y ocurrió una gran numero de pérdidas humanas y animales, todo tipo de materiales, árboles, etc.; después del problema ocurrido todos pobladores abandonaron sus viviendas y fueron a buscar una vivienda en parte altas, los daños ocasionados eran diversos, el sistema de agua y alcantarillado había colapsado, los cultivos fueron arrasados, ocasionó muchos daños en la estructura; esto ocurrió cuando la cantidad del movimiento de tierra se deslizó alcanzando la tensión máxima.

Finalmente, para este problema suscitado se pretende encontrar alternativas de solución, beneficiando a los habitantes de la zona y contribuir con la seguridad y una mejora de calidad de vida. Para la presente investigación se pretende dar una solución adecuada utilizando la influencia del sistema de las Geoceldas con la aplicación de los métodos Bishop y Janbú en comparación con el sistema tradicional para luego dar una mejor estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego, estos métodos genera un análisis para calcular la estabilidad de taludes y poder encontrar el factor de seguridad, posteriormente poder realizar la comparación del sistema de la Geoceldas Step con el sistema tradicional, además se sabe que las Geoceldas es un sistema muy innovador ya que en muchos países no han sido aplicados por falta de conocimiento de todas sus ventajas y beneficios que proporciona, este sistema podría ser un método para mejorar el proyecto de la represa Gallito Ciego, si bien es cierto este sistema permite mejorar la productividad y tener un mejor rendimiento en la cantidad del movimiento de tierra, además optimiza los costos, disminuye el tiempo en la aplicación, además genera un menor impacto ambiental, este sistema de Geoceldas Step presenta un material de buena calidad y su instalación presenta a un 25% a un 30 % más rápido, además presenta múltiples ventajas para poder realizar la estabilización, esto permite disminuir el tiempo con la ayuda de estos sistemas bajos las condiciones de leyes y normativas que permiten desarrollar condiciones y lograr una correcta estabilización de taludes en zonas inseguras. Además, de acuerdo a al análisis realizado se realizar la comparación de costos, tiempo e impacto ambiental y analizar cuál de los ambos sistemas es el más óptimo para su aplicación y lograr una correcta estabilidad de taludes en la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022.

❖ **Aplicaciones de las Geoceldas Step en el Perú y el mundo.**

El uso de las Geoceldas en el Perú es relativamente nuevo, sin embargo, existen experiencias muy exitosas con el uso de Geoceldas rellenas con distintos materiales según el terreno que se quiera estabilizar. Cabe resaltar que las Geoceldas no ha sido aplicado en muchos países de Latinoamérica por desconocer de este sistema, sin embargo en algunos países ya se viene realizando este sistema en proporciones menores beneficiando algunas zonas que necesitan realizar un algún tipo de refuerzo, este sistema de las Geoceldas es un material innovador generando nuevos avances en la tecnología, en cuanto a cosos, tiempo e impacto ambiental; sin embargo, en el Perú no se realizado la aplicación de este sistema por falta de conocimiento. Actualmente se realza investigaciones sobre sus ventajas y beneficios que presenta este sistema.

*Tabla 1: Aplicación de Geoceldas el Perú y el mundo.*

Sistema	Aplicación	Países que utilizaron					
		EE.UU	México	Chile	Argenti na	Costa Rica	Perú
<b>Geoceldas</b>	Protección de taludes	Si	-	Si	-	-	-
	Protección de canales.	-	-	-	-	-	-
	Defensa ribereñas.	-	-	-	-	-	-
	Soporte de Carga en Vías.	-	Si	Si	Si	-	Si
	Refuerzo de estructura de pavimentos.	-	-	Si	-	-	Si
	Losas flexibles para estacionamientos.	Si	-	-	-	-	-
	Contención de Suelos.	-	-	-	-	-	-
	Muros de contención.	Si	-	Si	Si	Si	-
	Muros verdes y jardineras.	Si	-	Si	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.



## ❖ JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:

La presente investigación busca brindar el mayor tiempo de vida útil para los taludes, además, permite minorizar los daños que puedan producirse a las estructuras de la represa Gallito Ciego. Asimismo, las justificaciones de esta investigación están ligadas en los siguientes aspectos como, por ejemplo; justificación técnica, social, económica y ambiental, de esta manera se detalla lo siguiente:

### a. Justificación técnica.

Desde el punto de vista en el ámbito técnico; la presente investigación permite considerar un parámetro más óptimo para el factor de seguridad en la represa Gallito Ciego, además se realizara algunas soluciones de manera directa bajo algunas condiciones de: optimización del comportamiento de la estructura, realizando algunos cálculos, análisis que identifican y determinan las fallas, de esta manera se va generando un beneficio económico al proyecto; los cuales se ven reflejadas en el desarrollo de la presente investigación.

### b. Justificación social.

Desde el punto de vista del ámbito social, la presente investigación contribuye a promover y contribuir con la seguridad de todas las viviendas y zonas que se encuentran cerca de la zona de estudio, se tiene como finalidad obtener una mejoría en el desarrollo para poder generar seguridad para toda la población y poder mejorar las condiciones de calidad de vida; cabe resaltar que en la zona ha se ha producido posibles movimientos de tierra provocadas por las intensas lluvias y movimiento sísmicos, de acuerdo ello se pretende encontrar alguna alternativa de solución.

**c. Justificación ambiental.**

Desde el punto de vista del ámbito ambiental, la presente investigación está basada en la mejora de la productividad de la zona de tal manera, facilitan a desarrollar los análisis de la cantidad de movimiento de tierra provocadas por el aumento del caudal de río Jequetepeque; con el uso de las Geoceldas Step se puede realizar una estabilización de taludes sin necesidad de hacer uso de equipos o instrumentos que contaminen el ambiente, asimismo mejorar la calidad del medio ambiente y promover con el desarrollo de la agricultura, ganadería y turismo, generando un menor impacto ambiental.

**d. Justificación socioeconómica.**

Desde el punto de vista socioeconómico, la presente investigación da a conocer lo siguiente: el río Jequetepeque alimenta a la represa Gallito Ciego, además se abastece a las zonas bajas; el incremento del caudal de agua produce daños en la estructura, de acuerdo con este problema se plantea influenciar la aplicación de métodos para mejorar la estructura reduciendo costos, tiempo y generar un menor impacto ambiental.

**e. Justificación Teórica.**

Según el artículo **Romero, A. G. (2015)**. *Análisis Comparativo de Estabilidad de Taludes mediante los Métodos de Equilibrio Límite Aplicado a Taludes o Laderas Aledañas al Cerro de la Popa*. Cartagena; la presente investigación busca priorizar en cerrar brechas de infraestructura y/o accesos a servicios públicos tales como Transporte, viviendas, educación, salud y agricultura, debido a ello se busca elevar la calidad de vida, además mejorar las condiciones sanitarias; la brecha a cerrar es el déficit en cobertura de agua y saneamiento para estabilizar los taludes y/o de

acceso de servicios públicos, la oferta disponible optimizada de la estabilidad (la cual incluye los taludes naturales), empleando el sistema de las Geoceldas es menos costosos y tiene una facilidad mucho mejor que cualquier otra sistema, además tiene más accesibilidad al presupuesto para ejecutar más proyectos, y permita tener los lineamientos de operación y mantenimientos del proyecto.

### ❖ Presentación del Diagnóstico de Vulnerabilidad

**Formato N.º 1:** Identificación de peligros en las zonas de ejecución del proyecto

**Parte A:** Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona del proyecto

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?				2. ¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué tipo de peligros?			
Descripción	si	no	Comentarios		Si	No	Comentarios
Inundaciones	X			Inundaciones	X		
Lluvias intensas	X			Lluvias intensas	X		
Heladas		X		heladas		X	
Friaje/Nevada		X		Friaje/Nevada		X	
Sismos	X			Sismos	X		Zonificación sísmica del Perú y de acuerdo a las normas de diseño sismo resistentes E - 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Lima, los Olivos se encuentra Localizado en la Zona 4, es decir en la zona de sismicidad muy alta.
Sequías		X		Sequías			
Huaycos	X			Huaycos	X	X	
Derrumbes/Deslizamientos	X			Derrumbes/Deslizamientos	X		
Tsunamis		X		Tsunamis		X	
Incendios urbanos		X		Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X		Derrames tóxicos		X	
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					SI	NO	
					X		
4. ¿La información existente sobre la ocurrencia de peligros naturales en la zona es suficiente para tomar decisiones para la formulación y evaluación de proyecto?					SI	NO	
					X		

Fuente: FONCODES

**Formato N.º 2:** Identificación de peligros en las zonas de ejecución del proyecto.

**Parte B:** Características específicas de peligros

PELIGROS	SI	NO	FRECUENCIA (A)				INTENSIDAD (B)				RESULTADO (C)=(A)*(B)
			B	M	A	S.I.	B	M	A	S.I.	
<b>Inundación</b>											
¿Existen zonas con problemas de Inundación?	X		1					3			3
¿Existe sedimentación en el río o quebrada?	X		1				2				2
¿Cambia el flujo de río o acequia principal que estará involucrado con el proyecto?	X		1				2				2
<b>Lluvias Intensas</b>	X		1					3			3
<b>Derrumbes / Deslizamientos</b>	X		1					3			3
¿Existen procesos de erosión?	X		1				2				2
¿Existe mal drenaje de suelos?	X		1				2				2
¿Existe antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?	X		1					3			3
¿Existen antecedentes de deslizamientos?	X		1				2				2
¿Existen antecedentes de derrumbes?	X		1					3			3
Heladas		X									0
Friaje / Nevadas		X									0
Sismo	X		1				2				2
Sequías		X									0
Huaycos	X										0
¿Existen antecedentes de huaycos?		X									0
Incendios Urbanos		X									0
Derrames Tóxicos		X									0

Fuente: FONCODES

Nota. - Para definir el grado de frecuencia (a) e intensidad (b) se utiliza la siguiente

escala: **B**= bajo (1); **M** = Media (2); **A** = Alto = (3); **S.I** = Sin Información.

\* Del formato N° 2, el resultado de Identificación de peligros en la zona de influencia del proyecto, indica que los peligros que enfrentan corresponden a un peligro alto, según los resultados obtenidos de la tabla anterior de las características específicas de los peligros ocasionados.

**Formato N° 3:** Identificación del Grado de Vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia.

Factor de vulnerabilidad	Variable	Grado de Vulnerabilidad		
		Bajo	Medio	Alto
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición de peligro		X	
	(B) Características del terreno		X	
Fragilidad	(C) Tipo de construcción		X	
	(D) Aplicación de normas de construcción		X	
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona	X		
	(F) Situación de pobreza de la zona	X		
	(G) Integración Institucional de la zona		X	
	(H) Nivel de organización de la población		X	
	(I) Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres por parte de la población		X	
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	X		
	(K) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres.		X	

Fuente: FONCODES

Se explica por tres factores: exposición, fragilidad y resiliencia.

- **Exposición.** - El área de influencia está expuesta a los peligros antes mencionados (ver formato N° 1), pero existe una posibilidad de ocurrencia media.
- **Fragilidad.** - se entiende como el nivel de resistencia o protección frente a posibles impactos de peligros, identificándose que la mayoría de las casas del área de influencia son construidos con material noble, hasta el momento no se ha registrado impactos de peligros, pero si ocurriera alguno de los peligros identificados, estas no serían demasiado intensas como para afectar las viviendas, pues su intensidad según el formato N° 2 es alto.
- **LA Resiliencia.** - es la capacidad de recuperación que puede tener una unidad social frente a posibles impactos de peligros, para determinar el grado de vulnerabilidad, se aplica el Formato N° 3.

### ❖ **LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:**

Las limitaciones de la presente tesis están involucradas en los siguientes aspectos:

1. El problema para la estabilidad de taludes es analizado y estudiado por algunos métodos ya muy conocidos, esto depende de las características de los taludes, a partir de ello se analizan e infieren cuál de los métodos es el más o menos significativo e importante para su análisis.
2. Se pretende incorporar una metodología innovadora que facilite una visión integral, además se sabe que cada método aplicado es relacionado con algún tipo de falla en especial, logrando establecer adecuadas alternativas de solución que intervienen en la estabilidad de los taludes y generar un método apropiado en el diseño.
3. Además, se podría decir que las limitaciones en la estabilización de taludes están basadas por condiciones naturales y geográficas. En los últimos años se ha desarrollado la aplicación de algunos métodos para realizar el correcto análisis y contrarrestar los problemas ocurridos en la zona de estudio, es por ello que se precisa la aplicación de métodos para lograr la estabilización de taludes, Geoceldas Step, Bishop y Janbú y, en su combinación nos permitirán abordar algunas limitaciones para realizar la estabilización de taludes y lograr un correcto análisis para luego proceder a utilizar sistemas que faciliten la estabilización de taludes en cada proyecto.
4. Debido a la problemática del proyecto, se tiene que garantizar el flujo de agua de la represa, debido a que el talud se presenta en grandes deformaciones causando daños fuertes.

5. En el Perú los empleos de estos materiales de los geosintéticos en la estructura de los taludes son muy escaso, además no se encuentra información relevante donde nos brinda información de aplicaciones realizadas en este tipo de proyectos.
6. Para obtener algunos resultados de gran importancia nos permitan evaluar el desempeño de taludes donde se hayan sido aplicados algún tipo de material geosintéticos, esto podría ser en un estudio a mediano o tal vez a largo plazo; además para realizar esta investigación tal vez el tiempo no nos permitirá presentar datos que puedan respaldar la investigación.
  - Como posible solución a este problema, se ha planteado evaluar la influencia de los taludes encontrados en la represa Gallito Ciego, de acuerdo a ello, se realiza un análisis para la estabilización de taludes con la aplicación de métodos que permite realizar la estabilización de taludes en la represa, y ver cuál de los métodos es el más óptimo y eficaz, se incorpora el empleo del sistema de Geoceldas Step para reducir costos, tiempo y disminuir el impacto ambiental; además de calcula y se realiza un correcto análisis del factor de seguridad con la aplicación de los métodos Bishop y Janbú; y ver cuál de los dos métodos es el más preciso para calcular la estabilidad de taludes; y poder realizar un diseño eficaz para la estabilización, donde se vea reflejado la mejora en la optimización de costos, mejora de la productividad de la cantidad del movimiento de tierra, menor tiempo de instalación, generar menor impacto ambiental.

## ❖ MARCO TEÓRICO:

### Bases Teóricas:

#### ➤ Definición de talud.

Un “talud” es una masa de tierra que no tiene forma plana, caso contrario presenta una pendiente y variaciones en la altura. Según la literatura técnica se define como “ladera” cuando su deformación tuvo como origen un proceso natural y “talud” cuando se formó de manera artificial (Suarez, 2009).

*Tabla 2: Esfuerzo de los taludes.*

Incrementos de esfuerzo en los taludes	Disminución de resistencia del suelo en taludes
✓ Sobrecarga aplicaciones en el terreno.	✓ Expansión o retracción de la arcilla.
✓ Aumento del peso del material por incremento de humedad.	✓ Deterioro del material.
✓ Filtración de subterráneas.	✓ Destrucción de la estructura
✓ Erosión de estratos.	✓ pérdida de tensión capilar.
✓ Impactos producidos por sismos.	

Fuente: MTC.

#### ➤ Estabilidad.

Son condiciones de una estructura que puede soportar los esfuerzos aplicados durante un largo proceso de tiempo sin sufrir alteraciones de tierra que no se recuperan las cargas del suelo (Hoyos, 2012).

#### ➤ Inestabilidad.

Es la presencia de algunas deformaciones estructurales que presentan algunos movimientos que son el resultado de la aplicación de esfuerzos que soporta el tipo de suelo de acuerdo con su pendiente.



➤ **Factor de Seguridad (F. S.).**

El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para dar a conocer el factor de amenaza para que el talud no falle en las algunas condiciones de comportamiento estructural del diseño. Fellenius (1922) demostró el factor de seguridad como la relación que existe entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos en los cortes críticos de las fallas, de acuerdo con un periodo de tiempo que se presenta las fallas de las superficies.

*Tabla 3: Valores que determinan la estabilidad de un talud*

<b>Factor de seguridad</b>	<b>Estabilidad</b>
{ < 1 }	▪ Inestable
[ 1 - 1.20 ]	▪ Estabilidad cuestionable
[ 1.20 - 1.50 ]	▪ Estable bajo condiciones estáticas
{ > 1.50 }	▪ Estable bajo condiciones dinámicas

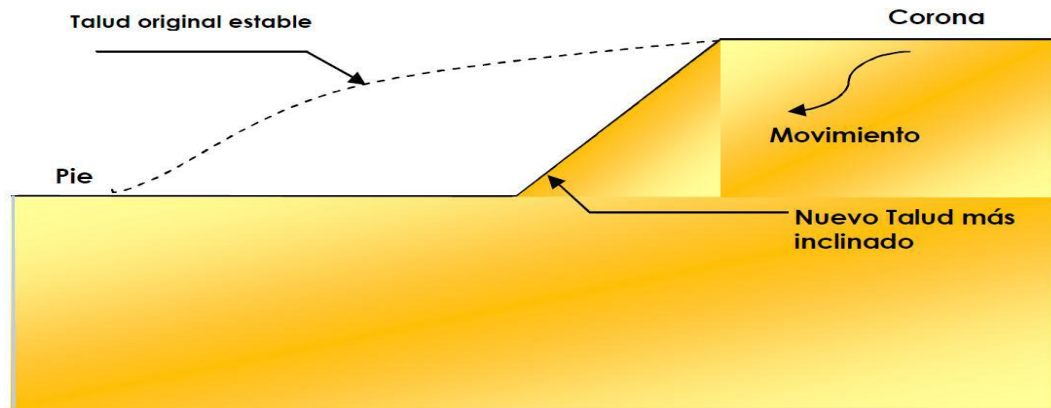
Fuente: MTC.

➤ **Presas o represas.**

Se denomina presa o represa a una barrera fabricada hecha con piedra, hormigón o materiales que se encuentran en espacio abiertos, habitualmente se construye en un desfiladero que circulan un río o arroyo con la finalidad de embalsar el agua en el cauce por efecto de la intensidad de lluvia, de acuerdo con ello se puede realizar canalizaciones de riego en benéfico de la producción de energía mecánica y energía eléctrica.

➤ **Erosión:**

Se sabe que el agua, así como el viento afectan de una manera muy significativamente, causando algunos daños en los taludes. La erosión puede ocasionar algunos cambios en condiciones donde se encuentra un talud inicial.

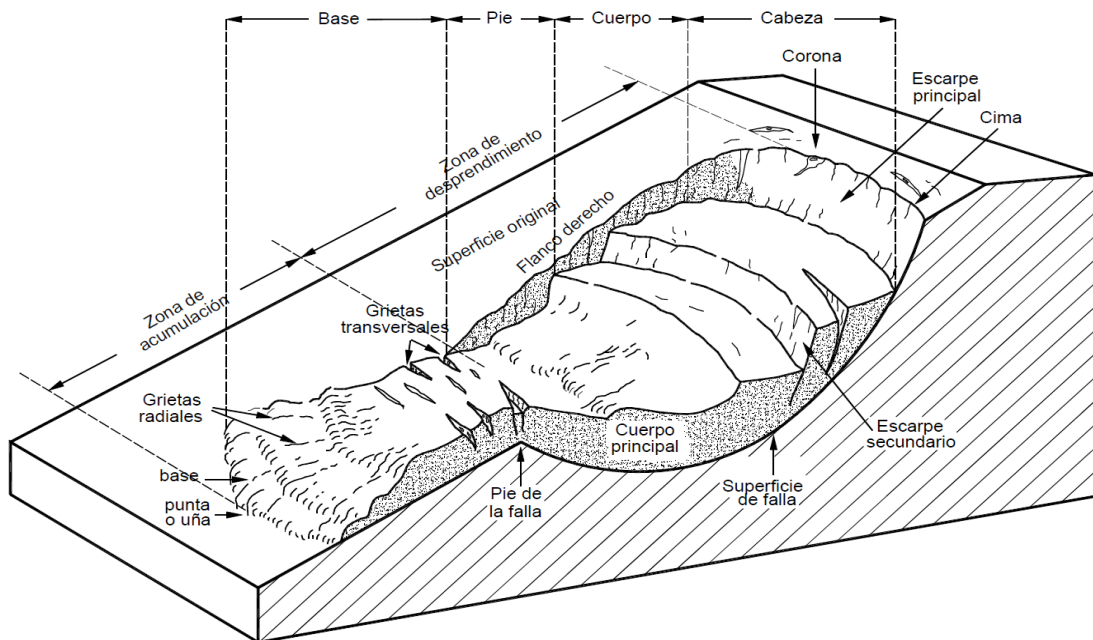


*Ilustración 1: Erosión producido en un talud.*

Fuente: Capeco.

➤ **Deslizamiento.**

El deslizamiento se puede entender como aquel fenómeno que conlleva volúmenes de masa de tierra (en movimiento), causando gran inestabilidad del suelo en determinadas zonas quizás por acciones de la naturaleza pueden ser sismos que se deslicen grandes cantidades de masas de tierra.



*Ilustración 2: Partes que conforman un deslizamiento.*

Fuente: Capeco.

➤ **Pendiente:**

La pendiente es la inclinación que describen los procesos característicos y esperados, estableciendo las condiciones de terreno. La pendiente está basada en parámetros de clases de pendientes propuestas por el autor (Mora & Vahrson, 1992). De acuerdo con la clasificación de la pendiente se obtiene el valor del parámetro y se clasifican según el siguiente cuadro.

Tabla 4: Clasificación del parámetro de la pendiente (*sp*).

Clase de pendiente		Condiciones del terreno	Valor del parámetro ( <i>Sp</i> )
Grados	%		
[0-2]	[0-2]	▪ Planicie del terreno apreciable	[0]
[2- 4]	[2- 7]	▪ Pendiente muy baja, esta propenso a un posible peligro de erosión	[1]
[4-8]	[7-15]	▪ Pendiente baja, esta propenso a un peligro severo de erosión.	[2]
[8-16]	[15-30]	▪ Pendiente moderada, esta propenso a posibles deslizamientos.	[3]
[16-35]	[30-70]	▪ Pendiente fuerte, esta propenso a un peligro extremo de erosión de suelos	[4]
[35-55]	[70-140]	▪ Pendiente muy fuerte, esta propenso a posibles procesos intensos.	[5]
[>55]	[>140]	▪ Pendiente extremadamente fuerte, esta propenso a posibles caídas de rocas.	[6]

Fuente: Capeco.

Tabla 5: Control de la cantidad de masas en movimiento

Métodos	Ventajas	Desventajas
▪ Estructuras de retención	✓ Este método se encarga de retener a las masas que se encuentran en movimiento.	▪ Al emplear estructuras estas resultan ser muy costosas.
▪ Cubiertas de protección	✓ Este método resulta ser uno de los métodos más efectivos que se encarga de disminuir el riesgo	▪ Estas estructuras resultan ser muy costosas

Fuente: Capeco.

## ❖ ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN:

De acuerdo con el proyecto y zona de estudio se ha podido obtener algunas investigaciones de gran similitud que podrían aportar y ayudar con el desarrollo del diseño aplicando algunos métodos y sistemas que beneficiaran al proyecto de la represa Gallito Ciego, departamento Cajamarca; a continuación, se detallan algunas investigaciones que pueden aportar con información muy relevante en la presente tesis.

### ➤ Antecedentes internacionales:

- (Rodriguez & Illachura, 2014); En su artículo de título “*Problemas estructurales y la estabilidad de los macizos rocosos*” presentado a la revista del Colegio de Ingenieros del Perú – CD Puno, considera algunas conclusiones: “La evaluación de algunos problemas encontrados en la estructura de algunos suelos rocosos, asimismo se ha realizado algunas proyecciones estereográficas, considerando los problemas y fallas en distintas direcciones que se encuentran algunas discontinuidades.”, además “La representación estereográfica tiene la facilidad de poder verificar algunas relaciones angulares en distintas direcciones de discontinuidades y también poder verificar el talud propuesto del suelo que se desarrolla en el proyecto.”.
- (Tapia, Berzoza, & Espinoza, 2013), en su tesis: “*Análisis Comparativo entre los métodos de estabilidad de taludes aplicados a las presas de tierra del proyecto PACALORI*”. Universidad de Cuenca – Ecuador. Al momento de analizar los estudios de la estabilidad de talud de la presa de tierra PACALORI, se recogieron algunas conclusiones: El contenido de agua encontrado en la represa contribuye con la disminución de la estabilidad de taludes, además se tiene de conocimiento que se viene saturando los suelos, además está disminuyendo la cohesión del suelo. Esto es

considerado como marcada que se diferencia del factor de seguridad entre el estado de carga final de construcción y el sistema de operación. Asimismo, no se encuentra ningún incremento de humedad en el cuerpo del terraplén, debido a ello se tienen taludes más seguros y obtiene la cohesión del cuerpo de la presa donde no se ve dañada la parte estructural.

- (Núñez & Garcia, 2005), En su tesis de título “*Análisis de estabilidad de taludes en macizos rocosos aplicando el método de elementos distintos*” este artículo es presentada en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano además se recogieron ciertas conclusiones: “Algunos factores son gran influencia que determinan la inestabilidad del talud ubicada en el sureste de la mina Cuajone cuenta con un diseño en la geometría del talud, se considera algunas características como; (altura y ángulo de inclinación), el nivel freático y el factor sísmico”.

➤ **Antecedentes a Nivel Nacional:**

- (Urrita & Veresa, 2008), en su tesis de título, “*Análisis dinámico de estabilidad por elementos finitos de taludes de la costa verde en el distrito de Miraflores*”. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil de Ciencias de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. De acuerdo con las condiciones de la actividad sísmica del territorio, algunos eventos sísmicos que ocurren; además se plantea objetivos con la finalidad de realizar un análisis dinámico de la estabilidad de los taludes de la costa verde en el distrito de Miraflores, departamento de Lima, de acuerdo con el método de elementos finitos, se ase el uso de algunos programas que brindan bastante información, cuenta con un tipo de investigación descriptivo-Explicativo.

- (Lopez, 2008), en su tesis de título: *"Estabilidad del talud de la costa verde en la zona del distrito de Barranco"*, Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias de Ingeniería. Pontificia universidad Católica del Perú. La tesis presenta algunos objetivos que se desarrollan para realizar el análisis de la estabilización de taludes, asimismo busca estabilizar taludes bajo las condiciones críticas de un talud en la costa Verde- Distrito de Barranco, departamento de Lima.
  - (Urrutia & Verase, 2008), en su tesis de investigación, de título: *"Análisis Dinámico De Estabilidad Por Elementos Finitos De Los Taludes De La Costa Verde En El Distrito De Miraflores"*, Pontificia Universidad Católica del Perú departamento de Lima. En esta tesis trata de realizar el análisis dinámico de la estabilización de taludes usando el método de elementos finitos, en distrito de Miraflores. Asimismo, se obtuvieron las siguientes conclusiones: Los taludes fueron analizados y resultaron muy estables bajo los parámetros geotécnicos que contribuyeron con los materiales asignados.
- **Antecedentes a Nivel Regional:**
- (Avila & Pareja, 2017), en su tesis de investigación de título: *"Análisis Sísmico – Dinámico En Taludes Para Aseguramiento De Estructuras De Irrigación Sangalla – Huarochirí – Región Lima 2017"*, Universidad César Vallejo- Lima. Esta tesis de investigación ha buscado analizar la influencia dentro del análisis sísmico de la estabilización de taludes, donde se realiza una propuesta de construir estructuras de irrigación de Sangallaya, asimismo han llegado a ciertas conclusiones: De la tal manera se pretende llevar al cabo el análisis sísmico pseudoestático y cuenta con tres escenarios sísmicos haría posible que volviera inestable al talud (FS=1).

- (Vilchez & Mata, 2010), en su tesis de investigación de título: *"Inspección de peligros geológicos en los sectores de tembladera en el distrito y provincia de Cajamarca"*, informe técnico. área de geología ambiental del instituto geológico y minero metalúrgico — *ingemmet*. Esta tesis da a conocer algunas inspecciones que **realizan** en la localidad de Tembladera. Asimismo, finaliza la vulnerabilidad de los movimientos en masa, llamados peligros geológicos en la zona, además se desconoce el factor de seguridad ante cualquier deslizamiento.
- (MACCAFERRI, 2005), en su tesis de investigación de título: **“Manual técnico, “estructuras de suelo reforzado terramesh system”, brasil**. El objetivo de esta investigación tiene como finalidad brindar información sobre las distintas fases y algunas consideraciones de algunos diseños, ya pueden ser suelos reforzados, y también elementos de muros de contención, empleando varios sistemas para lograr su cálculo respectivo.
- (Perea & Maccaferri, 2010); en su artículo de investigación de título: **“sistema de suelo reforzado terramesh en proyectos mineros”** El objetivo el presente artículo técnico tiene como finalidad brindar información eficaz, además dar a conocer los sistemas económicos y técnicas, que son aplicadas en diferentes aplicaciones de estructuras, del proyecto de Terramesh System, además en su investigación considera el diseño con la aplicación del software MACSTAR2000.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general:

¿De qué manera se optimiza los Costos, el tiempo e impacto ambiental en la aplicación del sistema Geoceldas Step con los métodos Bishop y Janbú en comparación con el sistema tradicional para la estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022?

### 1.2.2. Problemas específicos:

- ¿De qué manera se compara las ventajas cualitativas e impacto ambiental entre geocelda y el sistema tradicional de la represa Gallito Ciego – Cajamarca; 2022?
- ¿De qué manera se comparan los procesos constructivos entre Geocelda y el sistema tradicional que influyen en la productividad y cantidad del movimiento de tierra?
- ¿De qué manera se determina el comportamiento de la aplicación de Geoceldas, en cuanto al costo y tiempo de ejecución?
- ¿De qué manera influye el factor de seguridad en el diseño para comparar la estabilidad de taludes utilizando los métodos de Bishop y Janbú?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general:

Comparar los Costos, el tiempo e impacto ambiental con la aplicación del sistema Geoceldas Step con los métodos Bishop y Janbú en los parámetros de la estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022.



### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Comparar las ventajas cualitativas del impacto ambiental entre Geoceldas y el sistema tradicional de la represa Gallito Ciego - Cajamarca; 2022.
- Comparar el proceso constructivo entre Geoceldas y el sistema tradicional.
- Determinar el comportamiento de la aplicación de Geoceldas, en cuanto al costo y tiempo de ejecución.
- Diseñar la estabilidad de taludes para comparar el factor de seguridad con los métodos de Bishop y Janbú.
- Comparar económicamente entre el sistema de Geoceldas y el sistema tradicional

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general:**

La utilización de Geoceldas Step optimizan costos, tiempo e impacto ambiental, en comparación al sistema tradicional.

### **1.4.2. Hipótesis específicas:**

- Las ventajas cualitativas del impacto ambiental entre Geoceldas y el sistema tradicional influyen en la represa Gallito Ciego – Cajamarca; 2022.
- Los procesos constructivos entre Geoceldas y el sistema tradicional influyen en la productividad de la cantidad del movimiento de tierra.
- El factor de seguridad influye en el diseño para comparar la estabilidad de taludes utilizando método más conveniente de Bishop y Janbú.
- El comportamiento de la aplicación de Geoceldas influye en cuanto al costo y tiempo de ejecución.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Metodología de la investigación.**

#### **2.1.1. Método de Investigación.**

La presente investigación es de tipo comparativa; además el enfoque de esta investigación es cuantitativo, dado que es un método que utiliza la recolección de datos y análisis de los mismos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente formuladas; según, (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, 2014, pág. 97).

#### **2.1.2. Diseño de la Investigación.**

El diseño de investigación es no experimental, a causa de que los experimentos no manipulan la variable independiente para observar los efectos sobre la variable dependiente. El diseño está conformado por características propias. Por ello, este estudio es no experimental, dado que es de muestra no probabilística y se seleccionó por conveniencia este diseño; según, (Hernández, Fernández, & Baptista, Manual Estadística, 2014, pág. 121).

#### **2.1.3. Alcance de la Investigación**

El alcance de la investigación es explicativo, puesto que se estudiaron y explicaron las causas que generan la variación de resultados al manipular la variable independiente; según, (Hernández, Fernández, & Baptista, Manual Estadística, 2014, pág. 121).

#### **2.1.4. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

##### **2.1.4.1. Población.**

La cantidad de taludes a reforzar o estabilizar del proyecto de la represa Gallito Ciego; ubicada en la localidad Tembladera, distrito de Yonán, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca, 2022.

#### **2.1.4.2. Muestra.**

La muestra es una parte de la población. Por ende, este estudio se realizó en base la muestra no probabilística cuya selección de las unidades de análisis dependió de las características, criterios personales, etc., del investigador (Avila, 2006, pág. 89); la cantidad seleccionada son los Taludes inestables del proyecto de la represa Gallito Ciego, ubicada en la localidad Tembladera, distrito de Yonán, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca; en la cual se aplicará un sistema para estabilizar la estructura de los taludes inestables con ayuda de software aplicando el sistema de Geoceldas Step con los métodos de Bishop y Janbú, bajo condiciones de la norma técnica peruana, para mejorar la cantidad del movimiento de tierra y disminuir el impacto ambiental

#### **2.1.4.3. Materiales.**

Los materiales utilizados en la presente tesis son los siguientes:

- ✓ Empleo de software como: Excel, Word, Power Point.
- ✓ Materiales de oficina: libreta de apuntes, papel blanco, lapiceros, etc.

#### **2.1.4.4. Instrumentos y Equipos.**

##### **➤ Imágenes satelitales.**

Es muy importante para la representación visual, esto permite conocer mucho mejor las características del terreno, a través de un satélite, esto nos ayuda a poder verificar y tener en cuenta algunos aspectos que ocasiona daños en la estructura de la represa.

##### **➤ GPS navegador Garmin Epex.**

Este instrumento nos ayuda a tener en cuenta la ubicación de todas las coordenadas a través de UTM, DATUM WGS-84.

➤ **Cámara fotográfica digital.**

Sirve para capturar imágenes, fotografías y sonidos. Asimismo, sirve para tomar fotografías de todas las características o fallas de la estructura de taludes que se encuentran en la zona, además esto facilita la corroboración de problemas que se puedan captar y tener las ideas de manera clara y concisas dentro de la investigación.

➤ **Computadora o laptop.**

Este equipo es de ayuda muy útil para la elaboración de la presente tesis utilizando algunos softwares de Microsoft Office, además ayuda a realizar comparaciones de manera precisa, realizando el diseño del sistema de Geoceldas Step con los métodos Bishop y Janbú en la estabilización de taludes de la represa Gallito Ciego.

#### **2.1.4.5. Métodos de investigación.**

❖ **Método científico de la investigación.**

- ✓ Identificación del problema.
- ✓ Formulación del problema.
- ✓ Identificación de objetivos.
- ✓ Formulación de hipótesis.
- ✓ Antecedentes y justificaciones.
- ✓ Discusiones de los resultados.
- ✓ Conclusiones y recomendaciones.

❖ **Método práctico de la investigación.**

- ✓ Observación.
- ✓ Análisis metodológico.
- ✓ Análisis de resultados.
- ✓ Importancia de métodos y sistemas.

✓ Interpretación de discusiones

✓ Interpretación de resultados.

❖ *Además, podemos detallar los siguientes métodos y sistemas que son empleados como variables de estudio en la presente tesis:*

- **Sistema de Geoceldas Step:** Es un material conformado por una estructura tridimensional y obtiene una en forma de panel, además este material es adaptado en cualquier lugar y es muy fácil y sencillo para su instalación, disminuyendo el tiempo y es muy resistente a daños por impactos ambientales, debido a su resistente de soportar cargas es aplicado para tener un control de erosión, protección de taludes, canales y también en defensas ribereñas.
- **Método Bishop:** “Este método puede ser aplicado en distintos ámbitos ingenieriles usando técnicas llamadas dovelas, además esto permite considerar efectos de las fuerzas que se encuentran entre las dovelas. Este método considera las fuerzas entre dovelas horizontales, nos da a entender, que no considera las fuerzas cortantes. Este método toma en cuenta las superficies circulares, aunque el método de Bishop solo satisface equilibrio de momentos, además podemos decir que este método da resultados muy exactos y precisos (Suarez Dias, 2009) .
- **Método Janbú:** Para la presente tesis se da un mayor énfasis al método Janbú, ya que este método se encarga de realizar los análisis de sus efectos del agua y control de calidad para regular y controlar el caudal, se sabe que este método se viene desarrollando durante los últimos años debido a la precisión de sus resultados en los estudios de taludes que determinan el factor de seguridad en suelos cohesivos de manera sencilla y muy accesible, de acuerdo a ello permite determinar la estabilización de taludes. Este método se desarrollará a través del uso de software

para garantizar el óptimo análisis de costos y menor cantidad de movimiento de tierra, promoviendo la seguridad de las viviendas cercanas del proyecto de la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022. (Pérez & Loor, 2016)

## **2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.**

### **2.2.1. Técnicas de recolección de datos.**

Algunas técnicas que son empleadas en la recolección de datos se detallan de la siguiente manera:

- ✓ Observación.
- ✓ Lluvias de ideas.
- ✓ Cuadros estadísticos.
- ✓ Análisis documentales.
- ✓ Análisis de información relevante.

### **2.2.2. Instrumentos de recolección de datos.**

Algunos instrumentos son empleadas en la recolección de datos a continuación se detalla de la siguiente manera:

- ✓ Fichas de observación de manera directa e indirecta.
- ✓ Analizar datos con ayuda de cuadros estadísticos.
- ✓ Análisis de los contenidos documentales.
- ✓ Análisis de contenidos encontrando información relevante.
- ✓ Empleo de algunas fichas bibliográficas.

## **2.3. Procedimiento.**

- En esta etapa del proceso de investigación está conformada por distintas fases, en primer lugar, se comenzó recopilando bastante información referente al tema de estudio, para reforzar el conocimiento y proporcionar ideas que contribuyan en el ámbito ingenieril, además se ha empleado técnicas y estrategias que

permiten tener una mejor planificación de pasos a seguir durante el proceso de la investigación en la presente tesis. Esto nos permite realizar un análisis de mucha calidad con interpretación de datos y recopilados en la zona de estudio, de acuerdo con ello se pretende comparar la influencia del sistema Geoceldas Step con la aplicación de los métodos Bishop y Janbú, en comparación del sistema tradicional, para garantizar la estabilización de taludes óptimos en cuanto a costos y programación de tiempo en la represa Gallito Ciego. Además, con la aplicación de este sistema y métodos, se busca mejorar la optimización de costos y programación de tiempo en la instalación de las Geoceldas Step, mejorar la productividad, tener un mejor rendimiento de la cantidad de movimiento de tierra, generar un menor impacto ambiental. Realizar una comparación de calidad para tener en cuenta cual es el sistema que optimizan costos y mejor programación de tiempo, que puedan ayudar a mejorar la estabilización de taludes de acuerdo a los sistema establecidos, de acuerdo a ello se analizan el caudal del agua, la erosión y deslizamientos de masa de tierra, además los tipos de fallas traslacionales, rotacionales y volteo; debido a ello se busca dar una posible solución para estabilizar taludes en la zona de estudio, mediante el uso de obras civiles y poder dar un mayor uso de vida útil a la represa con ayuda de estos métodos y posteriormente se realizara comparaciones del sistemas con Geoceldas y el sistema tradicional, de acuerdo a los resultados obtenidos se hará el diseño donde genere menor costo de materiales, menor tiempo de instalación donde mejore la productividad regularizando la cantidad de movimiento de tierra, además se debe considerar una buena calidad de material al emplearse para este diseño usando métodos y sistemas más óptimos generando beneficio y seguridad a la población que es afectado debido los problemas ocasionados, y así tener que

comparar para ver cuál de los dos sistemas es el más adecuado para aplicar a esa zona de estudio.

## **2.4. Análisis Estadístico e Interpretación de Datos.**

### **2.4.1. Enfoque cuantitativo.**

En esta investigación de tesis se realizó la estadística descriptiva que informa los análisis de información del presente estudio. Además, incluye algunas características como; promedios, valores máximos y mínimos, asimismo los métodos estadísticos son empleados para determinar la optimización de costos, tiempo e impacto ambiental de la represa Gallito Ciego, también se usará el software de Microsoft office Excel, para procesar algunos datos, tablas estadísticas que complementan la presente investigación, según (Hernández, Baptista, & Collado, Manual de Estadística., 2014)

## **2.5. Aspectos Éticos:**

### **Ética.**

Según Mohammad Naghi (2013), todo ético influye ante todo las disposiciones del hombre que se presenta en el transcurrir de la vida cotidiana, puede estar presente en su carácter, sus costumbres y tradiciones, además también puede abarcar en la moral, que se manifiestan en sus actividades diarias. Además, la ética se encarga de establecer leyes y normas que el hombre pueda mejorar en sus acciones, estos pueden ser correcto e incluso lo incorrecto.

### **Aspectos Éticos del Investigador.**

Todos ingenieros están dispuestos a brindar el mejor servicio a toda la sociedad. Además, tienen la voluntad de brindar un bienestar al ser humano, dando importancia primordial a la seguridad y plena confianza para la utilización de los recursos en el desempeño de sus actividades como profesionales. De acuerdo con ello deben usar



técnicas o estrategias que se encarguen de promover la integridad y dignidad de su profesión.

➤ *De acuerdo con ello se procederá a considerar los siguientes valores éticos que contribuyen en del desarrollo de la tesis.*

**a. Responsabilidad Social.**

Según la Real Académica Española RAE (2020). La responsabilidad social se refiere a la gran carga que ocurre en cualquier ser humano, además todo individuo tiene un compromiso de ayudar a los miembros que requieran de alguna ayuda para mejorar la sociedad y contribuir con el desarrollo de la población, sin importar la clase social ni el tipo de ayuda.

**b. Honestidad.**

La honestidad es muy fundamental para aquellas conductas que tiene todo investigador, además esta conducta se debería tener presente para desarrollar el trabajo de investigación y buscar una estrategia para analizar cómo puede relacionarse con los demás de su entorno. Además, debe considerar algunas cualidades para conservar su conocimiento que se encuentran involucrados en la ciencia y el avance de la tecnología. (Cegarra, 2011).

**c. Lealtad profesional.**

La lealtad es una conducta de mucha importancia que se viene desarrollando y practicando en cualquier investigación u cualquier tipo de presentación, de esta manera se relaciona con cualquier otra institución que brinda una buena mejoría en bienestar del investigador, de acuerdo a ello se permite dar a conocer las mejorías que se desarrollan en el proyecto de la investigación generando una integración moral y profesional. (Cegarra, 2011).

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

En esta parte de resultados se trabajaría la influencia del sistema Geoceldas Step con los métodos Bishop y Janbú, en comparación al sistema tradicional de acuerdo con los parámetros de la estabilización de taludes ubicados en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.

### **3.1. Aplicación del sistema GEOCELDA STEP como material estabilizante en los taludes.**

EL fin de la solución en estudio es mejorar las cualidades de resistencia de los suelos y taludes, aplicando un geo sintético llamado DLT GEOCELDA STEP, es un material innovador que se clasifican como tecnologías innovadoras que se usa sin soldaduras y se presente de manera enrollable, su estructura está fabricada a partir de un polietileno de alta densidad estabilizado frente a la radiación UV mediante negro carbón, además se utiliza con el fin aumentar la capacidad portante del terreno. De esta manera con la aplicación de Geoceldas Step, las superficies de los taludes se mantienen estables y permite la optimización de un menor costo, tiempo y aumenta la productividad.

La Geoceldas es un sistema que tiene una alta densidad (HDPE), y cuenta con una densidad de  $0.95 \text{ [gr/cm]} \pm 1,5\%$  de capas múltiples, y presenta aditivos exclusivos que brindan niveles de alta resistencia y durabilidad, además este material es inerte y una de las mejores ventajas es que no contamina el medio ambiente generando un menor impacto ambiental.

Las Geoceldas presenta una gran variación en cuanto a las alturas y a las áreas de las celdas, así como también al tamaño de las planchas. La altura está comprendida desde 75 a 300 [mm], y las áreas de las celdas y el tamaño de las planchas esto depende del gusto de cada proveedor. El área de las celdas más utilizadas se puede encontrar de manera estándar entre 9.6”x8”, Mid 13.7”x12” y Large 19.2”x16”.

Debido a ello las geoceldas cumplen una función muy importante en los taludes, evita la erosión y hundimientos; asimismo evita tener problemas estructurales ocasionados por la erosión, aumentando la productividad de la zona de estudio. Además, por este sistema estabiliza el suelo dando una estabilidad a suelos de baja densidad. Se determina que las geoceldas contribuyen refuerzos de los taludes dentro del punto estructural, dar una estabilidad al suelo, determinando factores que favorecen a este sistema.

### **3.1.1. Antecedentes del uso de la Geoceldas.**

Las Geoceldas se pueden aplicar en diversas áreas de la ingeniería, presenta algunos objetivos mejorando la productividad del suelo, disminuyendo la cantidad de movimiento de tierra generando menos impacto negativo.

### **3.1.2. Ventajas de la Geoceldas Step:**

- ✓ Incrementa la pendiente del talud, considerando el tipo de terreno, garantizando su estabilidad.
- ✓ Genera mucha facilidad para desenrollarse.
- ✓ Proporcionan una solución mucho más duradera y costo más rentable.
- ✓ Las cavidades de la Geoceldas pueden ser rellenas con cualquier material.
- ✓ Permite el drenaje en sentido horizontal y vertical
- ✓ Tiene una instalación que puede ser aplicada de una manera rápida y sencilla.
- ✓ Disminuye costo y tiempo en la ejecución.
- ✓ Permite tener una cubierta de vegetal en la zona del proyecto.
- ✓ Reduce el impacto ambiental de la zona de investigación.
- ✓ No causa daños al medio ambiente ni contamina a la zona.
- ✓ La protección con Geoceldas conserva flexibilidad y puede conformarse y adaptarse al movimiento de menor importancia del subsuelo.

### 3.1.3. Especificaciones técnicas de la Geoceldas Step

Tabla 6: Datos técnicos de la Geoceldas

Datos técnicos de la Geoceldas.		
Propiedades	Método de ensayo	Valor típico
▪ Mínima densidad del polímero	▪ ASTM D-1505	▪ 0,940 g/cm <sup>3</sup>
▪ Espesor nominal de la placa	▪ ASTM D-5199	▪ 1,25 mm +/- 5%
▪ Contenido en carbono negro	▪ ASTM D-1603	▪ 1,5 % mínimo
▪ Resistencia al agrietamiento superficie ante agresiones medio ambientales	▪ ASTM D-1693	▪ 3.400 hs

Fuente: <https://syntex.com.co/productos/geocelda/>.

Tabla 7: Medidas técnicas de la Geoceldas.

Medidas	EGA 20	EGA 30	EGA 40
	(Normal)	(Intermedia)	(Grande)
▪ Ancho x largo (celda expandida, mm)	259x224	320x287	508x475
▪ Superficie (celda expandida, cm <sup>2</sup> )	289	460	1206
▪ Ancho x largo (panel expandido, m)	2,56x6,52	2,56x8,35	2,56x13,72
▪ Superficie (panel expandido, m <sup>2</sup> )	16,7	21,4	35,14
▪ Altura de la celda (mm)	75, 100, 150, 200, 250, 300		

Fuente: <https://syntex.com.co/productos/geocelda/>.

### 3.1.4. Protección de la represa Gallito Ciego con la aplicación de Geoceldas.

La Geoceldas permite tener un mejor control de los efectos que influyen en las fuerzas erosivas y taludes laterales de la represa, esto provocan flujos intermitentes y continuos, esto da una mejora de mucha importancia en ámbito hidráulico con la protección de materiales tradicionales tales como agregados, enrocados y revegetación. Las geoceldas Step presenta muchas ventajas que pueden ser utilizadas como materiales de relleno esta aplicación puede presentar un diseño donde se muestra refleja la estética del proyecto.

Las geoceldas Step brinda una efectividad en los taludes con algunos materiales granulares estos podrían ser como arena, grava y piedras o rocas de mayor tamaño en pendientes, esto puede controlar de manera efectiva la migración del material.

El material DLT Geoceldas Step será aplicado para la estabilización de taludes, ya que este geosintético proporciona alta productividad y una mayor resistencia que facilita años de durabilidad de taludes, cabe resaltar que es muy fácil y accesible para trabajar, optimizando la mejora de los costos, productividad y tiempo.



*Ilustración 3: Colocación del Geo sintético DLT Geocelda Step*

- El sistema tradicional permite estabilizar taludes en la represa Gallito Ciego, estableciendo algunas condiciones para la ejecución del proyecto, este sistema es un método común que en cualquier parte del mundo se viene realizando, este sistema se necesita el uso de maquinaria, generando grandes excavaciones, además se viene realizando muros de concreto no mayores a 6.00 metros; además esta propenso a contaminar el medio ambiente con el humo de la maquinaria y equipos a emplear, de acuerdo a ello se necesita mano de obra especializada, además este proceso tomaría mayor tiempo para lograr, generando un costo muy elevado al emplear este sistema tradicional, ya que es muy usado.

Para complementar esta investigación se considera algunas de las ventajas y beneficios que son alcanzados en el proyecto considerando nuevas tecnologías con sistemas de geoceldas y el sistema tradicional.

*Tabla 8: Comparar las ventajas en las instalaciones del sistema de Geoceldas y el sistema Tradicional.*

	▪ Sistema de Geoceldas	▪ Sistema Tradicional
<b>Ventajas</b>	✓ Disminuye gran cantidad de material de relleno en capas granulares y reduce hasta un 40%.	✓ El diseño de un sistema tradicional nos genera mayores excavaciones.
	✓ La geocelda es el sistema que permite la estabilización de taludes con gran facilidad.	✓ En la mayoría de estos proyectos se la extrae de canteras certificadas que suministran estos materiales.
	✓ Además, evita las sobre excavaciones e intervenciones profundas.	✓ El proyecto obliga a generar costos e incremento en los tiempos del proyecto.
	✓ Disminuye el tiempo de mantenimiento, debido al confinamiento, además tiene la capacidad de evitar migración del material (Relleno de la celda).	✓ El lavado y migración de materiales finos en las capas granulares provoca un temprano deterioro en la estructura de taludes.

Fuente: <https://syntex.com.co/productos/geocelda/>.

*Tabla 9: Comparar los beneficios en las instalaciones del sistema de Geoceldas y el sistema Tradicional.*

	▪ Sistema de Geoceldas.	▪ Sistema Tradicional.
<b>Beneficio Social</b>	✓ Disminución del impacto ambiental hacia a comunidad por menor tiempo de ejecución de obra.	✓ Incrementos en tiempos de ejecución dependiendo de las condiciones climáticas, Técnicas y condiciones locales
	✓ Mitigación del riesgo de afectación por redes de servicios públicos debido a las intervenciones de gran profundidad.	✓ Generalmente en el proyecto no se conoce con claridad las intervenciones en redes a la cual se exponen, corriendo riesgos en la ampliación de los tiempos de ejecución
	✓ Optimización de la planificación urbana y te transporte.	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Generación de empleo con Mano de Obra no calificada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para el empleo de este sistema, es muy importante contar con personal calificado que tenga conocimientos generales en obra. Además, genera mayores costos administrativos para el óptimo desarrollo de las obras.</li> </ul>
<b>Beneficios Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción en la cantidad de materiales de cantera considerados recursos No renovables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ De acuerdo a los equipos que se requieren en la obra, estos generan gases contaminantes producto de la operación de tiempo para la óptima ejecución de estas obras.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción en la emisión de Gases producto de la cantidad de horas y máquina, que son necesarias para la construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las obras tradicionales, siempre generan elementos contaminantes que afectan el medio ambiente y su entorno.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción de la contaminación relacionada con la ejecución de la obra</li> </ul>	
<b>Beneficios Técnicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción en la calidad de materiales de la cantera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se enfrenta a un proyecto donde se tenga que ejecutar movimientos o desplazamiento de tierra.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Intervención de menor espesor que disminuyen la afectación de las redes de servicios públicos</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facilidades constructivas que reducen los tiempos de ejecución de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incrementos en la generación de profundidades debido a la excavación requeridas para el diseño.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Menor generación movimientos de tierra</li> </ul>	
<b>Beneficios Económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción del costo del proyecto evaluado como sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No se tiene la certeza que se puedan encontrar ciertas profundidades esto dependen de la capacidad portante del suelo.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Su instalación se realiza con equipos convencionales de gran calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para las obras con sistemas tradicionales, se requiere de maquinaria pesada para ejecutar excavaciones.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se cuenta con acompañamiento técnico para su instalación considerando un personal operativo.</li> </ul>	

Fuente: <https://syntex.com.co/productos/geocelda/>

Se realizó un análisis comparativo de un sistema con Geoceldas y un sistema Tradicional considerando aspectos muy relevantes en cuanto a costos, tiempo e impacto ambiental, de acuerdo con el análisis realizado se podría decir que el sistema constructivo de Geo celda es el más rentable de tecnologías innovadoras en geosintéticos tomando en cuenta sus ventajas y beneficios que presenta este sistema.

De acuerdo con el análisis realizado permite dar solución a problemas presentados en la estabilización de taludes, se considera que los sistemas tradicionales se convierten en alternativas no favorables en cuanto al tiempo, impacto ambiental y costos comparativos que se realizan con los nuevos procesos tecnológicos de las geoceldas.

### 3.1.5. Datos considerados para el diseño de geoceldas Step.

*Tabla 10: Características del talud para el diseño con Geoceldas.*

Características del talud	
▪ Altura promedio de talud	16.50 m
▪ Inclinación máxima	1V:1.66H

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 11: Características geotécnicas para el diseño con Geocelda.*

Características geotécnicas	
Material	
▪ Tipo de suelo	▪ SP - SM
▪ Peso específico del suelo	▪ 16.50 kN/m <sup>3</sup> (1.59 gr/cm <sup>3</sup> )
▪ Angulo de fricción	▪ 26.56°
▪ Cohesión <sup>©</sup>	▪ 1.96 kN/m <sup>2</sup> (0.002 kg/cm <sup>2</sup> )
▪ Peso volumétrico saturado	▪ 16 N/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 12: Tipo de geocelda para el diseño con Geoceldas.*

Tipo de geocelda a utilizar en el diseño.		
Tipo de geocelda	Long(m)	Ancho(m)
▪ Geocelda Step	0.475	0.508

Fuente: Elaboración propia.



### 3.1.6. Resultados del diseño de Geoceldas.

Tabla 13: Parámetros empleados para determinar la altura de la geocelda.

Parámetros	Cantidad	Unidad
▪ Altura de talud (desde el pie de la represa hasta corona)	8.00	m
▪ Base de talud horizontal	6.25	m
▪ Pendiente	37.56	Grados
▪ Ángulo de fricción interna del relleno con grava	40	Grados

Fuente: Elaboración propia

✓ Según la gráfica se puede determinar la altura de la Geocelda.

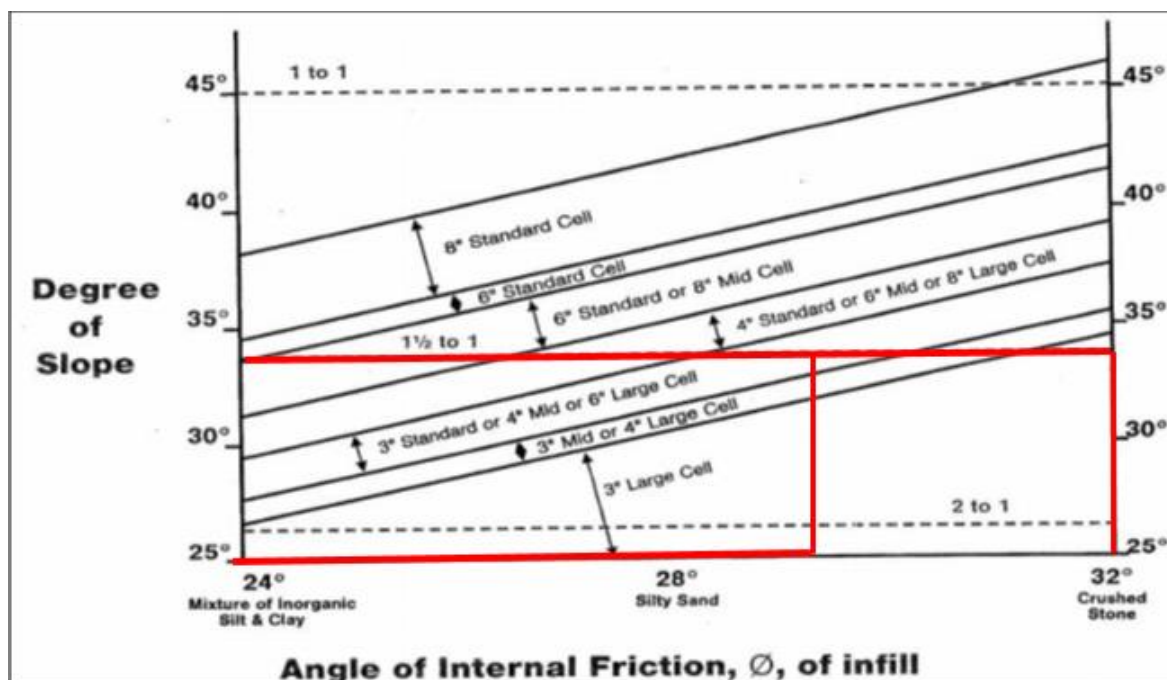


Ilustración 4: Determinar la altura de la geocelda

Fuente: Geoproducts (2011).

✓ De acuerdo con la gráfica mostrada se obtuvo la altura de la geocelda:

**Altura de la Geocelda = 75 milímetro = 3 pulgadas**

Tabla 14: Parámetros empleados para determinar el largo del panel de Geocelda (LP)

Parámetros	Cantidad	Unidad
▪ Longitud de retiro en corona de talud (Lr)	0,57	m
▪ Longitud del talud (Lw)	6.82	m
▪ Longitud de adentramiento horizontal en la represa (Lh)	1.2	m

Fuente: Elaboración propia.

✓ Se calcula mediante la siguiente formula:

*Ecuación 1: Longitud del panel de Geocelda.*

$$L_p = L_r + L_w + L_h$$

$$L_p = 8.59 \text{ metros}$$

Tabla 15: Parámetros empleados para determinar la ecuación de la fuerza del deslizamiento de la represa.

Parámetros	Cantidad	Unidad
▪ Altura de celda (H)	0.075	m
▪ Longitud de pendiente (L)	6.3	m
▪ Peso unitario del material de relleno ( $\gamma$ )	21.54	KN/m <sup>3</sup>
▪ Carga de nieve (SL)	0	KN/m <sup>2</sup>
▪ Pendiente (W)	37.56	Grados
▪ Angulo de fricción interna con grava ( $\phi$ )*	40	Grados

Fuente: Elaboración propia

✓ Se calcula mediante la siguiente formula:

*Ecuación 2: Fuerza del deslizamiento de la represa.*

$$N.S.F = [(H \times L \times Y) + (L \times SL)] \times [\sin w - (\cos w \tan \phi)]$$

$$N.S.F = 0.763 \text{ KN/m}$$

Tabla 16: Parámetros empleados para determinar las dimensiones de la zanja de anclaje.

Parámetros	Cantidad	Unidad
▪ Fuerza neta de deslizamiento (NSF)	0.763	kN/m
▪ Factor de Seguridad (FS), método Janbú	1.34	
▪ Peso unitario del material de relleno ( $\gamma$ )	21.54	kN/m <sup>3</sup>
▪ Angulo de fricción interna con grava ( $\phi$ )	40	Grados

Fuente: Elaboración propia

✓ Se calcula mediante la siguiente formula:

*Ecuación 3: Dimensión de la zanja de anclaje.*

$$L \times H = \frac{NSF \times FS}{\gamma \times \tan \emptyset}$$

✓ Además, se considera los siguientes espesores

Ancho = 0.30 m

Altura = 0.50 m

**L x H = 0.14m<sup>2</sup>**

*Tabla 17: Parámetros empleados para determinar el número de ganchos de anclaje por ancho de panel.*

Parámetros	Cantidad	Unidad
▪ Fuerza neta de deslizamiento (NSF)	0.763	kN/m
▪ Ancho de panel	2.3	m
▪ Factor de Seguridad (FS), método Janbú	1.34	
▪ Resistencia del gancho de anclaje	1.5	kN

Fuente: Elaboración propia

✓ Se calcula mediante la siguiente formula:

*Ecuación 4: N° de ganchos por ancho de panel.*

$$\text{N° de ganchos por ancho de panel} = \frac{\text{NFS} \times \text{Ancho de panel} \times \text{FS}}{\text{Resistencia del gancho de anclaje}}$$

**4 ganchos por ancho de panel con un espaciado de 0.73 m entre cada gancho.**

❖ El cálculo de esta investigación se ha realizado en base a la siguiente normativa:

- **ASTM D-6652** (Comportamiento al esfuerzo y deformación a largo plazo).
- **ASTM D-3895** (Resistencia a la oxidación).
- **ASTM E-2254** (Comportamiento a temperaturas elevadas).
- **ASTM 5885** (Resistencia a la degradación UV).

### 3.1.7. Proceso constructivo de la Geocelda Step.

El sistema de geoceldas es muy fácil para el diseño de construcción, es por ello por lo que no se requiere mano de obra especializada para su instalación del proyecto de dicha represa.

*Tabla 18: Procesos constructivos de la Geocelda.*

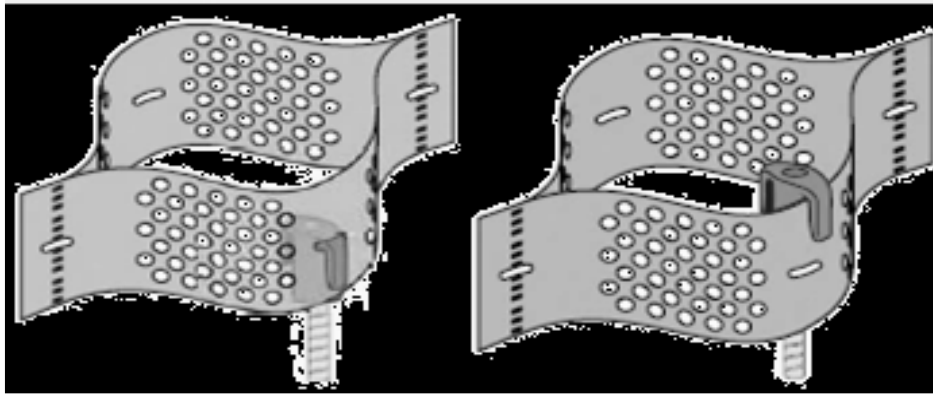
▪ Proceso	▪ Función
▪ Preparación del Terreno	✓ Limpieza de todo tipo de material inapropiado y corregir las irregularidades encontrados en la zona de estudio.
▪ Excavación de la zanja.	✓ Determinada por el diseño para la ejecución.
▪ Colocación del tubo de anclaje:	✓ Contribuye en la disipación de esfuerzos (se pueden emplear otros elementos).
▪ Traslape y Unión	✓ Para realizar la unión del sistema de geoceldas se puede hacer mediante la aplicación de grapas galvanizadas y engrapadoras, de esta manera dando forma la geocelda y quedando de manera continua y obteniendo paredes adyacentes en su colocación.
▪ Relleno	✓ Para el colocar el material de relleno se necesita el uso de una pala mecánica para evitar cualquier tipo de daños en las celdas, y mantener el cuidado máximo del material empleado.
▪ Revegetación	✓ Se emplea un sistema llamado siembra manual, que es determinada por el diseño del método Janbú; además es muy importante tener el control de erosión y hundimientos del suelo, de esta manera se realiza una mejor estabilización de taludes en la represa, mejorando la productividad de la zona.

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 5: Geocelda en proceso de llenado*

Fuente: Sintex



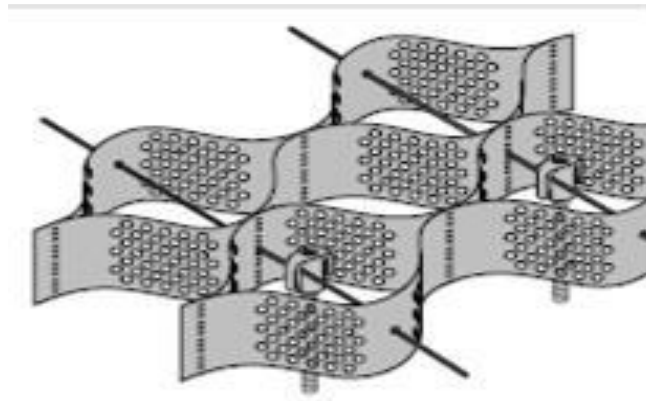
*Ilustración 6: Fijación de borde con ganchos*

Fuente: Presto Geosystems (2013)



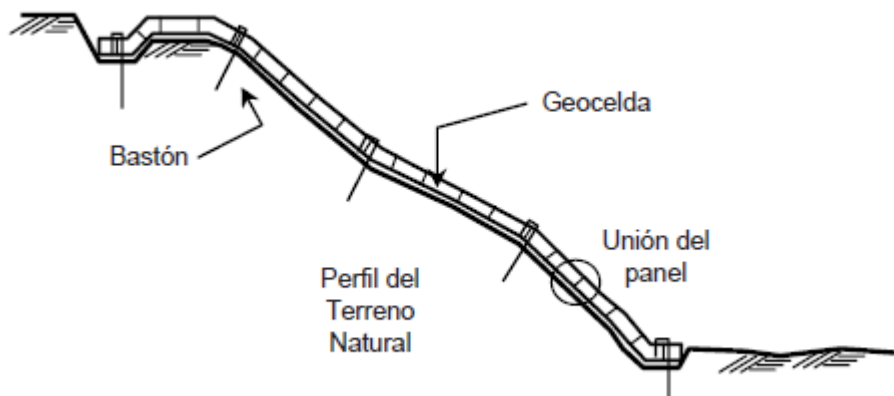
*Ilustración 7: Engrapado de geoceldas*

Fuente: Presto Geosystems (2013)

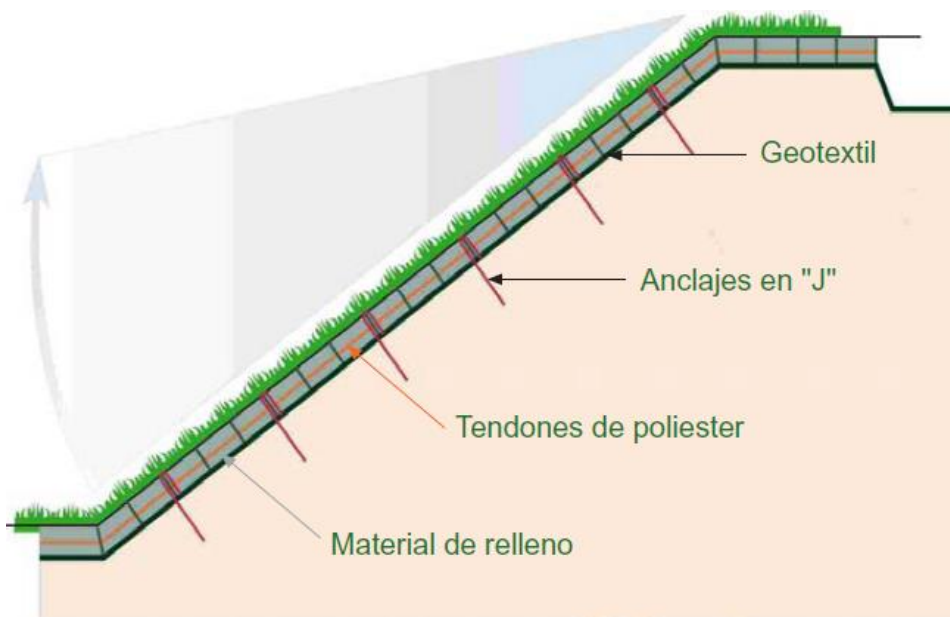


*Ilustración 8: Anclajes internos*

Fuente: Presto Geosystems (2013)



*Ilustración 9: Instalación del sistema geoceldas*



*Ilustración 10: Hidrosiembra con la instalación de Geoceldas.*

### 3.1.8. Proceso de instalación del sistema con Geoceldas determinado con el método Janbú.

Para realizar la instalación de taludes en la represa Gallito Ciego, se tiene que considerar algunos aspectos muy importantes, empezar a colocar el material de relleno de arriba hacia abajo, para evitar el movimiento excesivo de tierra en las celdas, lo que se pretende es mantener una estabilización de taludes, realizando una compactación de manera adecuada sin afectar al desarrollo de la vegetación, de acuerdo al análisis de la aplicación del método de Janbú nos permite encontrar el factor de seguridad y diseñar la estabilidad de taludes con el sistema de la geocelda, minimizando costos, se instala un 25% aun 30% más rápido disminuye el tiempo durante la instalación de la geocelda Step. Además, ayuda a mejorar la productividad de la cantidad de movimiento de tierra.

La instalación de geoceldas en un talud permite la hidrosiembra y la plantación de arbustos, además las Geoceldas cumplen una función muy importante, se encargan de retenerlos materiales que se soportan en la superficie.

*Tabla 19: Materiales, herramientas y equipos a utilizar en la instalación de geoceldas*

<b>Materiales a utilizar</b>	<b>Herramientas manuales</b>	<b>Máquinas y equipos</b>
▪ Geotextil no tejido	▪ Lampa y pico	▪ Engrapadora neumática
▪ Geocelda de HDPE	▪ Empleo de regla de madera/aluminio	▪ Soldadora automática de color
▪ tendón de polyester	▪ Badilejo	▪ Mezcladora de concreto(trompo)
▪ Ganchos de anclaje	▪ Comba	▪ Vibrador de concreto
▪ Grapas	▪ Cuchilla	▪ Generador eléctrico
▪ Tubo de PVC 6"	▪ Plancha de pulir	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Parámetros para diseñar la estabilidad de taludes.

Peso específico. Natural. (t/m <sup>3</sup> )	Peso específico húmedo.(t/m <sup>3</sup> )	Peso específico. (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión (t/m <sup>2</sup> )	Angulo de fricción interna.
1.89	1.71	2.1	1	24
2.5	1.78	2.55	0.6	26

Fuente: MTC (a) (2014)

➤ *Comparar la geometría del talud en suelos homogéneos y suelos heterogéneos.*

### 3.2. Métodos de análisis para determinar el factor de estabilidad según la recolección de datos de acuerdo con la geometría del talud considerando suelos homogéneos.

De acuerdo con la geometría del talud se considera suelos heterogéneos, además se colocará en forma de coordenadas considerando el pie del talud como la cota (0,0)

**Datos:**

Tabla 21: Datos del pie de talud en suelos homogéneos.

Pie de talud	
▪ Px:	0 m
▪ Py:	0 m

Fuente: Elaboración propia.

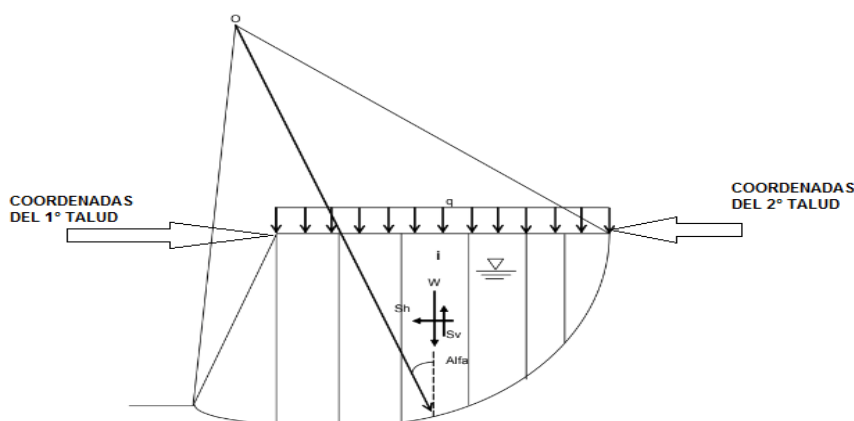
Además, se considera coordenadas de puntos finales de los taludes, todos los puntos corresponden a la parte superior del talud, de acuerdo con ello de toma en cuenta la sobrecarga si es que existe.

Tabla 22: Datos del final del talud 1 y 2 en suelos homogéneos.

Final del talud 1:	Final del talud 2:
▪ Px: 16 m	▪ Px: 23 m
▪ Py: 8 m	▪ Py: 8 m

Fuente: Elaboración propia





*Ilustración 11: Coordenadas del talud 1 y 2 en suelos homogéneos.*

### 3.2.1. Coordenadas del centro.

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que calcular la coordenada geométrica del centro, para identificar el arco de falla que existe dentro de los taludes. Además, sabemos que la coordenada en X es considerada igual a 0 y la coordenada Y se tiene que calcular con ayuda de la siguiente fórmula.

*Ecuación 5: Coordenadas del centro.*

$$Py (\text{Centro}) = (Px^2 + Py^2) / 2Py$$

*Tabla 23: Coordenadas del centro del talud en suelos homogéneos.*

#### Coordenadas del centro.

- Px: 0 m
- Py: 38.4 m

Fuente: Elaboración propia.

Para poder calcular las coordenadas del centro de talud se consideraron las coordenadas del talud 2 y obtener el valor de Py. Además, se considera  $Px = 0$ , con la finalidad de simplificar los cálculos y poder analizar de manera más precisa la estabilidad de taludes y poder cubrir una mayor superficie del talud.

### 3.2.2. Distancia punto inicial y punto final.

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que calcular la distancia del punto inicial y del punto final, (pie del talud hasta el final del talud 2), se tiene que calcular la distancia con ayuda de la siguiente formula.

*Ecuación 6: Distancia punto inicial y punto final.*

$$d = \sqrt{(Px2 - Px1)^2 + (Py2 - Py1)^2}$$

*Tabla 24: Distancia entre el pie y final del talud 2 en suelos homogéneos.*

#### **Distancia entre pie y final del talud 2:**

d:	23.78 m
----	---------

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 25: Distancia entre el centro y final del talud 2 en suelos homogéneos.*

#### **Distancia entre el centro y final del talud 2:**

d:	37.35
----	-------

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Ángulo entre el pie y el final del talud respecto al centro.

De acuerdo a los datos obtenidos de cada talud se procede a determinar el ángulo de falla de cada talud, se sabe que el ángulo de falla puede ser diferente de acuerdo a su ubicación.

*Tabla 26: Ángulo entre el pie y el final del talud respecto al centro en suelos homogéneos.*

#### **Ángulo entre el pie y el final del talud respecto al centro:**

$\Theta$	0.657	Radianes
$\Theta$	37.68	Grados

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4. Para determinar la inclinación de cada talud se tendría que aplicar la ley de cosenos.

Para el ángulo de inclinación del primer talud se calcula con ayuda de la siguiente formula.

*Ecuación 7: Ángulo de inclinación talud 1*

$$\theta = \left( \frac{Py1}{Px1} \right)$$

Tabla 27: *Ángulo de inclinación 1 en suelos homogéneos.*

**Ángulo de inclinación**

- Talud 1: 26.56 m

Fuente: Elaboración propia.

Para el ángulo de inclinación del segundo talud se calcula con ayuda de la siguiente fórmula.

Ecuación 8: *Ángulo de inclinación talud 2*

$$\theta = \left( \frac{Py^2}{Px^2} \right)$$

Tabla 28: *Ángulo de inclinación 2 en suelos homogéneos.*

**Ángulo de inclinación**

- Talud 2: 0 m

Fuente: Elaboración propia.

En este caso del segundo talud el ángulo de inclinación es cero, porque en ese talud no tiene ninguna inclinación.

### 3.2.5. Coeficientes sísmicos y sobrecarga.

Para calcular los coeficientes sísmicos y la sobrecarga se necesita ayuda de la siguiente fórmula.

Ecuación 9: *Coeficientes sísmicos y sobrecarga.*

$$S = C_s (Q + \Sigma W)$$

Donde se considera:

- **S** = Fuerza sísmica
- **C<sub>s</sub>** = Coeficiente sísmico
- **Q** = Sobrecarga calculada
- **W** = Peso propio (Sumatoria de las dovelas que se está analizando)

Tabla 29: Coeficientes sísmicos y sobrecarga en suelos homogéneos.

Coeficientes sísmicos y sobrecarga.	
▪ Csv:	0 Ad.
▪ Csh:	0 Ad.
▪ q:	5099 Kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Peso volumétrico del agua en suelos homogéneos.

Y(Agua)
Y: 1000 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Se toma como referencia el pie del talud, con una cota inicial, de cota de cero metros.

Tabla 31: Altura del nivel freático tomando como referencia el pie del talud (m) en suelos homogéneos.

Altura del nivel freático tomando como referencia el pie del talud (m)	
hw:	6 m

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6. Recolección de datos de la geometría del talud para determinar su factor de seguridad de acuerdo a suelos heterogéneos.

#### Datos.

Tabla 32: Datos del pie de talud en suelos heterogéneos.

Pie de talud	
▪ Px:	0 m
▪ Py:	0 m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Datos del final del talud 1 y 2 en suelos heterogéneos.

Final del talud 1:	Final del talud 2:
▪ Px: 15 m	▪ Px: 19 m
▪ Py: 16 m	▪ Py: 16 m

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 34: Coordenadas del centro en suelos heterogéneos.*

Coordenadas del centro	
▪ Px:	0 m
▪ Py:	19.47 m

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 35: Datos de la sobrecarga de suelos heterogéneos.*

Sobrecarga	
▪ C <sub>sv</sub> :	0
▪ C <sub>sh</sub> :	0.1
▪ q:	5000 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 36: Peso volumétrico nivel freático en suelo heterogéneo.*

Peso volumétrico nivel freático	
Y(Agua)	
Y:	1000 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 37: Altura del nivel freático tomando como referencia el pie del talud (m), suelos heterogéneos.*

Altura del nivel freático tomando como referencia el pie del talud (m)	
hw:	8 m

Fuente: Elaboración propia.

- ❖ Seguidamente se realiza la comparación de los métodos Bishop y Janbú para determinar su factor de seguridad de acuerdo a sus parámetros de la estabilización de taludes homogéneos en la represa Gallito Ciego - Cajamarca 2022.

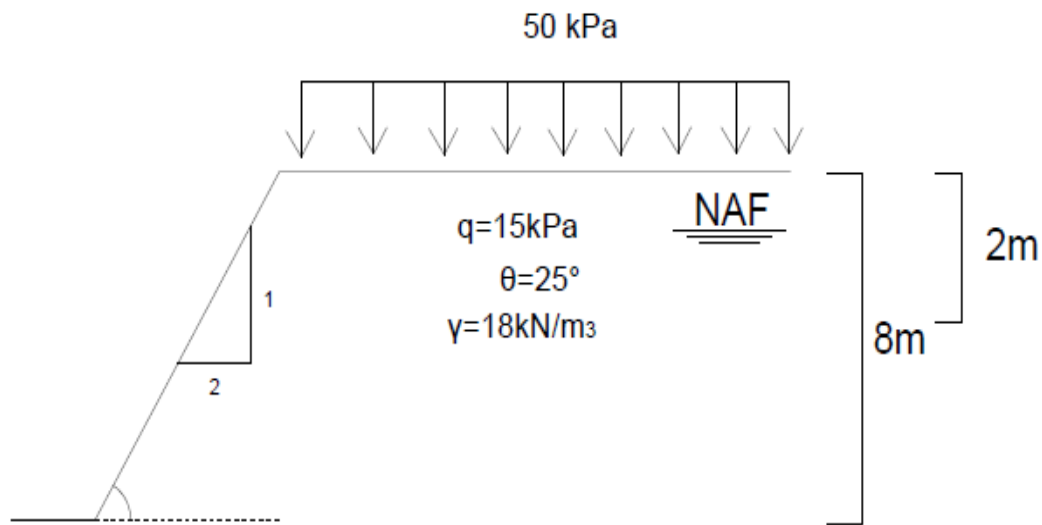


Ilustración 12: Cálculo de talud homogéneo

Fuente: Elaboración propia.

✚ Comparar el F.S con los métodos Bishop y Janbú:

### 3.3. Determinar del factor de seguridad con el método Bishop.

✚ Solución:

$$H' = H + \frac{q}{\gamma H} = 8 + \frac{50}{18} = 10.778 \text{ m}$$

$$\frac{c'}{\gamma H} = \frac{15}{18 (10.778)} = 0.0773 \text{ m}$$

✓ Valor de  $c$  y  $H$  mayor que 0.0773

$$\frac{c'}{\gamma H} = 0.1$$

✓ Talud 2 (horizontal) a Talud 1 (vertical),  $D = 1.25 \text{ m} = 2.19 \text{ m}$

$$\mu_w = 9.81(6) = 58.86 \text{ kPa}$$

$$r_w = \frac{58.86}{18(10.778)} = 0.303$$

✓ **Valor de  $c$  y  $H'$  menor que 0.0773**

$$\frac{c'}{yH} = 0.075$$

✓ **Talud 2 (horizontal) a Talud 1 (vertical),  $D = 1.0 \text{ m} = 1.86, \text{ m}$**

$$\mu_w = 9.81(6) = 58.86 \text{ kPa}$$

$$r_w = \frac{58.86}{18(10.778)} = 0.31$$

$$FS = 1.86 - 0.303 (1.38) = 1.4$$

Además, se interpolar los factores de seguridad se obtiene:

$$FS = 1.47$$

### 3.4. Determinar del factor de seguridad con el método Janbú.

✚ **Solución:**

$$\frac{q}{yH} = \frac{50}{18(8)} = 0.347, \mu q = 0.935$$

$$\mu_w = 1, Hw = 0$$

$$H1/H = 1/8 = 0.125, \mu t = 0.97$$

✓ **Reemplazando en la ecuación**

$$\mu d = \mu w \mu q \mu t = (1)(0.935)(0.97) = 0.907$$

✓ **Utilizando la ecuación**

$$P_d = \frac{yH + q - ywHw}{\mu d} = \frac{18(8) + 50}{0.907} = 213.89 \text{ kPa}$$

$$HW/H' = 6/8 = 0.75, \mu_w = 0.956$$

$$\mu_e = \mu_q \mu_w = (0.935) (0.956) = 0.894$$

$$p_e = \frac{yH + q - y_w H_w}{\mu_e} = \frac{18(8) + 50 - 9.81(6)}{0.894} = 151.16 \text{ kPa}$$

✓ **Sustituyendo la ecuación:**

$$\lambda = (p_e \tan \emptyset) / c = (151.16 \tan 25^\circ) / 15 = 4.7$$

$$N_{of} = 19.1$$

$$FS = N_{of} c / pd = 19.1 (15) / 213.89 = 1.339$$

✓ **Coordenadas del centro del círculo crítico**

$$X_0 = 0.6$$

$$Y_0 = 1.8$$

$$X_0 = 0.6(8) = 4.8 \text{ m}$$

$$Y_0 = 1.8 (8) = 14.4 \text{ m, respecto del pie del talud.}$$

**FS = 1.34**

### 3.5. Resumen de resultados del diseño de los métodos Bishop y Janbú.

De acuerdo con los diseños de los métodos Bishop y Janbú, para un talud homogéneo, se determinó encontrar el valor del factor de seguridad de cada diseño.

*Tabla 38: Resumen de resultados de los métodos Bishop y Janbú de un talud homogéneo*

Resultados	Método Bishop	Método Janbú
Factor de seguridad (F.S)	1.47	1.34

Fuente: Elaboración propia.

- ❖ Cabe resaltar, de acuerdo con los resultados obtenidos a través de los métodos Bishop y Janbú se logró determinar el factor de seguridad, esto nos conlleva a realizar un análisis preciso; de acuerdo al F.S nos indica que el método de Janbú es más exacto y tiene una mejor precisión para realizar cálculos de taludes, ya que nos arroja un valor de **1.34**.



De acuerdo con los factores de seguridad, se establece una escala teniendo en cuenta los factores que tiene mayor realce en cuanto a riesgos.

Tabla 39: Factores de seguridad recomendados para taludes nuevos según la escala establecida de acuerdo con los pobladores:

Riesgo para la vida Riesgo económico		Factor de seguridad contra pérdidas de vida para una lluvia en los últimos años.		
		Bajo	Medio	Alto
Factor de seguridad	Bajo	> 1	1.3	1.5
	Medio	1.3	1.3	1.5
	Alto	1.5	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia.

- Además, este valor es considerado como valores mínimos para realizar estudios de la zona de estudio, de acuerdo con ello se tiene la siguiente escala:
  - ✓ Valor > 1 es considerado como una condición baja.
  - ✓ Valor 1.3 es considerado como una condición media.
  - ✓ Valor 1.5 es considerado como una condición alta.

Tabla 40: Fallas de taludes que aborda el riesgo para la vida.

Casos:	Riesgo de vida.		
	Bajo	Medio	Alto
▪ Se encuentran fallas que afectan parques campestres y áreas de recreación a cielo abierto.	✓		
▪ Se encuentran fallas que afecta carreteras con densidad de tráfico bajo.	✓		
▪ Se encuentran fallas que afectan algunos materiales (no peligrosos)	✓		
▪ Se encuentran fallas que afectan espacios abiertos masivo y facilidad de recreación.		✓	
▪ Se encuentran fallas que afectan carreteras de baja densidad vehicular.		✓	
▪ Se encuentran fallas que afectan áreas públicas de paraderos de buses.			✓
▪ Se encuentran fallas que afectan a la industria.			✓

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Fallas de taludes que aborda el riesgo económico.

Casos:	Riesgo económico.		
	Bajo	Medio	Alto
▪ Se encuentran falla que afectan a zonas campestres.	✓		
▪ Se encuentran fallas que afectan carreteras rurales, distritales y locales.	✓		
▪ Se encuentran fallas que afectan a parques que están en el aire libre.	✓		
▪ Se encuentran fallas que afectan a carreteras rurales.		✓	
▪ Se encuentran fallas que afectan carreteras urbanas de gran importancia.		✓	
▪ Se encuentran fallas que afectan servicios principales en un largo tiempo.			✓
▪ Se encuentran fallas que afectan y causan un daño estructural.			✓

Fuente: Elaboración propia.

Algunas fallas de taludes son abordadas con riesgo de vida y riesgos económicos en el transcurso de los próximo 10 años.

Tabla 42: Riesgo de vida

Riesgo de vida	Factor de seguridad de pérdidas de vidas en los próximos 10 años		
	Bajo	Medio	Alto
	1.00	1.30	1.50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43: Riesgo económico.

Riesgo económico	Factor de seguridad de pérdidas económicas en los próximos 10 años		
	Bajo	Medio	Alto
	1.00	1.30	1.50

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.1. Comparar costos para la estabilización de taludes mediante Geocelda y el Tradicional.

Para comparar costos y presupuestos mediante Geocelda y el sistema tradicional, se requiere de un análisis detallado para ambos sistemas; según análisis, las Geoceldas (**VER ANEXO N°3**) generan una mejora en la optimización de costos y mejora de la productividad de la cantidad de movimiento de tierra, de acuerdo a ello se realiza un análisis de presupuesto de todos los materiales, mano de obra y equipos que se emplea por cada metro cuadrado, mediante Geoceldas y también con el sistema tradicional, además el sistema tradicional se detalla (**VER ANEXO N°4**).

#### Índice de productividad.

Este indicador mide la eficiencia en el uso de los recursos en las operaciones o procesos constructivos. Cuando empieza el proyecto de construcción para la estabilidad de taludes, la ejecución de los trabajos realizados se centra en los rendimientos programados, de esta manera se realiza la comparación de la productividad real con la productividad planeada.

Además, la productividad real es la productividad que se mide durante el desarrollo de la construcción y la productividad planeada, es la que es planificada antes de ejecutarse el proyecto.

El análisis del índice de productividad de la mano de obra para estabilización de taludes puede ayudar a tomar acciones inmediatas, así mismo ayuda a establecer metas realistas y puntos de control durante un proceso de construcción. Por último, con el análisis del índice de productividad se puede establecer la tendencia productiva de la mano de obra a través del tiempo del proyecto. El índice de productividad de la Mano de Obra se determina:

*Ecuación 10: Índice de productividad.*

$$IP = \frac{CUADRILLA \times JORNAL}{RENDIMIENTO}$$

### 3.5.1.1. Análisis de costos y presupuesto para la instalación del sistema con Geoceldas.

Tabla 44: Costos y presupuesto para la instalación del sistema con Geoceldas.

PRESUPUESTO:					
Presupuesto:	<b>DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES UTILIZANDO GEOCELDA, EN LA REPRESA GALLITO CIEGO - CAJAMARCA, 2022.</b>				
Lugar:	<b>REPRESA GALLITO CIEGO - CAJAMARCA, 2022.</b>				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNI D.	METRA DO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES:</b>				
<b>01.01</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD.</b>				
01.01.01	Servicios higiénicos provisionales	Und	2.00	91.40	182.80
<b>01.02</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Limpieza permanente de obra	glb	1.00	659.00	659.00
01.02.02	Movilización de equipos y herramientas	glb	1.00	366.00	366.00
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
<b>02.01</b>	<b>EXCAVACIONES</b>				
0.2.01.01	Excavaciones masivas en talud	m3	1,750.00	35.35	61,853.75
0.2.01.02	Excavación manual de zanja	m3	45.00	20.04	901.85
0.2.01.03	Nivelación de zanja	m	320.00	7.67	2,453.60
<b>02.02</b>	<b>RELLENOS</b>				
02.02.01	Nivelación del terreno normal y compactado	m2	730.00	1.37	998.28
<b>02.03</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				
02.03.01	Eliminación manual del material	m3	1,750.00	20.69	36,203.13
<b>03</b>	<b>INSTALACIÓN EN DEFENSA DE LA REPRESA</b>				
<b>03.01</b>	<b>GEOCELDA</b>				
03.01.01	Instalación de geocelda con ganchos	m2	1,530.00	40.32	61,685.78
<b>03.02</b>	<b>TUBO PVC Ø 8"</b>				
03.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	8.00	524.13	4,193.07
<b>04</b>	<b>REVESTIMIENTOS</b>				
04.01	Tarrajeo con impermeabilizante, e=1.5cm	m2	1,530.00	61.33	93,827.25
<b>05</b>	<b>OTROS</b>				
05.01	Limpieza final de obra	glb	1.00	140.75	140.75
✓	<b>COSTO DIRECTO</b>			S/.	<b>263,465.24</b>
✓	<b>GASTOS GENERALES</b>	5%		S/.	13,173.26
✓	<b>SUBTOTAL</b>			S/.	<b>276,638.50</b>
✓	<b>I.G.V.</b>	18%		S/.	49,794.93
✓	<b>TOTAL, PRESUPUESTO</b>			S/.	<b>326,433.43</b>

Fuente: Elaboración propia (2022).

### 3.5.1.2. Análisis de costos y presupuesto para instalación con el sistema tradicional.

Tabla 45: Análisis de costos y presupuesto para instalación con el sistema tradicional.

PRESUPUESTO:					
Presupuest o	<b>DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES UTILIZANDO EL SISTEMA TRADICIONAL, EN LA REPRESA GALLITO CIEGO - CAJAMARCA, 2022.</b>				
Lugar	<b>REPRESA GALLITO CIEGO - CAJAMARCA, 2022.</b>				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID .	METRAD O	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES:</b>				
<b>01.01</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD.</b>				
01.01.01	Servicios higiénicos provisionales	Und	2.00	91.40	182.80
<b>01.02</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Limpieza permanente de obra	glb	1.00	659.00	659.00
01.02.02	Movilización de equipos y herramientas	glb	1.00	366.00	366.00
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
<b>02.01</b>	<b>EXCAVACIONES</b>				
0.2.01.01	Excavaciones masivas en talud	m3	1,750.00	35.35	61,853.75
0.2.01.02	Excavación mecánica de zanja	m3	45.00	20.04	901.85
0.2.01.03	Nivelación de zanja	m	320.00	7.32	2,341.60
<b>02.02</b>	<b>RELLENOS</b>				
02.02.01	Nivelación del terreno normal y compactado	m2	730.00	3.12	2887.99
<b>02.03</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				
02.03.01	Eliminación del material con maquinaria	m3	1,750.00	20.69	50686.86
<b>02.04</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
02.04.01	Concreto f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	144.72	702.48	43332.26
<b>02.05</b>	<b>ZANJA DE ANCLAJE EN LA REPRESA</b>				
02.05.01	Concreto f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	27.00	1,048.02	8,084.00
<b>02.06</b>	<b>TUBO PVC Ø 8"</b>				
02.06.01	Concreto f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	8.00	702.48	5,619.87
<b>02.07</b>	<b>REVESTIMIENTOS</b>				
02.07.01	Tarrajeo con impermeabilizante mezcla, e=1.5cm	m2	1,530.00	154.03	235,658.25
<b>02.08</b>	<b>OTROS</b>				
02.08.01	Limpieza final de obra	glb	1.00	815.75	815.75
✓	<b>COSTO DIRECTO</b>			S/.	<b>316,482.87</b>
✓	<b>GASTOS GENERALES</b>	5%		S/.	15,824.14
✓	<b>SUBTOTAL</b>			S/.	<b>332,307.01</b>
✓	<b>I.G.V.</b>	18%		S/.	59,815.26
✓	<b>TOTAL, PRESUPUESTO</b>			S/.	<b>392,122.27</b>

Fuente: Elaboración propia (2022).

### **3.6. Intervalo de tiempo de acuerdo con el diseño de la estabilización de taludes, en la represa Gallito Ciego – Cajamarca.**

De acuerdo con ello, se determina que una probabilidad de falla de 5% es un nivel aceptable de riesgo durante la operación, para una instalación con una vida operativa de 20 años, entonces la represa de diseño debería tener un intervalo de recurrencia de (r) de 390 años.

✓ Según la siguiente formula:

*Ecuación 11: Intervalo de recurrencia.*

$$r = 20 [1/0.05 - 1/2] = 390 \text{ años}$$

Para una posibilidad de falla de 10%, el intervalo de recurrencia sería 190 años y así sucesivamente se va calculando en varios años, asumiendo intervalos de falla.

El tiempo de vida del diseño de la instalación del sistema de las geoceldas también puede afectar la frecuencia de la tempestad de diseño. Durante la fase de operación, se puede asumir un riesgo mayor de falla debido a que se puede reparar los daños menores ocasionados por los taludes. Estos riesgos pueden ser aceptables durante la fase de operación cuando se puede reparar el daño menor causado por los taludes.

Tabla 46: Intervalo de tiempo de la estabilización de taludes

Vida del diseño (años)	Riesgo Aceptable de falla (%)	Intervalo de Recurrencia de diseño (años)
5	5	98
	10	48
	15	30
	20	23
10	5	195
	10	95
	15	62
	40	45
20	5	390
	10	190
	15	123
	20	90
30	5	585
	10	285
	15	185
	20	135
50	1	4975
	10	475
	15	308
	20	225
100	1	9950
	5	1950
	10	950
	20	450

Nota: intervalos en un periodo de tiempo.

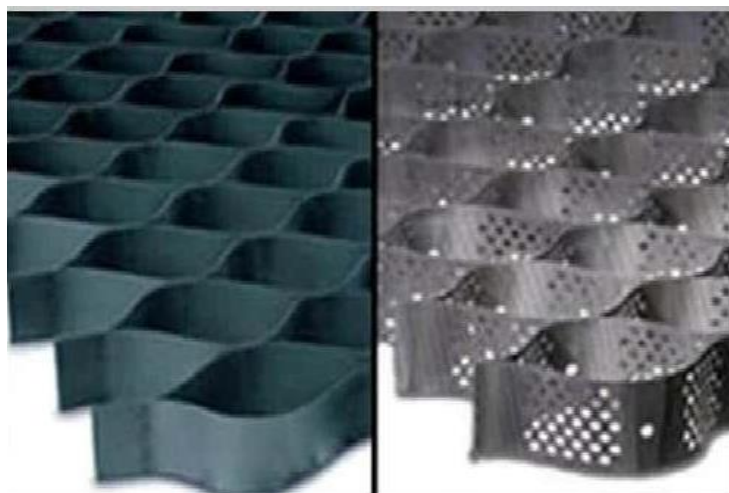
### 3.7. Huella de carbono reduciendo el impacto ambiental:

- Las geoceldas Step están fabricadas por polietileno a base de carbono, en el Perú reducirá sus emisiones en 20% al año 2030 y un 10% adicional condicionado al apoyo de la cooperación internacional, además la huella de carbono se emplea en el Perú como una herramienta innovadora de acción climática que reduce emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que ayudan a reducirlas y neutralizarlas.
- Para poder medir las emisiones de la huella de carbono se basa en la norma internacional **NTP ISO 14064-1**. Además, la norma ISO tiene cinco pilares fundamentales: pertinencia, cobertura, coherencia, exactitud y transparencia. Para tener una mejor seguridad de usar este material cuanta con algunos verificadores que emplea la huella de carbono, por ejemplo: Protocolo GEI, NTP ISO 14064 y GL 2006. También se podrá identificar las fuentes de GEI que más emiten, de acuerdo a ello las nuevas tecnologías del mercado exigen su compromiso con el desarrollo sostenible, además se encarga de plantear algunas estrategias que puedan reducir las emisiones más efectivas.
- Para poder neutralizar las emisiones de CO<sub>2</sub>e de la huella de carbono a partir de proyectos de reducción de emisiones de GEI, al adquirir este material no solo se está neutralizando las emisiones, sino que también se está contribuyendo al desarrollo sostenible del país. Estos proyectos utilizan el estándar del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y para el caso de los proyectos REDD+\*, el estándar voluntario "Verified Carbon Standard" (VCS). Los proyectos MDL cuentan con carta de aprobación otorgada por el Ministerio del Ambiente, mientras que los REDD+ con autorización del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNAMP).



- El uso aplicativo de este sistema de las geoceldas Step, presenta algunos beneficios que generan un desarrollo al Perú.
  1. Promueve el desarrollo de proyectos en el Perú que contribuyan a las NDC de manera directa en el sector privado
  2. Promueve el uso de carbono dentro del país fortaleciendo el cumplimiento de las NDC
  3. Presenta un precio adecuado del carbono, además pueda facilitar decisiones de inversión de las empresas y algunas entidades públicas hacia un desarrollo bajo en carbono.

Además, es muy importante tener en cuenta que la huella de carbono en los proyectos MDL estarán disponibles hasta que entre en vigencia las NDC a partir del año 2020 y se obtengan los resultados de las negociaciones del Acuerdo de País sobre la transición del MDL. Sobre los proyectos REDD en el VCS estarán disponibles en la presente herramienta hasta diciembre del 2020, luego de esa fecha tendrán que adecuarse la metodología de anidamiento establecida según la línea de referencia para proyectos REDD en el Perú.



*Ilustración 13: Geoceldas de polietileno*

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

#### 4.1.1. Análisis de resultados de los métodos Bishop y Janbú que determinan su factor de seguridad.

Prevenir y evitar los deslizamientos de los taludes de la represa depende de la estabilidad que tenga y refiriéndonos a los antecedentes descritos en la investigación, según (Rodriguez & Illachura, 2014); En su artículo de título “*Problemas estructurales y la estabilidad de los macizos rocosos*”, describe la inestabilidad de taludes se relaciona con los altos costos económico - sociales producto de los desastres naturales que ocasionen estos fenómenos geodinámicos muchas de las veces producto de un mal cálculo del Factor de Seguridad para realizar algunas recomendaciones de prevención, generando de esta manera beneficios e impactos ambientales positivos.

Los métodos geotécnicos usados para la investigación son muy importantes y prácticos como lo indica (Tapia, Berzoza, & Espinoza, 2013) con los cuales permite la determinación de las condiciones de estabilidad taludes en laderas naturales es un objetivo importante de los estudios de riesgos de origen geológico. Las técnicas de reconocimiento geológico - geomorfológico son en estos casos de gran ayuda para identificar zonas inestables y estimar cuantitativamente los riesgos de deslizamiento. La determinación de Factores de Seguridad requiere el uso de técnicas y modelos propios de la mecánica del suelo y la geotecnia, aplicando métodos como la Geoceldas Step.

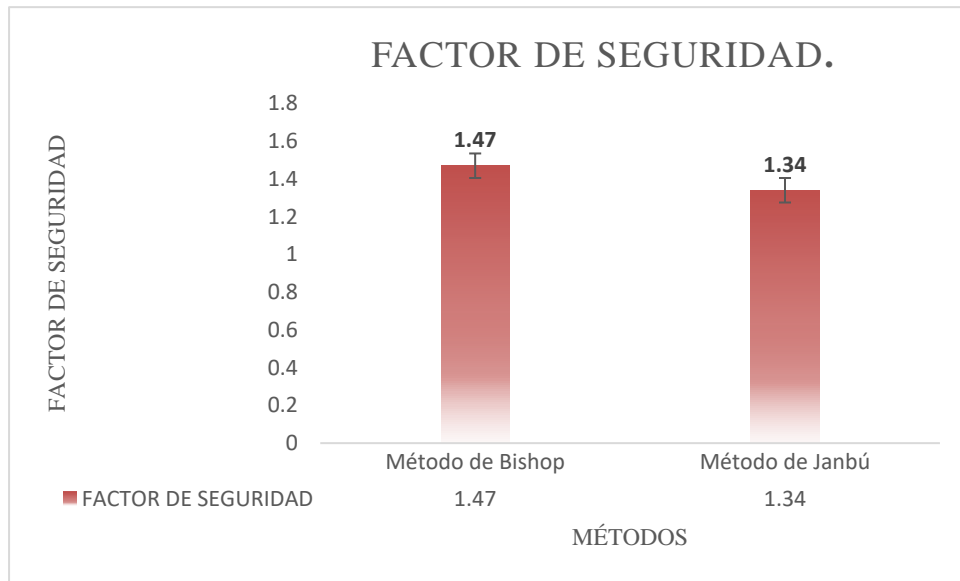
En la **TABLA 19** se muestra los resultados del factor de seguridad determinados por los métodos Bishop y Janbú, donde se analiza si es un talud estable o inestable; del método Bishop se obtuvo el factor de seguridad  $F. S = 1.47$  y el factor de seguridad del método Janbú se obtuvo  $F. S = 1.34$ ; de acuerdo a los análisis de sus cálculos obtenidos, cabe resaltar, que

el método Janbú es uno de los métodos de análisis con mayor precisión; este método es más exacto para realizar el diseño de taludes, ya que nos arroja un valor de 1.34; este valor es adecuado para realizar el diseño y determinar la estabilización de taludes, generando una seguridad a la zona de estudio; a través de estos métodos se puede obtener un mejor rendimiento y control de calidad de la represa Gallito Ciego; además con ayuda de estos método se encarga de la optimización costos, mejora en la productividad de la cantidad del movimiento de tierra, disminuir el tiempo de ejecución, disminuye impactos negativos. Sin embargo, Janbú utiliza un factor de corrección “Fo” para tener en cuenta este posible error. Los factores de seguridad son bajos.

*Tabla 47: Comparación de métodos Bishop y Janbú.*

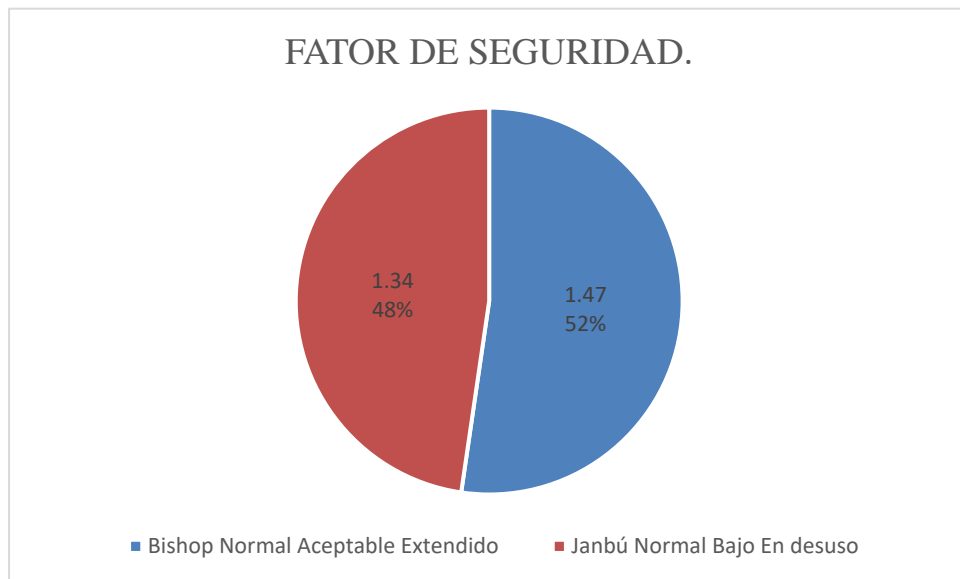
Métodos	Dificultad	Precisión	Uso
▪ Bishop	Normal	Aceptable	Extendido
▪ Janbú	Normal	Bajo	En desuso

Fuente: Elaboración propia.



*Ilustración 14: F.S de métodos Bishop y Janbú.*

Fuente: Elaboración propia.



*Ilustración 15: F.S en porcentaje de los métodos Bshop y Janbú.*

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.2. Ventajas y beneficios del sistema con Geoceldas y el sistema Tradicional.**

En la *Tabla 27* y *Tabla 28* se muestra las ventajas y beneficios que presenta el sistema con Geoceldas y el sistema Tradicional; cabe resaltar que existe algunos sistemas que son empleados en distintos ámbitos con la finalidad de lograr una correcta estabilidad de taludes tanto en represas, canales y defensas ribereñas; de acuerdo a nuestro análisis se considera algunas ventajas y beneficios que presentan ambos sistemas; es por ello que se empleara el sistema de Geoceldas, ya que presenta una amplia ventajas y beneficios que resultan ser más favorables para nuestro diseño, este sistema tiene como finalidad, optimizar costos y presupuestos, mejorar en la productividad y rendimiento de la cantidad del movimiento de tierra, disminuir el tiempo de instalación con Geoceldas, disminuir impactos negativos que podrían afectar a los pobladores en zonas donde se encuentran taludes generando un grave peligro, además el sistema de Geoceldas se encarga de hacer posible la disminución del impacto ambiental hacia la comunidad y disminuyendo un menor tiempo, además no se requiere mano de obra calificada en la ejecución de obra. Es por ello por lo que se recomienda emplear el sistema con Geoceldas es más rápido y sencillo para su instalación y es más económicos, en cambio el método tradicional requiere el uso de maquinaria, mano de obra especializada, el cual resultaría más costoso y tomaría mayor tiempo para su instalación. Es por ello que se recomienda emplear el sistema con Geoceldas, ya que es un sistema innovador y no es muy empleado por falta de conocimiento en nuestro país.

#### 4.1.3. Análisis de costos.

En la *Tabla 39* y *Tabla 40* se muestra los presupuestos del sistema con Geoceldas y el sistema tradicional, para realizar los costos y presupuestos de instalación de estos sistemas protegiendo taludes empleando el sistema con Geoceldas y el sistema tradicional, de acuerdo a ello se calculó los materiales e insumos necesarios para lograr cubrir la longitud total del talud. Además, Se tomó en cuenta que todos los cálculos realizados en tablas anteriores son para la sección del talud, la longitud total.

Además, el presupuesto es distribuido para los trabajadores, maquinaria, equipos, maquinas que serán partícipes del proceso de instalación de los sistemas como (capataz, operario, oficial y peón).

Se consideró que los pagos del personal serán establecidos de acuerdo con ley del presupuesto total, se muestra en la siguiente tabla los presupuestos.

*Tabla 48: Presupuesto del sistema con Geoceldas.*

<b>PRESUPUESTO</b>			
Presupuesto:	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema con Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.		
Lugar:	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.		
▪			
▪	COSTO DIRECTO		<b>S/. 263,465.24</b>
▪	GASTOS GENERALES	5%	S/. 13,173.26
▪	SUBTOTAL		<b>S/. 276,638.50</b>
▪	I.G.V.	18%	S/. 49,794.93
▪	TOTAL, PRESUPUESTO		<b>S/. 326,433.43</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49: Presupuesto del sistema tradicional.

<b>PRESUPUESTO</b>			
Presupuesto	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema Tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2021.		
Lugar	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2021.		
▪			
▪	COSTO DIRECTO		<b>S/. 316,482.87</b>
▪	GASTOS GENERALES	5%	S/. 15,824.14
▪	SUBTOTAL		<b>S/. 332,307.01</b>
▪	I.G.V.	18%	S/. 59,815.26
▪	<b>TOTAL, PRESUPUESTO</b>		<b>S/. 392,122.27</b>

Fuente: Elaboración propia.

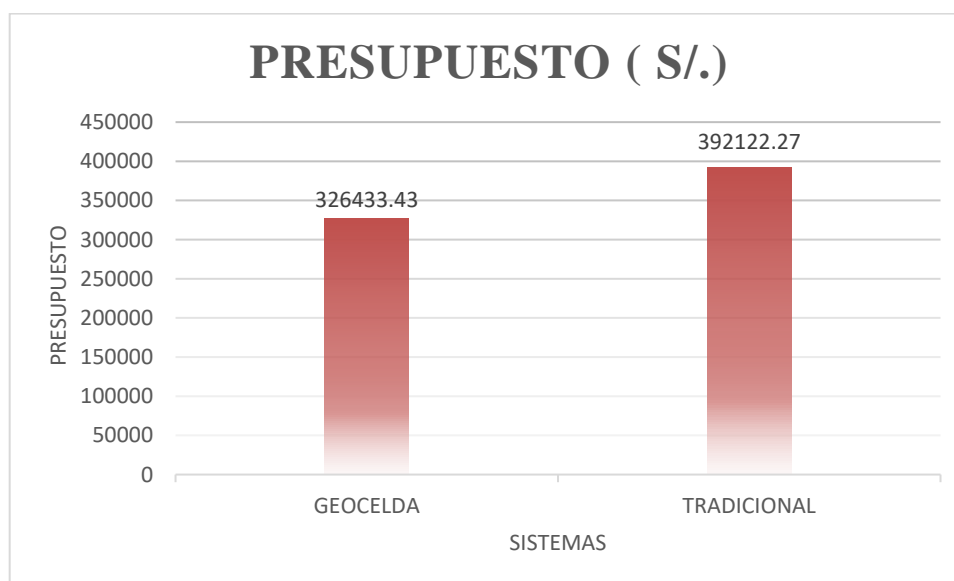
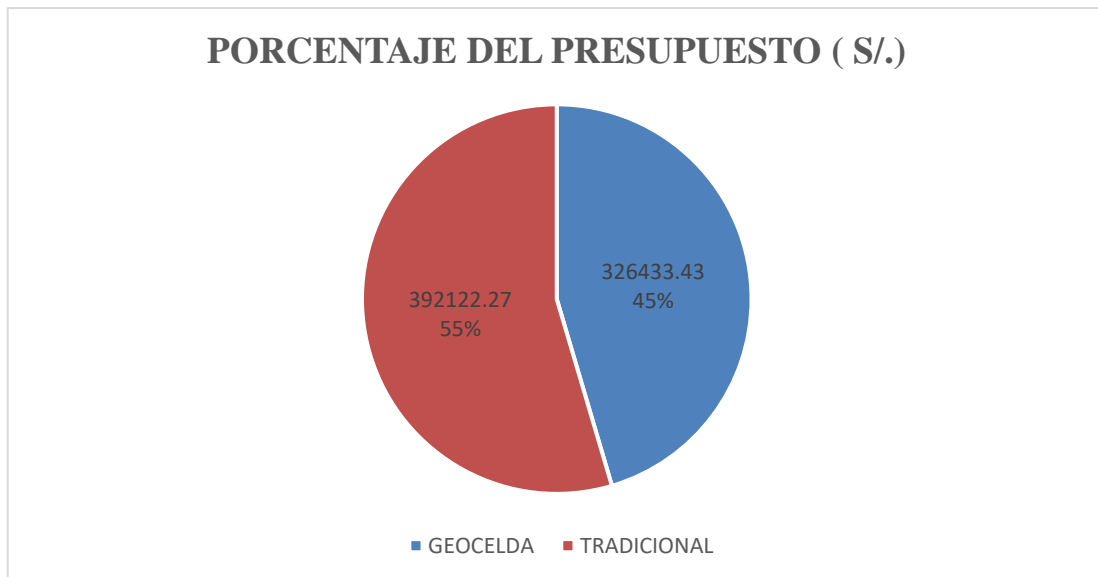


Ilustración 16: Presupuesto de Geocelda y el sistema tradicional.

Fuente: Elaboración propia.



*Ilustración 17: Porcentaje del presupuesto de Geoceldas y el tradicional.*

Fuente: Elaboración propia.

- ❖ De acuerdo a los presupuestos de cada sistema, el óptimo es el sistema con Geoceldas ya presenta un presupuesto de S/. **326,433.43**, a comparación del sistema tradicional que resulta un cálculo de presupuesto de S/. **392,122.27**, de acuerdo a estos datos de cada sistema en particular, se podría decir que el sistema con Geoceldas nos brinda un menor costos, además disminuye el tiempo en su proceso de instalación, mejora su productividad en el rendimiento de la cantidad del movimiento de tierra, y reduce impactos negativos; también su aplicación de muy fácil y sencillo económico y fácil de transportarlo este material es por ello que el sistema de Geoceldas es el más óptimo para la aplicación de este sistema en la represa Gallito Ciego- Cajamarca, de esta manera se da a conocer de este sistema muy innovador en el Perú, ya que no ha sido aplicado por falta de conocimiento.



#### 4.1.4. Geoceldas Step rellenas con grava.

Los sistemas empleados para la protección de taludes es recomendable emplear rellenos con grava para dar un mejor estabilizado al suelo y ser menos costoso este material. La naturaleza presenta flexiones teniendo en cuenta confinamiento celular de grava que permite adaptarse a movimientos del subsuelo sin que presenten grietas ni deslaves de taludes en la zona. Además, el costo es menor empleando grava como material de relleno, y disminuye el tiempo de la instalación con este tipo de relleno, además, este material se puede encontrar en la misma zona de estudio, esto facilita la calidad y tiempo, también disminuye impactos negativos, y evitar los agentes contaminantes de los vehículos para transportar el material de relleno; es muy importante analizar y comparar otros materiales que sirven como material de relleno para estabilizar los taludes en zonas que ocasionan peligro, ya que presentan ciertas fallas debido a peligros de erosión y deslizamiento de tierras.

*Tabla 50: Comparar estructuras sin relleno y con relleno*

Tipo de Suelo	Estructuras sin relleno.	Estructuras con relleno.
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta una estructura cerrada y no es posible que circule el agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta una estructura donde se observa consolidado y seco.</li> </ul>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta una estructura seca y no permite el flujo del agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta una estructura húmeda, pero no aparece señales de agua.</li> </ul>
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta una estructura seca y permite el flujo del agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta una estructura donde aparece el suelo mojado.</li> </ul>
IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta una estructura donde muestra un flujo continuo de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta una estructura donde aparece un flujo considerable de agua.</li> </ul>

Fuente: Brown, 1981.

### **Limitaciones:**

- ✓ La investigación solo se enfoca en el diseño del sistema con Geocelda con el método de Janbú, ya que tiene muchas ventajas y beneficios para realizar la estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego – Cajamarca 2022.
- ✓ Esta información es limitada con libros que guarden relación sobre la estabilidad de taludes que presentan problemas en represas, que de alguna manera se podría verse afectadas la población de la zona de estudio, por ello se tuvo sustraer información en tesis ya realizadas.
- ✓ No existe una norma o método exacto donde se explique sobre el uso correcto de las Geocelda en el Perú, debido a la falta de conocimiento de este sistema.
- ✓ Existe más tipo de Geoceldas, que podrían beneficiar a varias represas que presentan problemas de acuerdo con su pendiente y grado de complejidad; estas ya sean leves o graves.
- ✓ Falta de actualización de los costos y presupuestos reales de algunos materiales geosintéticos que se requieren emplear.

- Teniendo en cuenta las variables analizadas en la presente investigación, se precisa que el sistema de Geoceldas Step es un material innovador, además es una muy buena opción para el diseño de estabilidad de taludes, debido a que presenta un 25% hasta 30% más rápido en su proceso de instalación y evita cualquier tipo de lesiones en el lugar de trabajo y tiene un mejor comportamiento en la estabilidad de taludes en cuanto a la erosión y hundimientos de suelos, también se podría decir que el sistema de Geoceldas Step minimiza los costos y resulta ser más rentable, además presenta múltiples ventajas y beneficios a comparación del sistema tradicional. Para lograr la estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego, se presenta una reducción de un 34% al emplear el sistema de geoceldas Step respecto a un sistema de estabilización tradicional. Si bien es cierto, los esfuerzos se reducen en un 53% al emplear un sistema de geoceldas como alternativa de estabilización, respecto a un sistema de estabilización tradicional. De acuerdo con el material de fabricación que presentan las Geoceldas Step no genera ningún agente que pueda al medio ambiente, ya que la huella de carbono es un material no contaminante al ambiente, esto podría reducir el impacto ambiental.
- El sistema de geoceldas en el Perú es un sistema nuevo e innovador, además presenta múltiples ventajas cualitativas del impacto ambiental, se tiene como finalidad minimizar el costo, tiempo e impacto ambiental, de acuerdo a las ventajas presentadas se da a conocer que el sistema de Geoceldas tiene múltiples ventajas y pueden lograr una correcta estabilización de taludes, además mejora la productividad en el rendimiento de la cantidad del movimiento de tierra, disminuye impactos negativos que puedan afectar al medio ambiente, de esta manera se ve reflejado la calidad del sistema que se viene aplicando, en beneficio y seguridad de la población que pueden ser beneficiadas.

- Se ha identificado el proceso constructivo del sistema de Geoceldas y del sistema tradicional, donde se determina que las Geoceldas presenta resultados favorables para el diseño de la estabilidad de taludes e incluyen métodos de relleno y mejoramiento del suelo; además este sistema es compatible con cualquier otro material que se requiere en su proceso constructivo; se sabe que el uso del sistema de Geoceldas reduce de manera considerable el tiempo de construcción; de acuerdo al proceso constructivo analizado, se determinado que el sistemas de geoceldas Step son las más adecuadas para el correcto funcionamiento y también se podría decir que favorecen con la protección del suelo en el proyecto de la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022.
- Se ha determinado los costos y presupuestos de los sistemas propuestos, también se podría decir que el uso de geoceldas es el sistema más óptimo, presenta resultados y comportamiento mucho más económico, rápido y sencillo, disminuyendo un 25% hasta un 30% el proceso de instalación, además reduce impactos negativos en la zona de estudio; es más, no se requiere de un personal que tenga experiencia, ni mano de obra especializada; si bien es cierto con la aplicación de las Geoceldas Step se puede disminuir excavaciones sin perjudicar al suelo, esto genera un mejor rendimiento en la obra y aumenta la productividad, de acuerdo a estas nuevas tecnologías se ve reflejado el avance en el ámbito ingenieril, son aplicadas con la finalidad de reducir posibles deslizamientos y hundimientos de suelos en el transcurso de los años.

- Se ha diseñado la estabilidad de taludes para comparar el factor de seguridad en condiciones críticas y fueron analizadas y determinadas a través de los métodos de Bishop y de Janbú, cabe resaltar que para realizar el diseño de la estabilidad no necesariamente es la esencia del análisis de estabilidad, simplemente es tan sólo una parte de las etapas que se emplean para el procedimiento del estudio de la estabilidad de un talud. Con el diseño de los métodos Bishop y Janbú se obtuvieron valores superiores a la unidad, de acuerdo con su análisis obtenido el método Janbú presenta una mayor precisión para determinar el factor de seguridad; esto implica que esos taludes que se encuentran en la represa Gallito Ciego; no presentan una inestabilidad inmediata.
- Se ha realizado la comparación económicamente entre el sistema Geoceldas y el sistema tradicional, el presupuesto que se presentó para la correcta estabilización de taludes de represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022, fue mediante la aplicación de geoceldas Step en la zona del proyecto con una inversión de S/. 326 433.43 lo cual (Trescientos veinte siete mil cuatrocientos treinta y tres con 43/100 nuevos soles, incluido el I.G.V.), a comparación del sistema tradicional que presenta un presupuesto de S/. 392 122.27 (Trescientos noventa dos mil ciento veinte y dos con 27/100 nuevos soles, incluido el I.G.V.), además se determina que el sistema de Geoceldas es más económico, viable y recomendable para ser usado en diferentes suelos inestables, para luego proceder a su respectiva instalación, además las Geoceldas presentan muchas ventajas y beneficios que contribuyen con la seguridad de la zona, además este proyecto podría ser ejecutada por cualquier empresa, ya sea por una empresa pública o por una empresa privada.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA:

Título	Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones e Indicadores	Metodología	Población
<p><b>“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA GEOCELDA STEP CON LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS BISHOP Y JANBÚ EN LOS PARÁMETROS DE LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN LA REPRESA GALLITO CIEGO – CAJAMARCA, 2022”</b></p>	<p><b><u>Problema General:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué manera se optimiza los Costos, el tiempo e impacto ambiental en la aplicación del sistema Geoceldas Step con los métodos Bishop, Janbú en comparación con el sistema tradicional para la estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022?</li> </ul> <p><b><u>Problema Específicos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué manera se compara las ventajas cualitativas e impacto ambiental entre geocelda y el sistema tradicional de la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022?</li> <li>¿De qué manera se compara los procesos constructivos de Geocelda y el sistema tradicional que influyen en la productividad de la cantidad del movimiento de tierra?</li> <li>¿De qué manera se determina el comportamiento de la aplicación de Geoceldas, en cuanto al costo y tiempo de ejecución?</li> <li>¿De qué manera influye el factor de seguridad en el diseño para comparar la estabilidad de taludes utilizando los métodos de Bishop y Janbú?</li> </ul>	<p><b><u>Objetivo general:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar los Costos, el tiempo e impacto ambiental con la aplicación del sistema Geoceldas Step de los métodos Bishop, Janbú en los parámetros de la estabilización de taludes en la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2022.</li> </ul> <p><b><u>Objetivo Específicos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar las ventajas cualitativas del impacto ambiental entre geoceldas y el sistema tradicional de la represa Gallito Ciego; 2022.</li> <li>Comparar los procesos constructivos entre Geocelda y el sistema tradicional.</li> <li>Determinar el comportamiento de la aplicación de Geoceldas, en cuanto al costo y tiempo de ejecución.</li> <li>Diseñar la estabilidad de taludes para comparar el factor de seguridad con los métodos de Bishop y Janbú.</li> <li>Comparar económicamente entre Geocelda y el sistema tradicional.</li> </ul>	<p><b><u>Hipótesis general:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La utilización de Geoceldas Step optimizan costos, tiempos e impacto ambiental en comparación al sistema tradicional.</li> </ul> <p><b><u>Hipótesis Específicas:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las ventajas cualitativas del impacto ambiental entre Geoceldas Step y el sistema tradicional influyen en la represa Gallito Ciego – Cajamarca; 2020.</li> <li>Los procesos constructivos entre Geocelda y el sistema tradicional influyen en la productividad de la cantidad del movimiento de tierra.</li> <li>El factor de seguridad influye en el diseño para comparar la estabilidad de taludes utilizando método más conveniente de Bishop y Janbú.</li> <li>El comportamiento de la aplicación de Geoceldas Step influye en cuanto al costo y tiempo de ejecución.</li> </ul>	<p><b><u>Independiente:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de Geocelda.</li> <li>Método Bishop</li> <li>Método Janbú.</li> </ul> <p><b><u>Dependiente:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parámetros de la estabilización de taludes.</li> </ul>	<p><b><u>Dimensiones e Indicadores</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación del proyecto de la represa Gallito Ciego.</li> <li>Optimizaciones de costos.</li> <li>Mejora en la productividad de la cantidad del movimiento de tierra</li> <li>Disminuir el tiempo en su instalación.</li> <li>Mejorar la calidad del diseño aplicativo.</li> <li>Disminuir los efectos negativos que generan en el impacto ambiental.</li> <li>Pendiente del talud.</li> <li>Método de estabilización.</li> </ul>	<p><b><u>Diseño:</u></b></p> <p>Investigación comparativa, cuantitativa No experimental.</p> <p><b><u>Técnica o método:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema Geocelda</li> <li>Método Bishop</li> <li>Método Janbú</li> </ul> <p><b><u>Análisis de datos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Documentales</li> <li>Resultados</li> <li>Cuadros comparativos.</li> <li>Cuadros estadísticos.</li> </ul>	<p><b><u>Población:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La población para esta investigación de tesis, son las viviendas cercanas del proyecto de la represa Gallito Ciego; ubicada en la localidad Tembladera, distrito Yonan, departamento Cajamarca, 2022.</li> </ul> <p><b><u>Muestra:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Taludes inestables, estructura de un talud, reduciendo el impacto ambiental; y seguridad de las viviendas del proyecto Gallito Ciego.</li> </ul>

## OPERACIONALIZACION DE VARIABLES:

Tabla 51: Operacionalización de variables:

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Instrumentos
<b>Variable Independiente.</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema Geocelda</li> </ul>	<p>Es un material conformado por una estructura tridimensional y obtiene una en forma de panel, además este material es adaptado en cualquier lugar y es muy fácil y sencillo para su instalación</p>	Técnica de aplicación	ASTM D-6652 ASTM D-3895 ASTM E-2254 ASTM E-831 ASTM 5885
		Diseño	Proyecto de la represa Gallito Ciego.
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método Bishop.</li> </ul>	<p>Este método permite considerar efectos de las fuerzas que se encuentran entre las dovelas. Este método considera las fuerzas entre dovelas horizontales</p>	Técnica de aplicación	NTP E.050 ASTM D-5199
		Diseño	Proyecto de la represa Gallito Ciego.
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método Janbú</li> </ul>	<p>Este método se encarga de realizar los análisis de sus efectos del agua y control de calidad para regular el caudal</p>	Técnica de aplicación	NTP E.050 ASTM D-1693
		Diseño	Proyecto de la represa Gallito Ciego.
<b>Variable Dependiente.</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parámetros de la estabilización de Taludes.</li> </ul>	<p>Se entiende por estabilidad a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento.</p>	Control de tiempo de manera efectiva.	Tabla de tiempos en el proceso de estabilización de taludes.
		Norma de construcción	NTP E.050 ASTM D-1693 ASTM D-5199
		Efectividad de trabajo	Tabla de tiempos del proceso de construcción.

Fuente: Elaboración propia (2022)

## REFERENCIAS

- Avila, & Pareja. (2017). *Análisis Sísmico – Dinámico En Taludes Para Aseguramiento De Estructuras De Irrigación Sangalla – Huarochirí*. Lima.
- Cegarra, J. (2011). *Honestidad en el sociedad*. Lima.
- D, G. (2013). *Estabilidad de Taludes. Oficina de Textos*. São Paulo.
- Diaz, S. (1996). Estabilidad de taludes en zonas tropicales. En FreudlundThe, scope of unsaturated soil mechanics. Paris.
- Diaz, S. (1998). Estabilidad de taludes en zonas tropicales. En Freudlund, The scope of unsaturated soil mechanics. Paris: The scope of unsaturated soil mechanics.
- Gerscovich, D. (2013 ). *Estabilidad de Taludes.Oficina de Textos*. São Paulo.
- Hernández, Baptista, & Collado. (2014). *Manual de Estadística. Manual de Estadística.*, 8;41.
- Hernández, Baptista, & Collado. (2014). *Manual Estadística*. pp(8;41).
- Hoyos, F. (2012). *Geotecnia diccionario básico. 1st ed. .* Medellín.
- Hvorslev, T. y. (1968). *TALUDES EN SUELOS RESIDUALES EVALUADO EN EL CORTO Y LARGO PLAZO* (Tesis de grado). Lima.
- J, S. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico*. U.I.S: Escuela de filosofía.
- J, S. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico: U.I.S. Escuela de filosofía*.
- J, S. D. (2009). Estabilidad de taludes en zonas tropicales. Paris: The scope of unsaturated soil mechanics.
- Lopez, G. (2008). *ESTABILIDAD DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO* (Tesis de mestria).Lima



*el método de elementos distintos.* (Tesis de doctor) Lima

Pérez, L. y. (2016). *Analisis de estabilidad de taludes.*

Rodrigues, & Illachura. (2014). Problemas estructurales y la estabilidad de los macizos rocosos.

Romero, A. G. (2015). *Análisis Comparativo de Estabilidad de Taludes mediante los Métodos de Equilibrio Límite Aplicado a Taludes o Laderas Aledañas al Cerro de la Popa.* )( Tesis de maestría) Cartagena.

Romero, A. G. (2015). *Análisis Comparativo de Estabilidad de Taludes mediante los Métodos de Equilibrio Límite Aplicado a Taludes o Laderas Aledañas al Cerro de la Popa, Casco Urbano de Cartagena.*

Romero, A. G. (2015). *Análisis Comparativo de Estabilidad de Taludes mediante los Métodos de Equilibrio Límite Aplicado a Taludes o Laderas Aledañas al Cerro de la Popa, Casco Urbano de Cartagena.*

Romero, A. G. (2015). *Análisis Comparativo de Estabilidad de Taludes mediante los Métodos de Equilibrio Límite Aplicado a Taludes o Laderas Aledañas al Cerro de la Popa, Casco Urbano de Cartagena.*

Suarez. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico: U.I.S.* Escuela de filosofía.

Suarez Dias, J. (2009). Estabilidad de taludes en zonas tropicales. Paris: The scope of unsaturated soil mechanics.

Suarez Diaz, J. (2009). *Estabilidad de taludes en zonas tropicales.* Paris: The scope of unsaturated soil mechanics.

Suarez, D. (1996). Estabilidad de taludes en zonas tropicales. En Freudlund, The scope of unsaturated soil mechanics. Paris.

Suarez, J. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico*. U.I.S: Escuela de filosofía.

Suarez, J. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico: U.I.S. Escuela de filosofía*.

SUAREZ, J. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico: U.I.S. Escuela de filosofía*.

Tapia, Berzoza, & Espinoza, D. (2013). *Análisis Comparativo entre los métodos de estabilidad de taludes aplicados a las presas de tierra del proyecto PACALORI*. Ecuador.

Urrita, & Veresa. (2008). *ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD POR ELEMENTOS FINITOS DE TALUDES DE LA COSTA VERDE EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES*. (Tesis de doctor)Lima.

Urrutia, & Verase. (2008). *Análisis Dinámico De Estabilidad Por Elementos Finitos De Los Taludes De La Costa Verde En El Distrito De Miraflores*. Lima

Vilchez, & Mata. (2010). *Inspección de peligros geológicos en los sectores de tembladera en el distrito y provincia de Cajamarca", informe técnico. área de geología ambiental del instituto geológico y minero metalúrgico*. Cajamarca: ingemmet.

## ANEXOS:

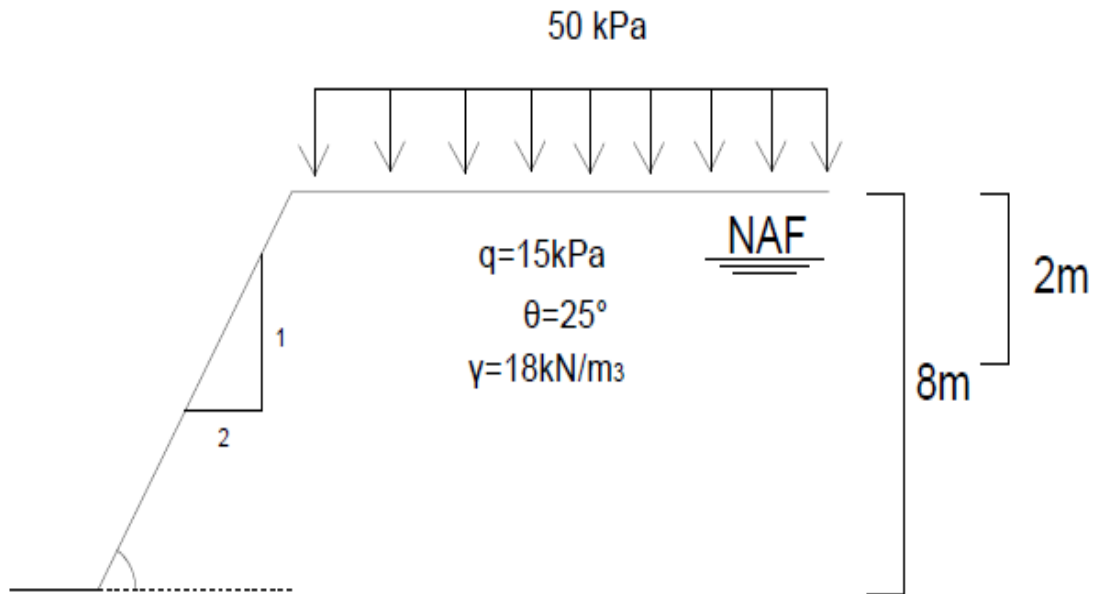
**ANEXO N°1:** Elección de ángulo de fricción interna para diseño de geoceldas.

*Tabla 52: Ángulo de fricción interna de diferentes materiales.*

▪ Materiales	▪ Peso específico aparente kg/m <sup>3</sup>	▪ Angulo de rozamiento interno
<b>Materiales d construcción</b>		
✓ Arena	[30°]	[1500]
✓ Cal de polvo	[25°]	[1000]
✓ Cemento en sacos	[45°]	[1000]
✓ Cemento en polvo	[25°]	[1200]
✓ Clinker de cemento	[30°]	[1500]
✓ Escoria de hornos	[25°]	[1100]
✓ Yeso	[25°]	[1250]
✓ <b>Grava</b>	<b>[40°]</b>	<b>[1700]</b>
<b>Combustibles</b>		
✓ Carbón de Leña	[45°]	[400]
✓ Hulla pulverizada	[45°]	[1200]
✓ Leña en astillas	[45°]	[200]
✓ Leñas troceadas	[45°]	[400]
✓ Serrín de madera	[45°]	[250]

Fuente: Miliarium (2008)

**ANEXO N°2:** Plano y sus dimensiones del talud.



**ANEXO N°3: Análisis de costos y presupuesto para instalación del sistema con Geoceldas.**

*Tabla 53: Presupuesto Final de Instalación de geoceldas*

<b>PRESUPUESTO:</b>					
<b>Presupuesto:</b>	<b>DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES UTILIZANDO GEOCELDA, EN LA REPRESA GALLITO CIEGO - CAJAMARCA, 2022.</b>				
<b>Lugar:</b>	<b>REPRESA GALLITO CIEGO - CAJAMARCA, 2022.</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID .</b>	<b>METRA D O</b>	<b>PRECIO S/.</b>	<b>PARCIAL S/.</b>
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES:</b>				
<b>01.01</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD.</b>				
01.01.01	Servicios higiénicos provisionales	Und	2.00	91.40	182.80
<b>01.02</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Limpieza permanente de obra	glb	1.00	659.00	659.00
01.02.02	Movilización de equipos y herramientas	glb	1.00	366.00	366.00
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
<b>02.01</b>	<b>EXCAVACIONES</b>				
0.2.01.01	Excavaciones masivas en talud	m3	1,750.00	35.35	61,853.75
0.2.01.02	Excavación manual de zanja	m3	45.00	20.04	901.85
0.2.01.03	Nivelación de zanja	m	320.00	7.67	2,453.60
<b>02.02</b>	<b>RELLENOS</b>				
02.02.01	Nivelación del terreno normal y compactado	m2	730.00	1.37	998.28
<b>02.03</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				
02.03.01	Eliminación manual del material	m3	1,750.00	20.69	36,203.13
<b>03</b>	<b>INSTALACIÓN EN DEFENSA DE LA REPRESA</b>				
<b>03.01</b>	<b>GEOCELDA</b>				
03.01.01	Instalación de geocelda con ganchos	m2	1,530.00	40.32	61,685.78
<b>03.02</b>	<b>TUBO PVC Ø 8"</b>				
03.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	8.00	524.13	4,193.07
<b>04</b>	<b>REVESTIMIENTOS</b>				
04.01	Tarrajeo con impermeabilizante, e=1.5cm	m2	1,530.00	61.33	93,827.25
<b>05</b>	<b>OTROS</b>				
05.01	Limpieza final de obra	glb	1.00	140.75	140.75
✓	<b>COSTO DIRECTO</b>			S/.	<b>263,465.24</b>
✓	<b>GASTOS GENERALES</b>	5%		S/.	13,173.26
✓	<b>SUBTOTAL</b>			S/.	<b>276,638.50</b>
✓	<b>I.G.V.</b>	18%		S/.	49,794.93
✓	<b>TOTAL, PRESUPUESTO</b>			S/.	<b>326,433.43</b>

Fuente: Elaboración propia (2022)

**PRECIOS UNITARIOS:**

<b><u>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:</u></b>					
<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>01.01.01</b>	<b>Servicios higiénicos provisionales</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>Und/día</b>	Costo unitario por:		<b>Unid</b>	<b>S/. 91.4</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>					
Baño urinario	Und		2.00	45.70	91.40
					<b>91.40</b>

<b><u>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:</u></b>					
<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>01.02.01</b>	<b>Limpieza permanente en la obra</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>Glb/día</b>	Costo unitario por:		<b>Glb</b>	<b>S/. 659</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	1.00	4.00	30.00	120.00
Peón	HH	1.00	20.00	25.00	500.00
					<b>620.00</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%			5%	780.00	39.00
					<b>39.00</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>01.02.02 .</b>	<b>Movilización de equipos y herramientas</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>Glb/día .</b>	Costo unitario por:		<b>Glb</b>	<b>S/. 366</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH		4.00	35.00	140.00
Flete transporte	%		48.00	450.00	216.00
					<b>356.00</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	200.00	10.00
					<b>10.00</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>0.2.01.01</b>	<b>Excavaciones masivas del talud</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 0.084</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	1.00	0.00	35.00	0.04
Operario	HH	1.00	0.00	30.00	0.00
Peón	HH	1.00	0.00	25.00	0.03
					<b>0.07</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	0.35	0.018
					<b>0.018</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>0.2.01.02</b>	<b>Excavación manual de zanja</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 20.041</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.08	35.00	0.27
Peón	HH	1.00	0.76	25.00	19.00
					<b>19.27</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	15.50	0.78
					<b>0.78</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>0.2.01.03</b>	<b>Nivelación de la zanja</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 3.153</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.01	35.00	0.04
Oficial	HH	1.00	0.12	25.00	3.00
					<b>3.04</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	2.35	0.12
					<b>0.12</b>



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>02.02.01</b>	<b>Nivelación del terreno normal y compactado</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 0.688</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.02	35.00	0.07
Oficial	HH	1.00	0.02	30.00	0.60
Oficial	HH	1.00	0.02	25.00	0.50
					<b>0.57</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	2.35	0.12
					<b>0.12</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>02.03.01</b>	<b>Eliminación del material excedente</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 20.688</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.02	35.00	0.07
Oficial	HH	1.00	0.02	25.00	0.50
					<b>0.57</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	2.35	0.12
Volquete 10 m3		3.00	0.08	250.00	20.00
					<b>20.12</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>03.01.01</b>	<b>Instalación de geocelda</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 40.318</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.02	35.00	0.07
Operario	HH	1.00	0.02	30.00	0.60
Peón	HH	4.00	0.02	25.00	2.00
					<b>2.07</b>
<b>Materiales</b>					
Geocelda Step e = 75 mm	m2		1.00	15.25	15.25
Ganchos de anclaje de acero	Und		0.50	1.40	0.70
Tubo de PVC 8"	m		0.40	7.20	2.88
					<b>18.13</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	2.35	0.12
Engrapadora		1.00	0.08	250.00	20.00
					<b>20.12</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>03.01.01</b>	<b>Concreto fc = 210 kg/cm<sup>2</sup></b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 702.484</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Operador de equipo		2.00	1.05	27.00	56.70
Capataz	HH	0.20	0.02	35.00	0.14
Operario	HH	2.00	1.05	30.00	63.00
Oficial	HH	1.00	0.50	28.00	14.00
Peón	HH	4.00	3.00	25.00	300.00
					<b>433.84</b>
<b>Materiales</b>					
Arena gruesa	m3		0.00	31.00	0.12
Piedra chancada	m3		0.80	35.00	28.00
Cemento portland Tipo I	Bol		10.00	22.50	225.00
Agua	m3		0.18	9.00	1.62
					<b>254.74</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	95.00	4.75
Vibradora		1.00	0.50	6.30	3.15
Trompo		1.00	0.50	12.00	6.00
					<b>13.90</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>04.01</b>	<b>Tarrajeo con impermeabilizante</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 61.325</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.02	35.00	0.07
Operario	HH	1.00	1.05	30.00	31.50
Peón	HH	0.30	3.00	25.00	22.50
					<b>54.07</b>
<b>Materiales</b>					
Arena Fina	m3		0.01	31.00	0.31
Aditivo impermeabilizante	GLN		0.07	35.00	2.45
Cemento portland Tipo I	Bol		0.10	22.50	2.25
Agua	m3		0.18	9.00	1.62
					<b>6.63</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	12.50	0.63
					<b>0.63</b>

<u>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:</u>					
<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando Geoceldas, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>05.01</b>	<b>Limpieza final de la obra</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 415.750</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.50	35.00	1.75
Peón	HH	2.00	8.00	25.00	400.00
					<b>401.75</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	280.00	14.00
					<b>14.00</b>

**ANEXO N° 4:** Análisis de costos y presupuesto para instalación con el sistema tradicional.

*Tabla 54: Presupuesto Final de Instalación del sistema tradicional.*

<b>PRESUPUESTO:</b>					
<b>Presupuesto</b>	<b>DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES UTILIZANDO EL SISTEMA TRADICIONAL, EN LA REPRESA GALLITO CIEGO - CAJAMARCA, 2022.</b>				
<b>Lugar</b>	<b>REPRESA GALLITO CIEGO - CAJAMARCA, 2022.</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID.</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO S/.</b>	<b>PARCIAL S/.</b>
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES:</b>				
<b>01.01</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD.</b>				
01.01.01	Servicios higiénicos provisionales	Und	2.00	91.40	182.80
<b>01.02</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Limpieza permanente de obra	glb	1.00	659.00	659.00
01.02.02	Movilización de equipos y herramientas	glb	1.00	366.00	366.00
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
<b>02.01</b>	<b>EXCAVACIONES</b>				
0.2.01.01	Excavaciones masivas en talud	m3	1,750.00	35.35	61,853.75
0.2.01.02	Excavación mecánica de zanja	m3	45.00	20.04	901.85
0.2.01.03	Nivelación de zanja	m	320.00	7.32	2,341.60
<b>02.02</b>	<b>RELLENOS</b>				
02.02.01	Nivelación del terreno normal y compactado	m2	730.00	3.12	2887.99
<b>02.03</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				
02.03.01	Eliminación del material con maquinaria	m3	1,750.00	20.69	50686.86
<b>02.04</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
02.04.01	Concreto fc=210 kg/cm2	m3	144.72	702.48	43332.26
<b>02.05</b>	<b>ZANJA DE ANCLAJE EN LA REPRESA</b>				
02.05.01	Concreto fc=210 kg/cm2	m3	27.00	1,048.02	8,084.00
<b>02.06</b>	<b>TUBO PVC Ø 8"</b>				
02.06.01	Concreto fc=210 kg/cm2	m3	8.00	702.48	5,619.87
<b>02.07</b>	<b>REVESTIMIENTOS</b>				
02.07.01	Tarrajeo con impermeabilizante mezcla, e=1.5cm	m2	1,530.00	154.03	235,658.25
<b>02.08</b>	<b>OTROS</b>				
02.08.01	Limpieza final de obra	glb	1.00	815.75	815.75
✓	<b>COSTO DIRECTO</b>			S/.	<b>316,482.87</b>
✓	<b>GASTOS GENERALES</b>	5%		S/.	15,824.14
✓	<b>SUBTOTAL</b>			S/.	<b>332,307.01</b>
✓	<b>I.G.V.</b>	18%		S/.	59,815.26
✓	<b>TOTAL, PRESUPUESTO</b>			S/.	<b>392,122.27</b>

Fuente: Elaboración propia (2022)

**PRECIOS UNITARIOS:**

<b><u>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:</u></b>					
<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>01.01.01</b>	<b>Servicios higiénicos provisionales</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>Und/día</b>	Costo unitario por:		<b>Unid</b>	<b>S/. 91.4</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>					
Baño urinario	Und		2.00	45.70	91.40
					<b>91.40</b>

<b><u>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:</u></b>					
<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2020.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2020.				
<b>Partida</b>	<b>01.02.01</b>	<b>Limpieza permanente en la obra</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>Glb/día</b>	Costo unitario por:		<b>Glb</b>	<b>S/. 659</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	1.00	4.00	30.00	120.00
Peón	HH	1.00	20.00	25.00	500.00
					<b>620.00</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%		%MO	5%	780.00	39.00
					<b>39.00</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>01.02.02.</b>	<b>Movilización de equipos y herramientas</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>Glb/día</b>	Costo unitario por:		<b>Glb</b>	<b>S/. 366</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH		4.00	35.00	140.00
Flete transporte	%		48.00	450.00	216.00
					<b>356.00</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales 5%	%MO		5%	200.00	10.00
					<b>10.00</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>0.2.01.01</b>	<b>Excavaciones masivas del talud</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 0.084</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	1.00	0.00	35.00	0.04
Operario	HH	1.00	0.00	30.00	0.00
Peón	HH	1.00	0.00	25.00	0.03
					<b>0.07</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	0.35	0.018
					<b>0.018</b>



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>0.2.01.02</b>	<b>Excavación mecánica de zanja</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 20.041</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.08	35.00	0.27
Peón	HH	1.00	0.76	25.00	19.00
					<b>19.27</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	15.50	0.78
					<b>0.78</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>0.2.01.03</b>	<b>Nivelación de la zanja</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 3.153</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.01	35.00	0.04
Oficial	HH	1.00	0.12	25.00	3.00
					<b>3.04</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	2.35	0.12
					<b>0.12</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>02.02.01.</b>	<b>Nivelación del terreno normal y compactado</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 0.688</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.02	35.00	0.07
Oficial	HH	1.00	0.02	30.00	0.60
Oficial	HH	1.00	0.02	25.00	0.50
					<b>0.57</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	2.35	0.12
					<b>0.12</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>02.03.01.</b>	<b>Eliminación del material excedente</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 20.688</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.02	35.00	0.07
Oficial	HH	1.00	0.02	25.00	0.50
					<b>0.57</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	2.35	0.12
Volquete 10 m3		3.00	0.08	250.00	20.00
					<b>20.12</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>02.04.01</b>	<b>Zanja de anclaje de la represa</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 1048.024</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Operador de equipo		2.00	1.05	27.00	56.70
Capataz	HH	0.20	0.02	35.00	0.14
Operario	HH	2.00	1.05	30.00	63.00
Oficial	HH	1.00	0.50	28.00	14.00
Peón	HH	6.00	4.00	25.00	600.00
					<b>733.84</b>
<b>Materiales</b>					
Arena gruesa	m3		0.00	31.00	0.12
Piedra chancada	m3		0.80	35.00	28.00
Cemento portland Tipo I	Bol		12.00	22.50	270.00
Agua	m3		0.18	12.00	2.16
					<b>300.28</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	95.00	4.75
Vibradora		1.00	0.50	6.30	3.15
Trompo		1.00	0.50	12.00	6.00
					<b>13.90</b>

<u>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:</u>					
<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>02.04.01</b>	<b>Concreto fc = 210 kg/cm<sup>2</sup></b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 702.484</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Operador de equipo		2.00	1.05	27.00	56.70
Capataz	HH	0.20	0.02	35.00	0.14
Operario	HH	2.00	1.05	30.00	63.00
Oficial	HH	1.00	0.50	28.00	14.00
Peón	HH	4.00	3.00	25.00	300.00
					<b>433.84</b>
<b>Materiales</b>					
Arena gruesa	m3		0.00	31.00	0.12
Piedra chancada	m3		0.80	35.00	28.00
Cemento portland Tipo I	Bol		10.00	22.50	225.00
Agua	m3		0.18	9.00	1.62
					<b>254.74</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	95.00	4.75
Vibradora		1.00	0.50	6.30	3.15
Trompo		1.00	0.50	12.00	6.00
					<b>13.90</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>02.07.01</b>	<b>Tarrajeo con impermeabilizante</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	Costo unitario por:		<b>m3</b>	<b>S/. 61.325</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.02	35.00	0.07
Operario	HH	1.00	1.05	30.00	31.50
Peón	HH	0.30	3.00	25.00	22.50
					<b>54.07</b>
<b>Materiales</b>					
Arena Fina	m3		0.01	31.00	0.31
Aditivo impermeabilizante	GLN		0.07	35.00	2.45
Cemento portland Tipo I	Bol		0.10	22.50	2.25
Agua	m3		0.18	9.00	1.62
					<b>6.63</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	12.50	0.63
					<b>0.63</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:

<b>Presupuesto:</b>	Diseño de estabilidad de taludes utilizando el sistema tradicional, en la represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Lugar:</b>	Represa Gallito Ciego - Cajamarca, 2022.				
<b>Partida</b>	<b>02.08.01</b>	<b>Limpieza final de la obra</b>			
<b>Rendimiento</b>	<b>Glb</b>	Costo unitario por:		<b>Glb</b>	<b>S/. 415.750</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.50	35.00	1.75
Peón	HH	2.00	8.00	25.00	400.00
					<b>401.75</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas mecánicas 5%	%MO		5%	280.00	14.00

ANEXO N° 5: Vista satelital de la cuenta del río Gallito Ciego – Cajamarca, 2020.

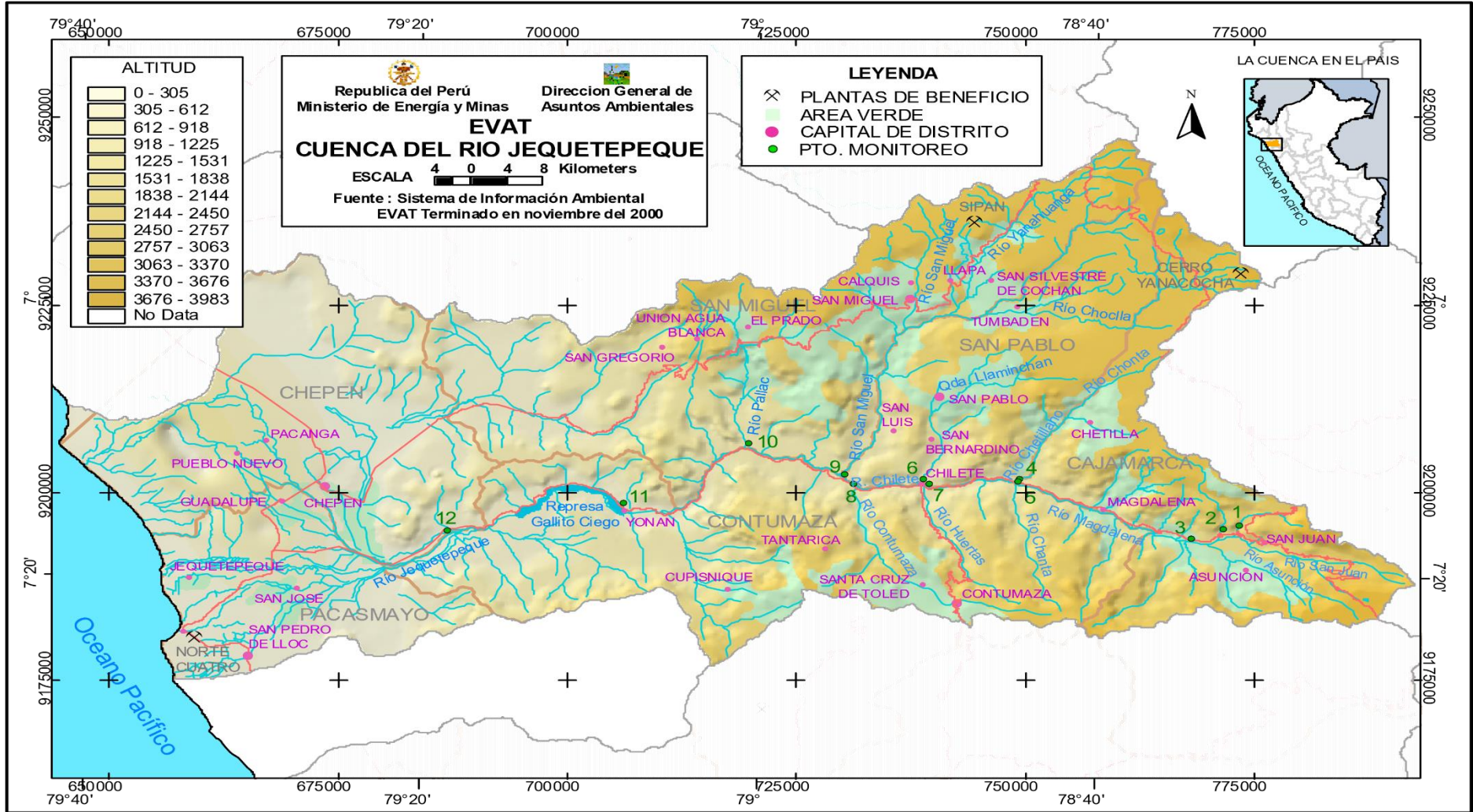
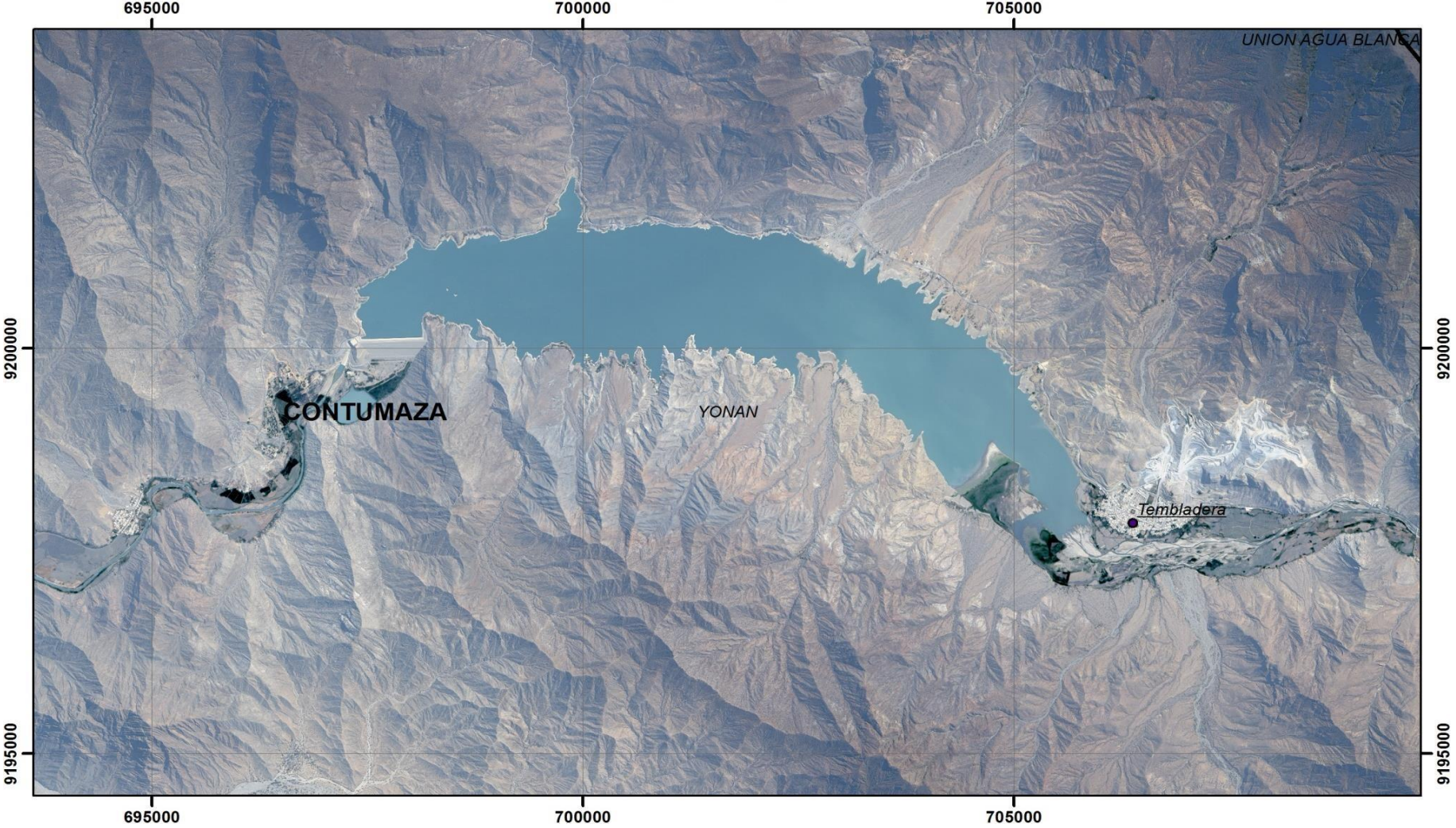


Ilustración 18: Vista satelital del río Gallito Ciego - Cajamarca

ANEXO N° 6: Vista satelital de la represa Gallito Ciego – Cajamarca, 2020.



Fuente: Google Earth