



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Estabilización de Taludes Empleando Muros con Llantas  
Recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo  
Parco – Utcuyacu, Recuay - Ancash – 2021.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Antaurco Espíritu, Hairo Max (ORCID: 0000-0003-3092-7520)

Cruz Alva, Yomira (ORCID: 0000-0001-9005-3656)

**ASESOR:**

Ing. Marin Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

HUARAZ – PERÚ

(2021)

## **Dedicatoria**

Este trabajo le dedico a los seres que más amo en la vida, ellos son mis padres y hermanos, quienes me impulsaron a seguir esforzándome para culminar mi carrera universitaria.

*YOMIRA*

Este trabajo le dedico las personas que estuvieron apoyándome incondicionalmente, ellos son mis padres, hermanas y a mi enamorada Heidy M. M. quienes me impulsaron en todo este tiempo en la universidad.

*HAIRO*

## Agradecimiento

De la misma forma agradezco a Dios, familiares, a mis padres, así mismo a docentes de la universidad, quienes estuvieron brindando sus conocimientos en toda la carrera universitaria. HAIRO

Igualmente agradezco a toda mi familia por brindarme su apoyo incondicional, así como a los docentes de la universidad Cesar Vallejo, por impartir sus conocimientos que fueron de gran ayuda para mi formación integral. YOMIRA.

## Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Tabla de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2. Variables y operacionalización.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Técnica e instrumento de recolección de datos.....</b>	<b>13</b>
<b>3.5. Método de análisis de datos.....</b>	<b>14</b>
<b>3.6. Aspectos éticos.....</b>	<b>15</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>4. DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Guía de observación del talud en estudio .....	17
Tabla 2: Datos de las coordenadas del levantamiento topográfico .....	18
Tabla 3: Factores de zona Z.....	21
Tabla 4: factores de seguridad tomados de las normas para condiciones estáticas. ....	21
Tabla 5: Factores de seguridad tomados de las normas para condiciones dinámicas. ....	21
Tabla 6: Resumen de dimensiones del talud.....	22
Tabla 7: Propiedad de materiales.....	24
Tabla 8: Cuadro comparativo del factor de seguridad por los 3 métodos .....	26
Tabla 9: Cuadro comparativo del factor de seguridad por los 3 métodos .....	28
Tabla 10: Cuadro de resultados de las fuerzas que actúan en el talud por el método de BISHOP SIMPLIFICADO.....	28
Tabla 11: Cuadro de resultados de las fuerzas que actúan en el talud por el método de JAMBU SIMPLIFICADO. ....	29
Tabla 12: Cuadro de resultados de las fuerzas que actúan en el talud por el método de SPENCER. ....	30
Tabla 13: Cuadro comparativo del factor de seguridad con presencia de agua por los 3 métodos.....	34
Tabla 14: Matriz de operacionalización de variables.....	27
Tabla 15: Matriz de consistencia .....	28
Tabla 16: Guía de observación del Levantamiento topográfico.....	29
Tabla 17: Guía de observación del terreno o Talud .....	31
Tabla 18: Guía de observación para el muro de contención .....	32

## Índice de figuras

Fig.1: Muros de gravedad .....	7
Fig. 2: Muro de gravedad con las diferentes fuerzas que lo contienen. ....	20
Fig. 3: modelamiento del talud en estudio .....	23
Fig. 4: Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el método de BISHOP SIMPLIFICADO.....	24
Fig. 5: Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el.....	25
método de JAMBU SIMPLIFICADO. ....	25
Fig.6: Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el.....	25
método de SPENCER. ....	25
Fig. 7: Fator de seguridad con fuerza sísmica M. BISHOP SIMPLIFICADO. ...	26
Fig. 8: Factor de seguridad con fuerza sísmica M. JAMBU SIMPLIFICADO. .	27
Fig.9: Factor de seguridad con fuerza sísmica M. SPENCER. ....	27
Gráfico 10: Comparación entre los factores de seguridad con/sin fuerza sísmica .....	28
Fig. 10: Fuerzas que actúan sobre el talud por el .....	28
método de BISHOP SIMPLIFICADO.....	28
Fig. 11: Fuerzas que actúan sobre el talud por el .....	29
método de JAMBU SIMPLIFICADO. ....	29
Fig.12: Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el.....	30
método de SPENCER. ....	30
Gráfico.13: Resultados de las fuerzas actuantes en el talud.....	31
Fig. 14: Factor de seguridad cuando existe presencia de agua por el .....	32
método de BISHOP SIMPLIFICADO.....	32
Fig. 15: Factor de seguridad cuando existe presencia de agua por el .....	33
método de JAMBU. ....	33
Fig. 16: Factor de seguridad cuando existe presencia de agua por el .....	33
método de SPENCER. ....	33
Grafico. 17: resumen de los resultados del programa Slide Rocscience .....	34
Fig.18: Vista en Planta del muro a construir.....	35
.....	35
Fig.19: Vista Horizontal del muro a construir.....	36
Fig.20: Vista Frontal del muro a construir.....	36
Fig.21: Imagen satelital del tramo Parco - Utcuyacu .....	33
Fig.22: Llantas desechadas en barrio de Santa Rosa – Huaraz .....	33

Fig.23: Llantas desechadas en barrio de Cascapampa – Huaraz .....	34
Fig.24: Llantas desechadas en barrio de Cascapampa – Huaraz .....	34
Fig.25: Llantas desechadas en barrio de Cascapampa – Huaraz .....	34
Fig.26: Llantas desechadas en la carretera Caraz – Huaraz.....	35
Fig.27: reconocimiento del lugar de trabajo .....	35
Fig.28: reconocimiento del lugar de trabajo .....	35
Fig.29. Excavación del terreno definido por la topografía y determinación de la cota con la ayuda del nivel del ingeniero.....	36
Fig.30. Esta excavación se dio en promedio de 50cm. ....	36
Fig.31. Después de este se procedió a la compactación del terreno para su posterior colocación de piedras a 30 cm y 20 cm de gravilla .....	36
Fig.32. Seguidamente se realizó la compactación de la gravilla para la colocación respectiva de las llantas que irán sobrepuestas e inclinadas, corriendo 10 cm hacia el interior del talud por nivel de neumáticos y colocadas de manera ascendente.....	37
Fig.33. Los neumáticos fueron amarrados y anclados con los alambres galvanizados para su mayor resistencia al empuje, se colocaron en la hilera N°2 y N°6. ....	37
Fig.34. Se colocó tubos de 1” para el drenaje del agua a lo largo de los 20 metros. ....	37
Fig.35. El uso de suelo como relleno se incrementó agregando piedras debidamente acomodado para su posterior compactado.....	38
Fig.36. Todos los neumáticos fueron amarrados entre si con alambre galvanizado de 16 kg debidamente trenzado y ajustado.....	38
Fig.37. Seguidamente se procedió a la compactación de relleno por hilera correctamente verificadas y niveladas. ....	38
Fig.38. Evidencias de la construcción del muro a base de llantas recicladas ..	39
Fig.39. Evidencias de la construcción del muro con la instalación de tubería ..	39

## **Resumen**

El proyecto de Investigación, tuvo como objetivo, Realizar la estabilización de taludes empleando muros con llantas recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo Parco – Utcuyacu, Recuay - Ancash – 2021.

El tipo de investigación fue Aplicada; el diseño, Experimental – Cuasiexperimental, porque hubo manipulación de variables; el nivel de investigación, de tipo descriptivo y explicativo. Los métodos utilizados fueron la observación y el análisis. La población estuvo constituida por 4 km del tramo Parco – Utcuyacu- Recuay -Ancash a los cuáles se les aplicó una Guía de observación como instrumento de recolección de datos. Los resultados indican que, en lo referente a los tipos de suelo presentan 5 estratos (orgánico, limoso, arcilloso, arenosos y gravoso). En cuanto a los factores de seguridad los valores más próximos al 1.5 fueron, en condiciones estáticas 0.521, con factor sísmico es de 0.461 y con presencia del agua 0.496, datos que no cumplen con el factor mínimo de seguridad del talud, correspondiente al 1.5 según la norma AASHTO. Finalmente se concluyó que el muro de contención a base de llantas recicladas; sí, asegura el soporte de los deslizamientos causados por la presencia del agua de las lluvias, al mismo siendo factible el reciclaje de las llantas en Huaraz- Ancash- 2021.

**Palabras Clave: Talud, deslizamiento, factor de seguridad, Suelo.**

## **Abstract**

The objective of the Research project was to stabilize slopes using walls with recycled tires, as a support to weather actions, section Parco - Utcuyacu, Recuay - Ancash - 2021.

The type of research was Applied; the design, Experimental - Quasi-experimental, because there was manipulation of variables; the level of research, descriptive and explanatory. The methods used were observation and analysis. The population consisted of 4 km of the Parco - Utcuyacu-Recuay -Ancash section, an observation guide was applied to the changes as a data collection instrument. The results indicate that, regarding the types of soil they present 5 strata (organic, silty, clayey, sandy and gravelly). Regarding the safety factors, the values closest to 1.5 were, in static conditions 0.521, with a seismic factor of 0.461 and with the presence of water 0.496, data that do not comply with the minimum factor of safety of the slope, corresponding to 1.5 according to the AASHTO standard. Finally it was concluded that the retaining wall based on recycled tires; Yes, it ensures the support of the landslides caused by the presence of rainwater, at the same time being feasible the recycling of the tires in Huaraz-Ancash- 2021.

Keywords: Slope, landslide, safety factor, Soil

## I. INTRODUCCIÓN

Sabemos que en nuestra actualidad una de las grandes noticias que se observan, son los deslizamientos a causa de diversos factores, la inestabilidad de taludes que sin duda alguna causan daños a efectos de: condiciones climáticas, erosión del suelo a causa de ríos, sismos, fallas en la pendiente del terreno y ente otros que generan obstrucción al paso del tránsito, pérdida de grandes distancias de las carpetas asfálticas, pérdida de terrenos agrícolas, incomodidad en los conductores y pasajeros hasta incluso pérdida de vidas humanas, esta a su vez genera un nuevo gasto económico (material, tiempo, personal, etc.). **(ORDOÑEZ, 2019)** señala que los deslizamientos de tierras en Perú se presentan con mayor frecuencia en la sierra, afectando las vías terrestres del país con eventos comunes como, inundaciones, avalanchas y los flujos torrenciales, conocidos como el “huayco”; presentes mayormente en la costa, valles amazónicos e interandinos, o como lo señala **(IPE, 2019)** que “en el verano de cada año, las intensas lluvias, deslizamientos y desbordes de ríos originan numerosas pérdidas en el territorio nacional. Ello implica, cuestionar el porqué de la repetición de este ciclo si ya se conoce de antemano que estos eventos climáticos se producirán”. Y como es un problema natural se debe buscar la manera de dar solución para eliminar o reducir los impactos negativos que estos generan, pues la Provincia de Recuay, así como la mayor parte del callejón de Conchucos sufrieron daños en sus vías terrestres a causa de los fenómenos naturales y que estas vías no son ni están prevenidas para este tipo de situaciones que por lo general se presentan en la época de invierno entre el mes de noviembre – marzo, donde el caudal crece en gran magnitud. Por estos hechos descritos y al mismo tiempo observados en el tramo Parco – Utcuyacu , es que se direcciona el estudio o investigación de este proyecto, a razón que sufrió deslizamientos de materiales en el km 1+000 al km 0+020 de la carretera y en consecuencia la interrupción del tránsito, pues los vehículos se encontraban circulando por una parte de la carretera, exponiéndose a los riesgos que puede ocurrir en cualquier momento, sin duda alguna es la realidad de muchas zonas en el Perú, porque no hay un control de prevención ante los desastres naturales, que si bien es cierto algunas veces escapan de nuestras manos por la intensidad que se presentan; sin embargo es mejor tomar acciones preventivas que puedan

ayudar en el control o reducción de las pérdidas de materiales, a esperar a que estos hechos sucedan para darle importancia, enfoque que no es resuelta de forma eficiente, porque el proceso de mitigación que consideran solo abarca una solución de momento y no, a largo plazo, no cuentan con gestores públicos, tienen proyectos paralizados, etc. ¿Es acaso a falta de organización o coordinación?, falta de economía?, una mala elaboración del expediente técnico?, son interrogantes que uno como estudiante se plantea para buscar la verdad y la razón del por qué? suceden estos problemas de mitigación contra los desastres naturales que desfavorecen las redes viales. Por ende, nos propusimos dar solución a este tipo de problemas que presenta tramo Parco – Utcuyacu, quien se vio afectada en el mes de marzo, por las lluvias intensas de la zona, que en consecuencia produjo deslizamiento en el km 1+000 al km 1+020 con la construcción de un muro hecho con llantas de caucho, que sin duda alguna fue marcando historia a lo largo del tiempo, siendo un material de gran interés para investigaciones de ingeniería y arquitectura, por las características y vida útil que presenta estas resultan beneficiosas a la sociedad y más aún si estos son llantas recicladas, ya que estas tendrían una función específica, que es la de soportar los futuros deslizamientos en el tramo, en relación a ello debemos recordar que antes de ser reconocida como un material exitoso en el campo de la ingeniería, estas eran residuos sólidos que generaban un problema en la sociedad, simplemente porque se encontraban a vista de la gente, en las calles, jardines, parques, etc. sirviendo como refugio a los insectos y roedores, material bastante contaminante por los químicos que contiene y están expuestas al alcance de los niños y adultos poniendo su salud en peligro. Por todo ello resultó oportuno el estudio a realizar, porque además el **(Ministerio de Ambiente, 2017)** indica que “las llantas usadas podrán aprovecharse en los mobiliarios urbanos, en construcción de taludes, en jarillones, en tuberías, en canchas sintéticas, en construcción de vías urbanas con asfalto, etc”. Las llantas fueron tecnológicamente viables, porque de igual modo estas pueden reutilizarse en cualquier momento. Ello nos conllevó a responder la siguiente **formulación del problema** ¿Será factible realizar La Estabilización de Taludes Empleando Muros con Llantas Recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo Parco – Utcuyacu, Recuay - Ancash – 2021?, con esto buscamos realizar los procedimientos de construcción, el tipo y forma de ubicación, materiales a

utilizar, etc. y la **Justificación** es simplemente realizar este trabajo, porque sabemos que nuestro país no cuenta con buenas gestiones de seguridad ambiental y que el mismo clima de algunas zonas no ayudan a resolver los problemas de deslizamientos y/o fallas de pendiente en el terreno; así como la **justificación teórica** que buscó analizar las propiedades físicas y mecánicas de las llantas recicladas para obtener resultados óptimos, de la misma forma como **justificación metodológica** se planteó instrumentos de acuerdo a la necesidad de las dimensiones correspondientes, proceso de validez y confiabilidad, instrumento que permitirá concluir eficientemente la investigación proyectada, de otro modo como **justificación social** se buscó implementar llantas en los muros de taludes para mejorar las condiciones del transporte y mitigar los riesgos de peligro eminente en la carretera, sobre todo beneficiar a la población de Utcuyacu y por ultimo como **justificación Practico - ambiental**, se reutilizó los materiales reciclados teniendo como finalidad de contribuir con el cuidado del medio ambiente y brindar una solución rápida ante problemas relacionados a los fenómenos naturales. En consecuencia, nos planteamos el siguiente **objetivo general**, Realizar la estabilización de taludes empleando muros con llantas recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo Parco – Utcuyacu, Recuay - Ancash – 2021 y asimismo los **objetivos específicos** fueron: **a)** Determinar el tipo de suelo que presenta el talud, **b)** Determinar las características del relieve en estudio, **c)** Calcular el factor de seguridad y el coeficiente sísmico del talud en estudio, **d)** Comparar el diseño de un talud con la incorporación de llantas recicladas con respecto a un talud normal. Ante esto como **hipótesis** es que, si será factible la estabilización de taludes empleando muros con llantas recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo Parco-Utcuyacu, Recuay- Ancash- 2021. Finalmente, con este proyecto buscamos incentivar a la provincia de Recuay, en el uso de las llantas de caucho en sus diferentes tramos de la carretera, porque resulta ser una solución efectiva y rápida ante problemas de deslizamientos y que sirva de antecedente a futuras investigaciones.

## II. MARCO TEÓRICO

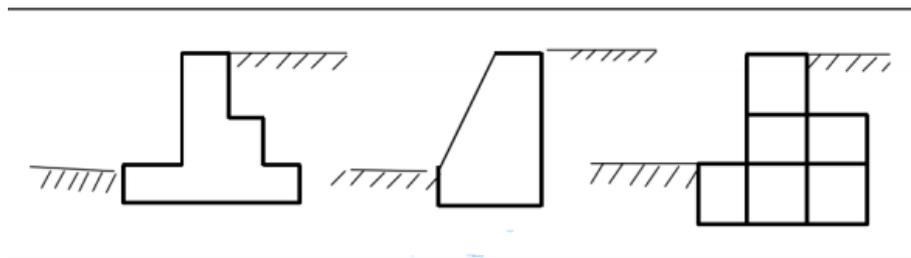
**A nivel internacional** tenemos a **(PEÑA, 2018)** en su investigación titulada *“Muros De Contención Mediante La Utilización De Neumáticos Desechados Para Alturas Menores”*. Donde se planteó como objetivo investigar el material compuesto por neumático y suelo compactado como una unidad base para la construcción de muros de contención. Obteniendo como resultado: “se observó que el mayor costo es con el muro de hormigón armado y la versión armada al corte fue la de menor costo, con la diferencia de 25% más barato. Finalmente concluye: que los muros de contención construidos con neumáticos desechados es una buena alternativa para la construcción de estructuras de contención. En comparación con otros sistemas, la tierra que se utiliza puede ser residual, además la construcción de este tipo permite consumir un desecho no biodegradable, es así como esta técnica ha sido utilizada en diferentes partes del mundo lo cual facilita el estudio. También tenemos a **(TORRES, 2016)** en su investigación titulada. *“Estabilización de taludes con neumáticos usados Colombia – Bogotá” estudio realizado en la Universidad Santo Tomás*. Tuvo como finalidad realizar una revisión del estado de arte de taludes con neumáticos reciclados. Se utilizó la metodología racional. Su población y muestra estuvo constituida por la vía de San Juan-Pasquilla en la ciudad Bolívar. Para la recolección de datos se utilizó como instrumento el programa Slide de Rocscience el cual permite determinar el comportamiento del talud estabilizado que fue realizado con neumáticos reciclados. Llegando así a la conclusión de que los factores de seguridad al vuelco, deslizamiento y capacidad de carga fueron satisfechos en todos los casos, además el programa comprobó que el método si funciona usando neumáticos reciclados de acuerdo al reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. **A nivel nacional** presentamos a **(CARRION, 2017)** en su tesis titulada *“Análisis Y Diseño De La Estabilidad De Talud En El Sector Sausacocha – Pallar Km. 8+000 Al 9+000 Provincia De Sánchez Carrión, Departamento De La Libertad, 2017”*. Su objetivo fue implementar alternativas de solución ante el fenómeno de deslizamiento de la zona de estudio y conocer cuáles son los principales factores que intervienen en la estabilidad del talud de la zona de estudio. El estudio fue de tipo descriptivo. Concluyendo: Que la inestabilidad de talud mayormente se presenta cuando hay lluvia, esto ocasiona que haya una presión intersticial en los poros, por lo que el

factor de seguridad de dicho talud será menor a 1. Así mismo el estudio de mecánica de suelo presenta 4 diferentes estratos y los factores que intervienen en la estabilidad en un talud son el peso unitario del suelo, ángulo de fricción, cohesión del suelo y la presión de poros. Así como **(CANCHARI, 2018)** en su investigación titulada “*Diseño de muros de contención neumáticos reciclados en laderas de cerro del AA.HH. Ciudad de los constructores, Distrito de San Juan de Lurigancho, Lima 2018*”. Se planteó como objetivo diseñar muros de contención utilizando neumáticos reciclados mediante un análisis por gravedad y consideraciones sísmicas que cumplan con las solicitaciones necesarias para garantizar la estabilidad. La investigación fue de tipo aplicada, descriptivo. No experimental. La muestra estuvo conformada por la ciudad de los constructores en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima-Perú. Finalmente concluye afirmando el éxito del diseño de los muros de contención utilizando neumáticos usados mediante un análisis por gravedad y las consideraciones sísmicas. A continuación, definiremos aspectos importantes que abarca el proyecto de investigación tales como el talud, el deslizamiento, los muros, las llantas, los muros con llantas y entre otros. Así tenemos a **(CARRIÓN, 2017)** quien define al “talud como cualquier superficie inclinada respecto al horizonte”. pues tiene una estructura bastante compleja y su estudio está relacionado con los problemas de mecánica de suelos, teniendo en cuenta el papel geológico, porque existen 2 tipos de taludes, una que se produce de forma natural (ladera) y otra de forma artificial(cortes) del mismo modo los principales elementos que debe considerarse en un talud, las cuales son: **Pie**; **cabeza o cima**, parte superior del talud; **Altura**, distancia vertical entre el pie y la cima; **altura de nivel freático** y la **Pendiente**, es conocida como la medida de la inclinación de la superficie del talud o ladera, medida en grados, porcentajes o en correlación m:1, en la cual “m” es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Para **(GERSOCOVICH, 2015)** en cuanto a la estabilidad de taludes menciona que las clases de taludes, los movimientos de tierra o los deslizamientos se presentan de manera didáctica. Ello, requiere dar una revisión de conceptos en cada situación y sobre todo conocer los métodos de cálculo o solución involucrada. Para conocer un poco más sobre la temática es necesario realizar un levantamiento topográfico que según **(GONZALES, 2018)** son un conjunto de operaciones que tienen la finalidad de determinar los puntos en el espacio

siendo representadas en un plano, tanto las distancias como los ángulos. Una vez entendida las definiciones sobre el talud, continuaremos con aquellas causas que generan su inestabilidad y son los llamados movimientos de tierras al que **(DAHIGAMUWA, 2017)** define como “El movimiento de masa”, es formado por la presencia de lluvia en suelos con pendiente, los cuales se inestabilizan por la presión del agua en los poros aumentando el contenido de humedad en el suelo, lo que provoca una deducción de la tensión efectiva y en consecuencia de la inestabilidad en la pendiente. Según **(GUERRA, 2019)** La falla más común en taludes es: **Falla por deslizamiento superficial**, definida como talud sujeto a fuerzas naturales que tienden a deslizarse en las proximidades de las vías, el fenómeno puede visualizarse debido a varios factores como por ejemplo inclinación de los árboles, movimientos relativos, rupturas de cercas, muros, depresiones, etc. Constituida por varios tipos de fallas como. El deslizamiento, el flujo, desprendimiento, vuelco, avalanchas. Para **(ORDOÑEZ, 2019)**, el deslizamiento es el movimiento de masa en las laderas, que tiende a deslizarse debido a la falta de equilibrio principalmente en las zonas de fallas. Entre los tipos de deslizamiento tenemos: **rotacional y traslacional**; la primera por lo general se da en zonas con material homogéneo (rellenos) y el segundo, se da de acuerdo a las fallas discontinuas que sufre la estructura del suelo, por eso este tipo de deslizamiento origina que la masa se deslice por una superficie menos resistente. Otra causa de los deslizamientos es que se producen por la acumulación del agua en el suelo, falta de/o escasa vegetación en el terreno, etc. Y el flujo es la mezcla fluida de escombros y agua, que generalmente se mueve por un canal. Puede ocurrir después de fuertes lluvias, ocurre en áreas donde la vegetación es escasa. Por último, **(TEXEITRA, 2016)** hace referencia sobre la erosión mencionando que estos, son las implicancias relacionadas por factores físicos y humanos, pues la define de 2 modos; la primera, como la erosión natural del suelo, causada por el agua, de manera que este reduce el espesor del suelo en un largo periodo de tiempo; la segunda, como la erosión acelerada del suelo que generalmente son comunes en terrenos agrícolas y suelos con poca vegetación. En la parte de la temática de muros presentamos a **(ARANDA, 2017)** quien define que “Los **muros de contención** se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos [...], su construcción soporta empujes de tierra para evitar el deslizamiento e interrupción de la vía, de acuerdo

con la temática los tipos de muros de contención (**BALLON, 2017**) los clasifica en: Muros de **gravedad**, en **cantiléver - voladizo** o **ménsula**, de **sótano**, **contrafuertes**, **reforzados** y muros **anclados**, aquí algunas características que poseen. Tenemos a los muros en voladizo construidos a base de concreto armado, de espesor delgada, zapata en forma "T" para su mayor y para alturas de entre 7 a 8 m, de igual forma los muros con contrafuertes, las cuales ofrecen mayor resistencia a los empujes, se usa generalmente para alturas mayores a los 10 m; por ultimo tenemos a los muros de gravedad, que para funcionar dependen solo de su propio peso, diseñadas para alturas menores a 5 m, no tienen refuerzos y solo requiere concretos de baja calidad, razón por la cual se le considera atractiva por el bajo costo que implica, su construcción puede ser considerando muros rígidos o muros flexibles, dentro de estos se incluyen los muros en gaviones, los muros cribas, lo pedraplenes y los muros de tierra con llanta usada, entre otros.

Fig.1: Muros de gravedad



Fuente: análisis y diseño de muros de contención de concreto armado [fecha de consulta 05/06/2021]

Otro aspecto a considerar son las **llantas de caucho** o **neumáticos**, aquellos que observamos en los diferentes vehículos que circulan día a día, en los automóviles, buses, camiones, bicicletas, aviones y entre otros. Según (**CUETO, 2018**), las llantas de caucho pueden ser naturales o sintéticos; las naturales proporcionan elasticidad y los sintéticos, estabilidad térmica; además su típico color negro humo es gracias a la combustión de gases naturales o hidrocarburos pesados que le proporcionan resistencia a la abrasión y a la rotura, este considera 2 tipos de neumáticos; las convencionales y las radiales, con diferencia que estos últimos son elaborados incluyendo capas de cuerdas metálicas que de brindan mayor durabilidad, tiene una forma ovalada. Los procesos que pasa para su elaboración son el mezclado, triturado, construcción

(desde dentro hacia fuera), vulcanización, inspección en el que deben pasar el control de calidad. Entre sus consideraciones de diseño según el catálogo **(YOKOHAMA, 2019)** hace referencia a los elementos y funciones que conforman a las llantas de caucho como son: La ranura de agarre silenciosa (elimina el ruido), variación asimétrica en el diseño (mejor maniobrabilidad), perfil curvo (proporción entre suelo-banda de rodamiento) y carcasa de rayón de alta rigidez (mejor estabilidad de la dirección), además señala que las llantas de los camiones soportan cargas normales en un 100 %, carga bajas en un 150 % y sobrecargas en un 70%. En esta investigación es de suma importancia conocer el ancho y el diámetro de las llantas para poder cuantificar en número de llantas a utilizar en el área que será determinado previo al levantamiento topográfico que se realizara y para ello la empresa de **(FIRESTONE, 2021)** muestra una serie de medidas de las llantas según el diámetro de sus aros, así como el ancho y alto respectivamente, como la que se muestra a continuación P275/55 R20, donde el 275 indica el ancho (mm); el 55, en la relación entre el alto y el ancho; el R, significa que es un neumático radial; el 20, el diámetro (pulgadas). Además, el artículo **(COECA, 2021)** afirma que, “el caucho tiene excelentes características mecánicas, incluso en mezclas sin carga, entre las que destacan la resistencia a la tracción y la resistencia al desgarró, excelente resiliencia, buena deformación remanente, buena resistencia a bajas temperaturas, sin embargo, tiene la desventaja de tener escasa resistencia a la intemperie y al ozono, por lo que es preciso protegerlo con antioxidantes o pintura”. Así como indica **(BARON, 2014)** que, con la implementación del sistema constructivo de las llantas se podrán obtener altas duraciones y funcionabilidades, resistencias a las lluvias, rayos solares y vientos, bajos costos económicos comparado con otros sistemas constructivos como gaviones o muros de contención, etc. Finalmente podemos hablar de la gran importancia que las llantas poseen como material, porque esta vez su uso no será la de servir como una banda de rodamiento a los automóviles, ni ser un elemento adicional que mejore las resistencias asfálticas, sino servir como muro de contención para la prevención de deslizamientos en los taludes del tramo Parco – Utcuyacu; km 1+000 al km 1+020. Otro tema muy importante que no debemos de olvidar son los drenajes, pues la excesiva acumulación o filtración del agua agravaría la estabilidad del muro, por ello es necesario implementarlo con tuberías que desalojen dichas aguas para mantener la

durabilidad y resistencia del muro. Además, es un derecho que se exige como sociedad, el (**Ministerio de Ambiente, 2017**) “(...) en su artículo 79 Y 80, menciona que la constitución política consagra el derecho de gozar de un ambiente sano y el deber del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificando el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

Esta investigación fue de enfoque **cuantitativo** y de tipo **aplicada**, porque se utilizó los conocimientos teóricos acerca de cómo poder estabilizar los taludes con problemas de deslizamientos a causa de las condiciones climáticas a fin de buscar conocer, hacer y evaluar la variable considerada mediante una guía de observación, en el cual se detallaron las diferentes condiciones con la que se encuentra y para que de esa manera se busque criterios que se enfoque a la mejora de la inestabilidad. Así como indica:

**(ÑAUPAS, 2014)**, menciona que el enfoque cuantitativo es utilizado para adquirir datos con el motivo de responder preguntas y probar las hipótesis, siendo una forma de alcanzar la verdad y descubrir nuevos conocimientos científicos. Asimismo

**(BEHAR, 2008)** nos indica que la investigación aplicada se diferencia por poner en práctica los conocimientos que se adquieren, aplicados en problemas concretos, buscando confrontar la teoría con la realidad. y su aplicación inmediata.

##### Nivel de investigación

Del mismo modo el nivel de investigación fue de tipo **descriptivo y explicativo**. Fue descriptivo, porque se determinó las características de la variable en estudio, considerando las condiciones en la que se encuentra y como se vio luego de hacer el experimento, asimismo fue explicativo, porque se estableció la relación causal entre las variables, identificando la más importante y las condiciones en que se manifiesta.

**(MEJIA, 2008)** menciona que el nivel de investigación es de importancia para las investigaciones básicas que requerirán se iniciará con la práctica exploratoria, descriptiva, explicativa y posteriormente la predictiva, la cual sirve como base o argumento para desarrollar la investigación aplicada.

## **Diseño de Investigación**

El diseño de investigación elegida fue **Experimental, cuasiexperimental**

- Experimental, porque se manipuló intencionalmente la variable en estudio para analizar los resultados.
- Cuasiexperimental, porque se consideró 2 variables diferentes, una dependiente de la otra, es decir la variable en estudio en este caso solo requirió resolver el problema aplicando en los muros las llantas de caucho, porque sus características mecánicas/físicas son eficaces en condiciones climáticas.

Por ende, podemos mencionar a **(HERNANDEZ, 2014)** quien define al diseño como una estrategia creada para obtener información necesaria a razón de responder a la problemática.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variables**

Según **(GRAU, 2004)** las variables sean de una investigación cualitativa o cuantitativa requieren de una operacionalización de conceptos, porque este está relacionado con la hipótesis en estudio, además de que pueden tomar diversos valores el cual determinara el nivel de medición del proyecto.

#### **Variable Independiente**

Muros de Llantas de caucho

#### **Variable Dependiente**

Estabilización de taludes

#### **Definición conceptual**

“talud es cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal”, pues tiene una estructura bastante compleja y su estudio está relacionado con los problemas de mecánica de suelos, tomando en cuenta el papel geológico, porque existen 2 tipos de taludes, una que se produce de forma natural (ladera) y otra de forma artificial(cortes), **(CARRIÓN,2019)**.

## Definición Operacional

Para la evaluación y análisis de la estabilidad de taludes se necesitan estudios del levantamiento topográfico.

Según **(MARTINEZ, 2006)** menciona que la definición operacional considera un conjunto de procedimientos con el que describe las actividades donde el investigador debe observar, las cuales indicaran la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado.

## Dimensión

Estabilización de taludes.

## Indicadores

- Levantamiento topográfico
  - ✓ Perfil longitudinal
  - ✓ Sección transversal
  - ✓ Pendientes
- Programa SLIDE V6 Rocscience
  - ✓ Factor de seguridad
  - ✓ Coeficiente sísmico

## Escala de medición

- Intervalo de tiempo

## Población, muestra y muestreo

### Población

Para el desarrollo de este Proyecto que tiene como lineamiento de estudio a la infraestructura vial se tomó en cuenta una población Conformada por los 4 km del, *Tramo Parco – Utcuyacu - Recuay – Ancash – 2021*. Esta población se consideró tomando en cuenta el criterio de inclusión ya que las características que presentan guardan una estrecha relación entre sí.

**(HERNANDEZ, 2014)** consideraba a la población como todo aquel elemento que se relacionan entre si con la finalidad de conocer algún tipo de información para un estudio determinado.

## **Muestra**

La muestra fue considerada por los 20 m del km 1+000 al km 1+020, *lugar que presenta el estado crítico de todo el Tramo Parco – Utcuyacu - Recuay – Ancash – 2021*, el cual se determinó mediante una muestra No probabilística y por conveniencia, a efectos de que la información necesaria y el problema en estudio se encuentra en ella.

Del mismo modo (**TOLEDO, 2017**) dice que la muestra es un subgrupo de la toda la población o universo. Que requiere comprender las características de la población para su selección adecuada.

Y según (**OTZEN, 2017**) menciona que la técnica por conveniencia permite que los autores tengan mayor accesibilidad acerca de los sujetos que están incluidos en el estudio.

### **3.3. Técnica e instrumento de recolección de datos**

#### **Técnica de recolección de datos**

El estudio de la investigación empleó la técnica de la **Observación** y el **Análisis Documental**, los cuales fueron esenciales para lograr el objetivo planteado, en el que:

- La observación, nos permitió conocer datos reales del terreno, las condiciones en la que se encuentra, si existe algún obstáculo que impida el desarrollo del proyecto, si existen otras soluciones que puedan impedir el deslizamiento o si existe alguna vegetación, etc. Y sobre todo para ver los materiales a usar.
- Y el Análisis documental, nos permitió seleccionar, sistematizar y organizar la información obtenida de diversas fuentes, y ser de gran ayuda para la elaboración del marco teórico y práctico.

Es así que (**SÁNCHEZ, 2018**) señala que las técnicas de recolección de datos, como un medio de selección o recopilación de informaciones relevantes y necesarias para una investigación.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Finalmente, como instrumento de recolección de datos consideramos la **guía de observación**, porque en ello se plasmó los detalles observados en

campo, rescatando los aspectos más importantes como son: las dimensiones de muro a construir, los materiales y herramientas a utilizar, si las condiciones del terreno estaban aptas para su uso, etc.

**(BAENA, 2017).** Los instrumentos son los apoyos que se tienen para que las técnicas cumplan su propósito.

### **3.4. Procedimientos**

Para la realización del proyecto de investigación se comenzará por plantear los procesos e instrumentos de recolección de datos para luego ser desarrollados. En primera instancia se revisará la ficha documental, para detallar los procesos a utilizar, seguidamente se aplicará la guía de observación como instrumento para obtener informaciones correspondientes de los datos topográficos, herramientas, las llantas de caucho, etc. Los pasos a seguir serán:

- ✓ Excavación del terreno definido por la topografía y determinación de la cota con la ayuda del nivel del ingeniero
- ✓ Esta excavación se dará en promedio de 30cm.
- ✓ Después de este se procederá a la compactación del terreno para su posterior colocación de las llantas de caucho.
- ✓ Colocación de las llantas que irán sobrepuestas, armadas e inclinadas hacia atrás, entre los diversos niveles o filas de neumáticos que se colocan de abajo hacia arriba, a modo de escalera.
- ✓ El uso de suelo como relleno podrá incrementarse agregando piedras debidamente acomodado para su posterior compactado.
- ✓ Todos los neumáticos irán amarrados entre si con alambre galvanizado de 16 bwg debidamente trenzado y ajustado.
- ✓ Seguidamente se procederá a la compactación de relleno por hilera debidamente verificadas y niveladas.

### **3.5. Método de análisis de datos**

El análisis de este proyecto se partió haciendo una indagación bibliográfica. Para conocer y comparar métodos prácticos de cómo construir muros de contención a base de las llantas de caucho, para ello se realizó el respectivo levantamiento topográfico, los cortes para conocer las estratificaciones del

terreno, datos que serán ingresados al programa SLIDE V6 para ver la modulación del talud, para calcular el factor de seguridad del terreno en condiciones estáticas, y cuanto es si se le agrega el coeficiente sísmico de la zona, así como los materiales que lo componen. Juntamente a este proceso se inició los trabajos en campo para acelerar el trabajo antes del término del ciclo, ello con la finalidad de corroborar si el muro tundra desplazamientos laterales o cumplirá con lo establecido en el periodo de prueba. En conclusión, el análisis de datos se realizó de manera organizada, cumpliendo con el instrumento de recolección de datos, incluyendo software "Excel" y el AutoCAD, para detallar los datos que fueron recopiladas a partir de la observación y análisis respectivo.

Es así que para **(SUPO, 2015)**, el método de análisis, consiste en hacer una serie de operaciones, las cuales el investigador someter o manipular los datos correspondientes con el afán de lograr los objetivos planteados

### **3.6. Aspectos éticos**

La realización de esta investigación se dio con mucha responsabilidad ya que los resultados fueron totalmente verificados; con el fin de obtener resultados veraces respetando los parámetros de elaboración y ejecución, las teorías de los autores fueron citados correctamente, valorando el trabajo ya realizado en sus investigaciones. En otras palabras, esta investigación se rige por cumplir los siguientes aspectos:

- **Beneficencia:** es la mayor razón del estudio de este proyecto, que buscó prevenir el daño que se vive año tras año en las épocas de invierno, así beneficiar a los ciudadanos de la zona de Recuay
- **No maleficencia:** no se dañó por ningún motivo los intereses de la sociedad ni se perjudicarán las informaciones teóricas/prácticos en el desarrollo de este proyecto: más por el contrario, se buscó ofrecer beneficios y promover el bienestar de la sociedad
- **Autonomía:** porque está basado únicamente en valores, respetando los puntos de vista de cada integrante, y de la confidencialidad de la información brindada.

- Justicia: con este valor se buscó dar oportunidad de mejora a los ambientes que rodean a la sociedad, porque es un derecho que debe ser cumplida y por eso con este proyecto tratamos de dar alguna solución a las necesidades observadas.

Según **(ALBAREZ, 2018)** indica que la investigación es informativa, el cual se desarrolla mediante una serie de actividades, sobre todo por la voluntad, que conlleva a la comprensión de un sistema de valores creando una perspectiva ética - social que invita a la investigación a preguntarse por las normas, valores, pautas de conductas, visiones y racionalidades presentes en los heterogéneos actores sociales con los que interactúa.

#### IV. RESULTADOS

##### Objetivo general

Realizar la estabilización de taludes empleando muros con llantas recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo Parco – Utcuyacu, Recuay - Ancash – 2021.

##### Objetivos específicos

##### a) Determinar el tipo de suelo que presenta el talud

Tabla 1: Guía de observación del talud en estudio

GUIA DE OBSERVACION DEL TALUD				
FACULTAD	Ingeniería civil	DEPARTAMENTO	Ancash	
TUTOR	Percy Marín Cubas	PROVINCIA	Recuay	
AUTORES	Antauro Espíritu Hiro Cruz Alva Yomira	DISTRITO	Catac	
FECHA	02/10/2021	LOCALIDAD	Parco	
TERRENO				
ASPECTOS	SI	NO		
a. LA CARRETERA CUENTA CON LAS CUNETAS RESPECTIVAS	X			
b. EL TALUD EN ESTUDIO CORRESPONDE A UN TERRENO AGRICOLA		X		
c. EL TERRENO TIENE PROPIETARIOS		X		
d. EXISTEN SEMBRIOS ALREDEDOR DEL TALUD EN ESTUDIO	X			
e. EL TRAMO PARCO-UTCUYACU YA TIENE ANTECEDENTES DE HABER USADO LLANTAS DE CAUCHO PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS		X		
f. EXISTE ALGUN RIESGO DE HACER POSIBLE LA EXCAVACION DEL TERRENO QUE PERJUDIQUE LA CONDICION AMVIENTAL O HUMANA		X		
TIPO DE SUELO DEL TALUD (ESTRATOR)	CARACTERISTICAS			
	ALTURA	TEXTURA	COLOR	OBSERVACIONES
1. ORGANICO (L)	20 cm	fina	marrón claro	ninguna
2. LIMOSO (M)	50 cm	fina	marrón oscuro	
3. ARCILLOSDO ©	25 cm	fina	amarillento	
4. ARENOSO (S)	50 cm	gruesa	amarillento	
5. GRABOSO (G)	80 cm	gruesa	blanco humo	

Descripción: Como se puede observar de acuerdo a los resultados de la guía de observación existen sembríos alrededor del talud que afectaría el terrero en caso de un deslizamiento, pues el tramo Parco - Utcuyacu tiene suelos pobres, razón por la cual es necesario construir muros de contención.

**b) Determinar las características del relieve en estudio**

Tabla 2: Datos de las coordenadas del levantamiento topográfico

FACULTAD	Ingeniería civil			
TUTOR	Ing. Percy Marín Cubas			
AUTORES	Antauro Espíritu Hairo y Cruz Alva Yomira			
FECHA	25/09/2021			
<b>COORDENADAS DE PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN EL SISTEMA UTMWGS-84</b>				
OBSERVACION	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	233338.19	8914276.82	3597.424	CARR
2	233332.009	8914275.97	3597.55	CARR
3	3,233,334.15	8914296.16	3596.78	CARR
4	233328.887	8914295.28	3596.87	CARR
5	233329.374	8914315.84	3596.34	CARR
6	233324.358	8914314.77	3596.32	CARR
7	233322.774	8914335.04	3596.004	CARR
8	233318.058	8914333.12	3595.95	CARR
9	233315.247	8914353.12	3595.57	CARR
10	233310.361	8914350.7	3595.5	CARR
11	233306.182	8914373.86	3595.07	CARR
12	233301.033	8914372.22	3595.024	CARR
13	233309.204	8914366.94	3595.2367	CARR
14	233312.225	8914360.03	3595.4033	CARR
15	233304.143	8914365.05	3595.1827	TN
16	233307.252	8914357.87	3595.3413	TN
17	233312.927	8914344.84	3595.65	CARR
18	233315.492	8914338.98	3595.8	CARR
19	233317.756	8914347.09	3595.7147	CARR
20	233320.265	8914341.07	3595.8593	CARR
21	233320.158	8914327.01	3596.0733	CARR
22	233322.981	8914319.25	3596.1967	CARR
23	233324.974	8914328.64	3596.116	CARR
24	233327.898	8914320.61	3596.228	CARR
25	233326.622	8914305.03	3596.595	CARR
26	233331.764	8914306	3596.56	CARR
27	233330.448	8914285.62	3597.21	CARR
28	233336.172	8914286.49	3597.102	CARR
29	233300.755	8914372.12	3594.824	CN
30	233310.069	8914350.58	3595.24	CN

31	233303.859	8914364.94	3594.9627	CN
32	233306.964	8914357.76	3595.1013	CN
33	233319.938	8914326.92	3596.0733	CN
34	233317.632	8914332.95	3595.865	CN
35	233315.204	8914338.85	3595.6567	CN
36	233312.642	8914344.74	3595.4483	CN
37	233309.635	8914350.41	3595.24	CN
38	233306.682	8914357.37	3595.1013	CN
39	233302.856	8914365.18	3594.863	CN
40	233300.59	8914371.27	3594.724	CN
41	233301.759	8914364.76	3596.45	TN
42	233297.929	8914365.35	3597.278	TN
43	233297.732	8914369.96	3596.978	TN
44	233308.131	8914348.95	3598.54	TN
45	233313.447	8914338.04	3599.45	TN
46	233318.157	8914326	3600.89	TN
47	233319.911	8914313.68	3600.86	TN
48	233312.615	8914324.72	3602.689	TN
49	233308.408	8914335.17	3601.79	TN
50	233301.871	8914346.01	3600.89	TN
51	233296.434	8914354.94	3600.89	TN
52	233303.623	8914357.41	3597.495N	TN
53	233306.371	8914324.24	3602.989	TN
54	233302.163	8914334.69	3602.989	TN
55	233295.626	8914345.53	3601.389	TN
56	233316.263	8914319.2	3601.7745	TN
57	233311.81	8914313.48	3601.86	TN
58	233312.447	8914358.72	3595.4282	BM-1
59	233322.159	8914336.35	3595.9712	BM-2
60	233299.684	8914353.93	3599.8615	TN
61	233307.007	8914344.17	3598.8098	TN
62	233302.561	8914339.64	3601.9779	TN
63	233312.24	8914329.87	3600.9987	TN
64	233314.158	8914319.94	3602.0998	TN
65	233315.711	8914316.8	3601.6452	TN
66	233318.571	8914309.69	3599.4852	TN
67	233310.763	8914341.27	3598.7386	TN
68	233313.922	8914333.67	3599.2463	TN
69	233315.483	8914330.78	3598.6265	TN
70	233319.167	8914322.01	3599.6458	TN
71	233319.299	8914318.61	3599.4891	TN
72	233322.861	8914309.98	3597.5881	TN

Fuente: Elaboración propia

Descripción: De acuerdo con la tabla de las coordenadas del levantamiento topográfico, se puede observar las coordenadas correspondientes del talud en estudio tiene una cota de mínima 3594.72 y máxima de 3602.99, los cuales serán base fundamental para comenzar con el modelamiento del talud.

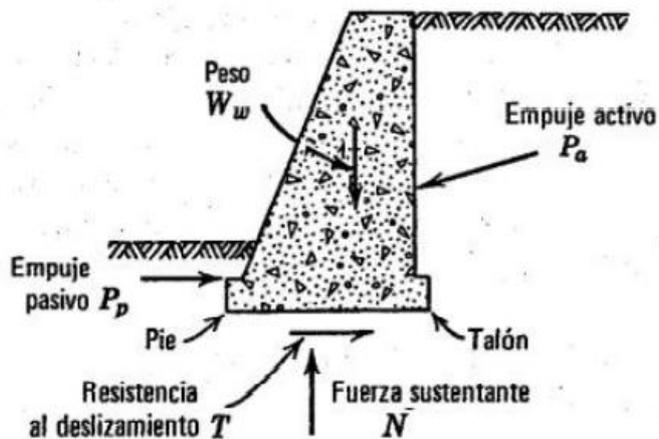
**c) Calcular el factor de seguridad y el coeficiente sísmico del talud en estudio.**

Para comenzar con los cálculos, se considerará algunos de los siguientes aspectos:

**1. TIPO DE MURO**

- El tipo de muro que se va a construir será de tipo "Gravedad"

Fig. 2: Muro de gravedad con las diferentes fuerzas que lo contienen.



Fuente: Braja, 2010

**2. CARGAS DE DISEÑO EN MUROS DE CONTENCIÓN**

El diseño del muro a construir tomara en cuenta cargas como:

- Peso propio
- Fuerza normal
- Empujes laterales
- Cargas sísmicas

El territorio nacional está dividido en cuatro zonas, Ancash se encuentra ubicada en la zona 4, ver el siguiente cuadro:

Tabla 3: Factores de zona Z

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma Técnica E.030

Tabla 4: factores de seguridad tomados de las normas para condiciones estáticas.

FACTOR DE SEGURIDAD		NORMA			
		CCP-95	NSR-98	NSR-10	AASHTO
DESLIZAMIENTO	Suelos Granulares	1.5	1.5	1.60	1.50
	Suelos Cohesivos		2.0		
VOLCAMIENTO	Suelos Granulares	2.0	3.0	3.00	2.00
	Suelos Cohesivos		2.0		
CAPACIDAD DE CARGA	Suelos Granulares	3.0	2.5	3.00	3.00
	Suelos Cohesivos				

Nótese que el factor de seguridad en deslizamiento según la norma AASHTO debe ser mayor al 1.50 así como la norma NSR-10 es la norma más clara y específica los factores de seguridad que se debe cumplir para cada caso de evaluación de estabilidad de la estructura de contención.

Tabla 5: Factores de seguridad tomados de las normas para condiciones dinámicas.

FACTOR DE SEGURIDAD	NORMA
	NSR-10
DESLIZAMIENTO	1.1
VOLCAMIENTO	2.0
CAPACIDAD DE CARGA	1.5

En este caso el factor de seguridad según la norma NRS-10 el factor de seguridad por deslizamiento debe ser mayor al 1.10, dato que considera Jaime Suarez, en su libro “deslizamientos”, en el que el análisis de los

movimientos de los taludes requiere información sobre la resistencia del suelo.

Para el análisis de la estabilidad del talud se comparará mediante estos 3 métodos:

- Método de Bishop.
- Método de Janbú.
- Método de Spencer.

### 3. ANALISIS DEL TALUD EN ESTUDIO

#### 1. Ubicación

El proyecto a desarrollarse se encuentra ubicado en el tramo Parco - Utcuyacu- Recuay - Áncash. A una altitud de 3590 m.s.n.m. Sus coordenadas UTM son: 23° 33' 30.17 Este y 89° 14' 273.76" Norte. La zona del proyecto se encuentra ubicada a 30 minutos de la provincia de Recuay, dirigiéndose por la carretera Recuay – Lima.

#### 2. Características del talud

Tabla 6: Resumen de dimensiones del talud

DESCRIPCION	DIMENCIONES
Largo	20 m
Altura	7 m
Pendiente H: L	1/1.5
Area en studio	600 m <sup>2</sup>
Cota minima	3594.72
Cota maxima	3602.99

Fuente: Propia

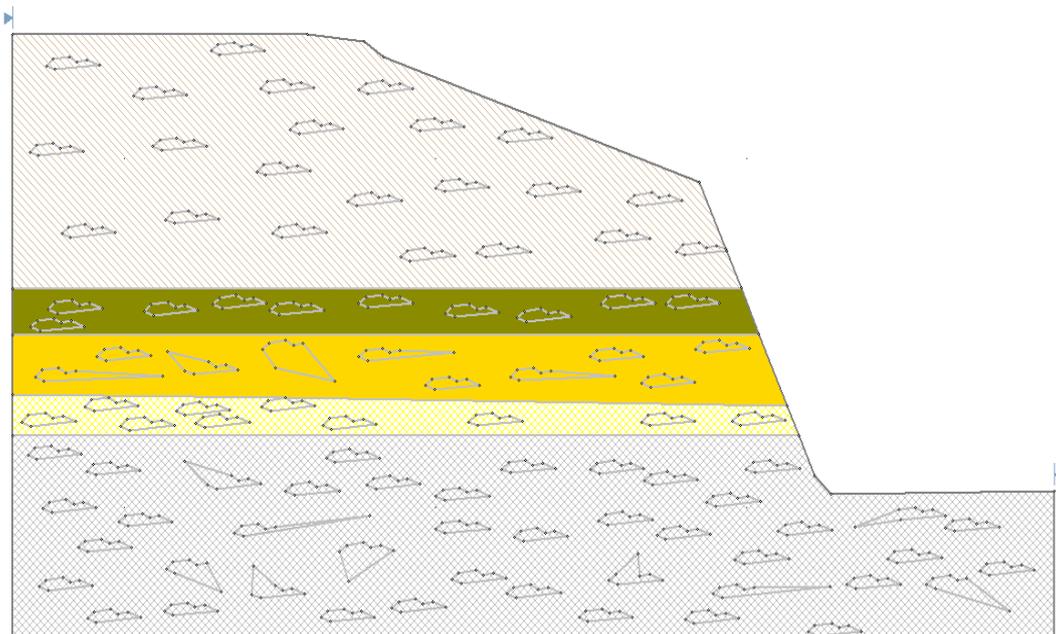
#### 3. Modelamiento en el programa SLIDE.

Ya que contamos con los datos topográficos del terreno a estudiar, las propiedades del suelo obtenidas por la mecánica de suelos de las muestras inalteradas se comenzarán a realizar el modelamiento del análisis del talud

##### 3.1. Modelamiento del análisis de estabilidad de talud en condiciones estáticas.

El proceso conceptual propone la obtención de relaciones con la cual podremos desarrollar con facilidad el cálculo iterativo, con la cual será de mayor facilidad obtener los parámetros de resistencia residual del suelo. Ingresados los datos que obtuvimos al realizar la inspección de los tipos de suelo, se trabajaron de acuerdo a los valores aproximados que presentan el talud en su condición normal (ángulo de fricción interna ( $\phi$ ), cohesión (kg/cm<sup>2</sup>), peso volumétrico (kg/m<sup>3</sup>)) en el programa SLIDE, realizamos en las secciones un cálculo probabilístico inicial propuesto por el ejecutor, este cálculo nos servirá para la obtención de las relaciones y posibles secciones críticas necesarias, para así poder realizar algunas comparaciones previas al análisis, con las comparaciones propuestas o analizadas podemos definir mejor los parámetros importante como los son el ángulo de fricción, la cohesión y sección crítica.

Fig. 3: modelamiento del talud en estudio



Fuente: programa SLIDE

Tabla 7: Propiedad de materiales

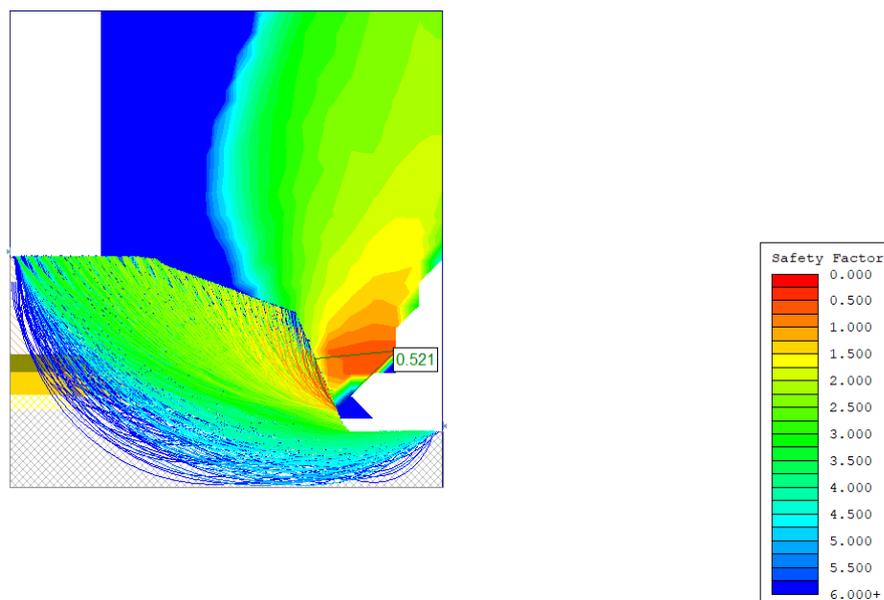
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )	Phi	Water Surface	Ru
ORGANICO (L)		14	Mohr-Coulomb	29.3	35	None	0
LIMOSO (M)		25	Mohr-Coulomb	0.19	29	None	0
ARCILLA (C)		23	Mohr-Coulomb	0.45	35	None	0
ARENA (S)		25	Mohr-Coulomb	0.19	35	None	0
GRAVA (G)		21	Mohr-Coulomb	59.8	35	None	0

Fuente: programa SLIDE

Descripción: Comenzamos con el análisis de la estabilidad de talud en el programa SLIDE; antes de iniciar se indica que métodos utilizaremos, para esto se indicó que se realizarían los métodos de Bishop simplificado, Jambu simplificado y Spencer para su posterior calculo. El fin de realizar el análisis de estabilidad de talud con tres métodos es certificar que el factor de seguridad indique un valor casi exacto y que se mantengan los tres en un rango ya sea mayor a 1.5 en ambos, o menor a 1.

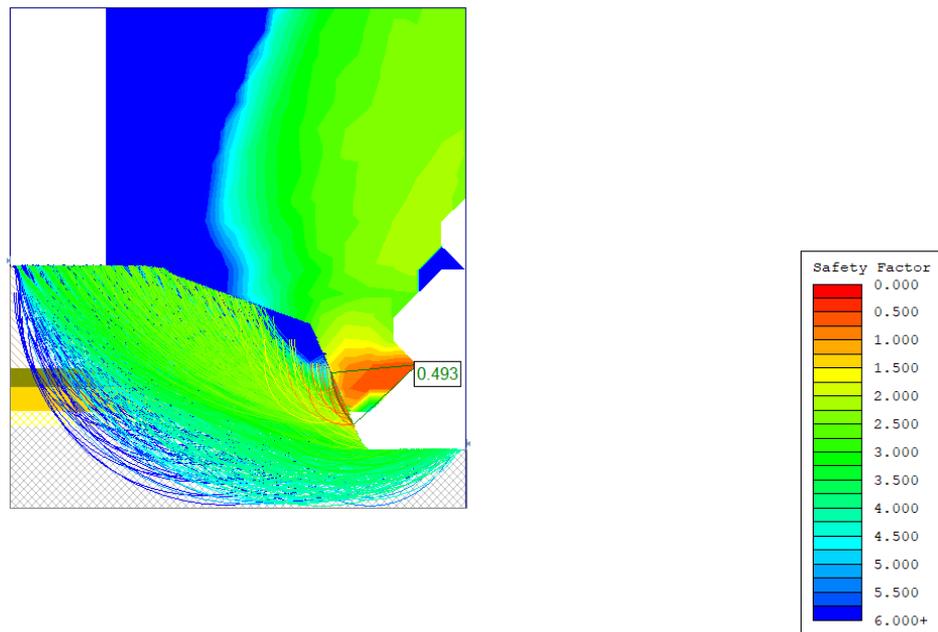
### 3.2. Cálculo del fator de seguridad sin fuerza sísmica, por los 3 métodos.

Fig. 4: Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el método de BISHOP SIMPLIFICADO.



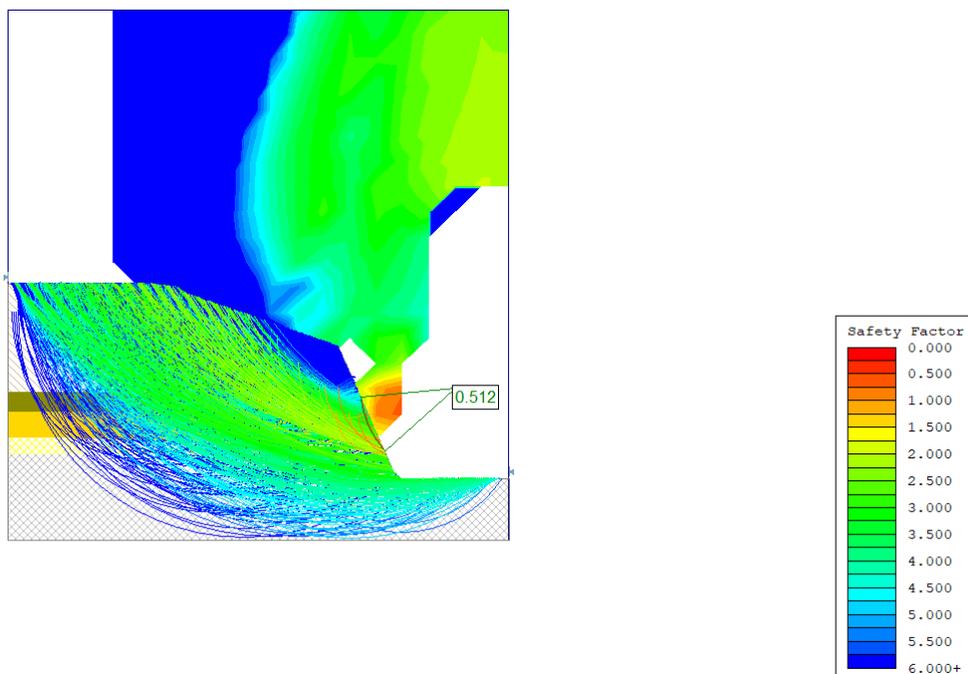
Fuente: programa SLIDE

Fig. 5: Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el método de JAMBU SIMPLIFICADO.



Fuente: programa SLIDE

Fig.6: Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el método de SPENCER.



Fuente: programa SLIDE

Tabla 8: Cuadro comparativo del factor de seguridad por los 3 métodos

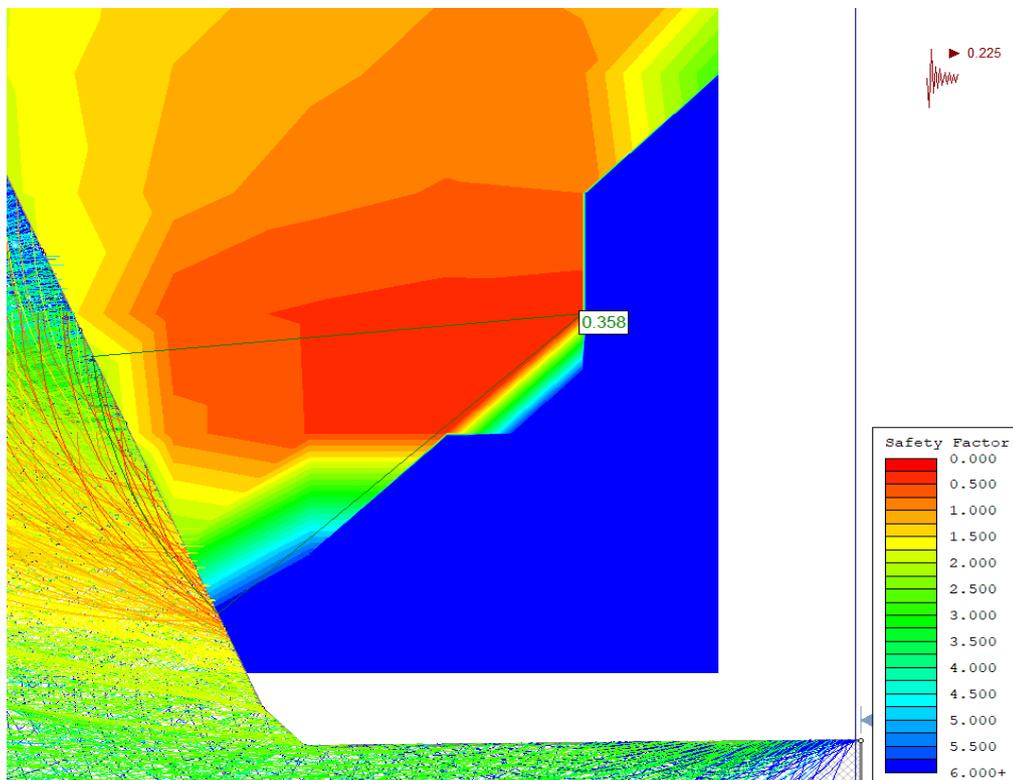
METODO	FACTOR DE SEGURIDAD EN CONDICIONES ESTATICAS
BISHOP SIMPLIFICADO	0.521 m
JAMBU SIMPLIFICADO	0.493 m
SPENCER	0.512

Fuente: Propia

Descripción: se observa que los 3 métodos de cálculo, arrojan datos relacionados al resultado final, el cual significa que el talud presenta un factor de seguridad menor al 1.5 que el reglamento AASHTO señala en deslizamientos. Por ende, requiere una construcción de muros de contención para evitar dicho deslizamiento

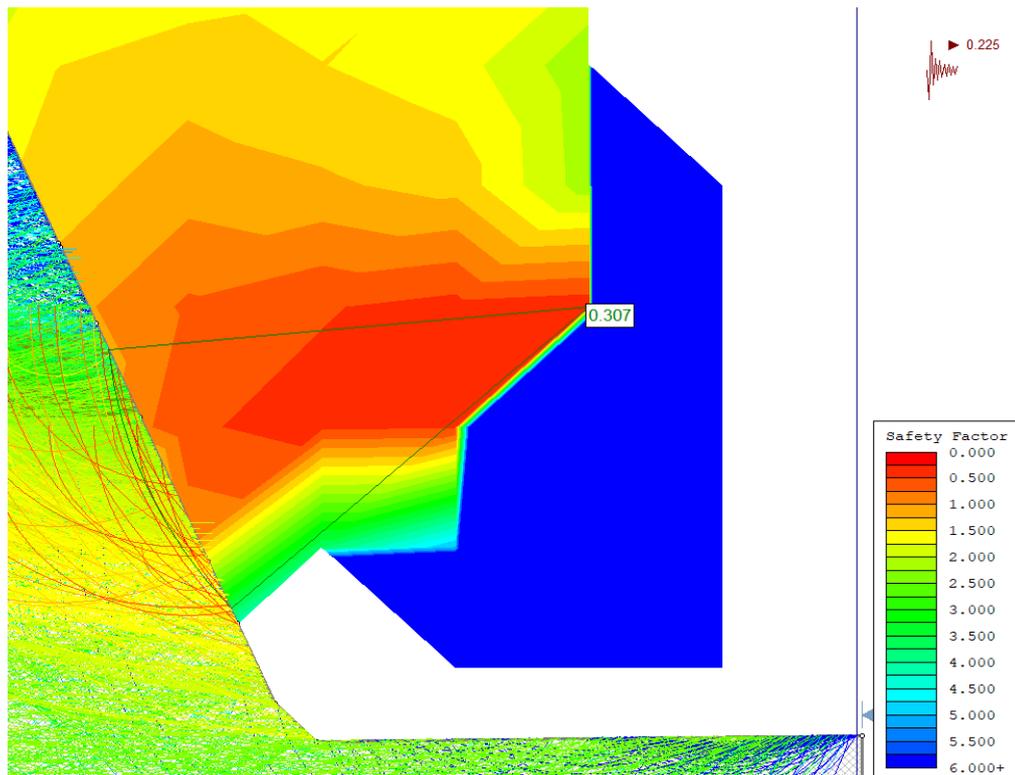
### 3.3. Cálculo del factor de seguridad con fuerza sísmica, por los 3 métodos.

Fig. 7: Fator de seguridad con fuerza sísmica M. BISHOP SIMPLIFICADO.



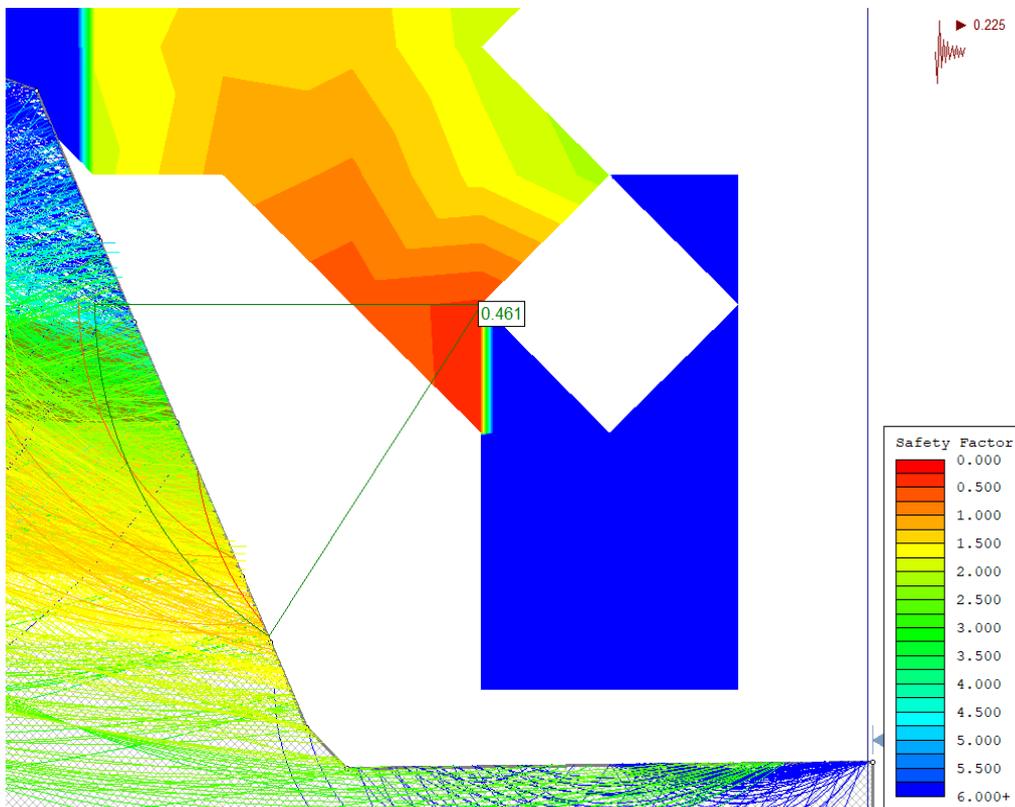
Fuente: programa SLIDE

Fig. 8: Factor de seguridad con fuerza sísmica M. JAMBU SIMPLIFICADO.



Fuente: programa SLIDE

Fig.9: Factor de seguridad con fuerza sísmica M. SPENCER.



Fuente: programa SLIDE

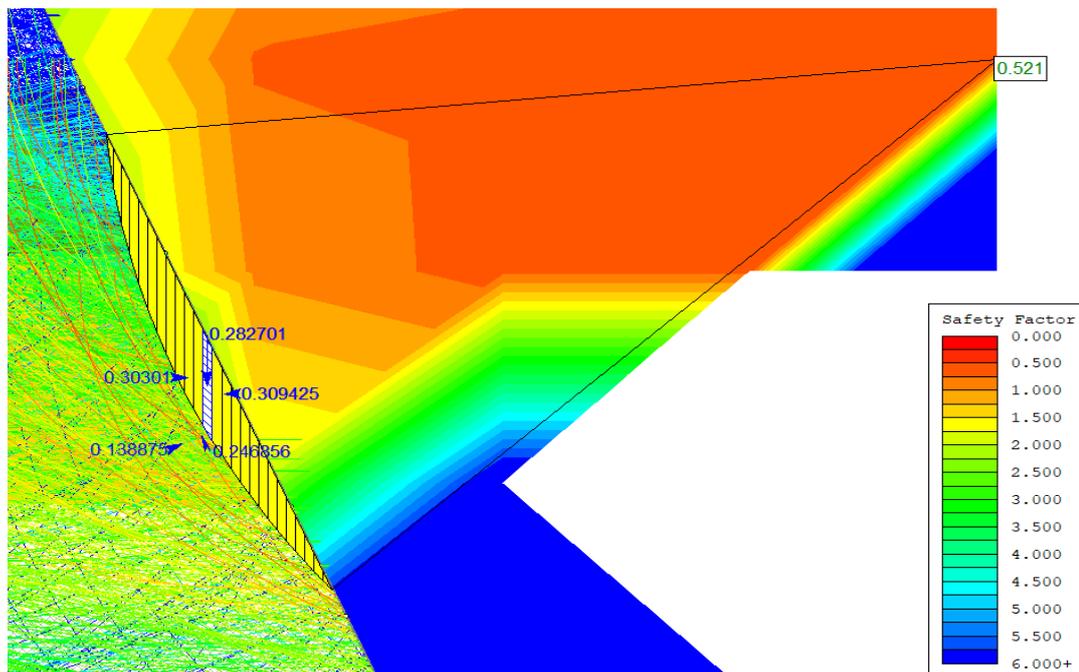
Tabla 9: Cuadro comparativo del factor de seguridad por los 3 métodos

METODO	FACTOR DE SEGURIDAD CON FUERZA SISMICA
BISHOP SIMPLIFICADO	0.358 m
JAMBU SIMPLIFICADO	0.307 m
SPENCER	0.461

Gráfico 10: Comparación entre los factores de seguridad con/sin fuerza sísmica

3.4. Cálculo de las fuerzas actuantes en el centro de las dovelas del talud (3 métodos).

Fig. 10: Fuerzas que actúan sobre el talud por el método de BISHOP SIMPLIFICADO.



Fuente: programa SLIDE

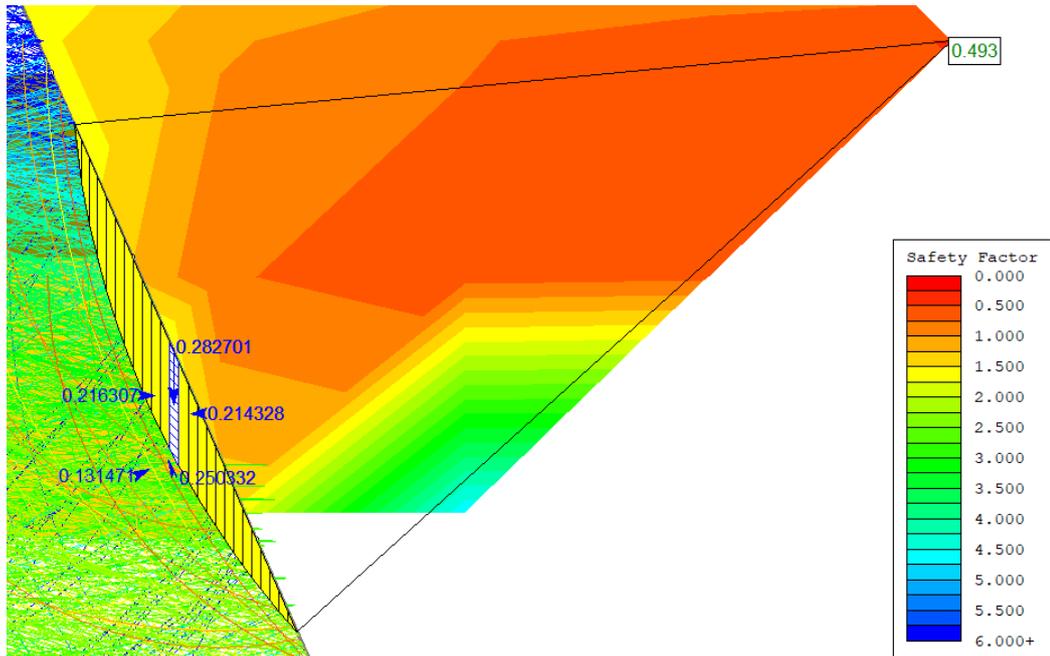
Tabla 10: Cuadro de resultados de las fuerzas que actúan en el talud por el método de BISHOP SIMPLIFICADO.

DATOS	RESULTADO
Número de rebanada	12

Número de fuerzas	5
Factor de seguridad	0.520601
Ángulo de fricción base	35°
Cohesión base	0,45 kPa
Peso de la rebanada	0,282701 kN
Resistencia a la fricción	1.39926 kPa
Fuerza cohesiva	0,45 kPa
Resistencia al corte	1.84926 kPa
Fuerza de corte base	0.246856 kN
Fuerza normal base	0,138875 kN
Presión de poro	0 kPa
Fuerza normal del lado izquierdo	0.30301 kN
Fuerza normal del lado derecho	0.309425 kN
Material base	3

Fuente: elaboración propia

Fig. 11: Fuerzas que actúan sobre el talud por el método de JAMBU SIMPLIFICADO.



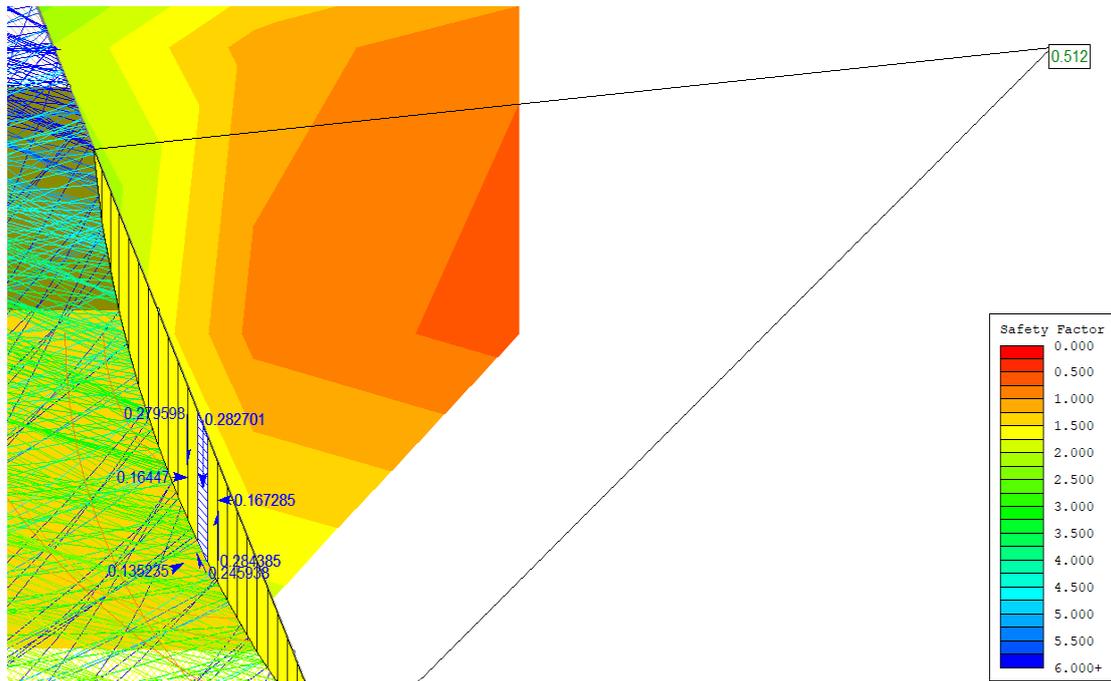
Fuente: programa SLIDE

Tabla 11: Cuadro de resultados de las fuerzas que actúan en el talud por el método de JAMBU SIMPLIFICADO.

DATOS	RESULTADO
Número de rebanada	12

Número de fuerzas	5
Factor de seguridad	0.492662
Ángulo de fricción base	35°
Cohesión base	0,45 kPa
Peso de la rebanada	0,282701 kN
Resistencia a la fricción	1.32466 kPa
Fuerza cohesiva	0,45 kPa
Resistencia al corte	1.77466 kPa
Fuerza de corte base	0.250332 kN
Fuerza normal base	0,131471 kN
Presión de poro	0 kPa
Fuerza normal del lado izquierdo	0.216307 kN
Fuerza normal del lado derecho	0.214328 kN
Material base	3

Fig.12: Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el método de SPENCER.



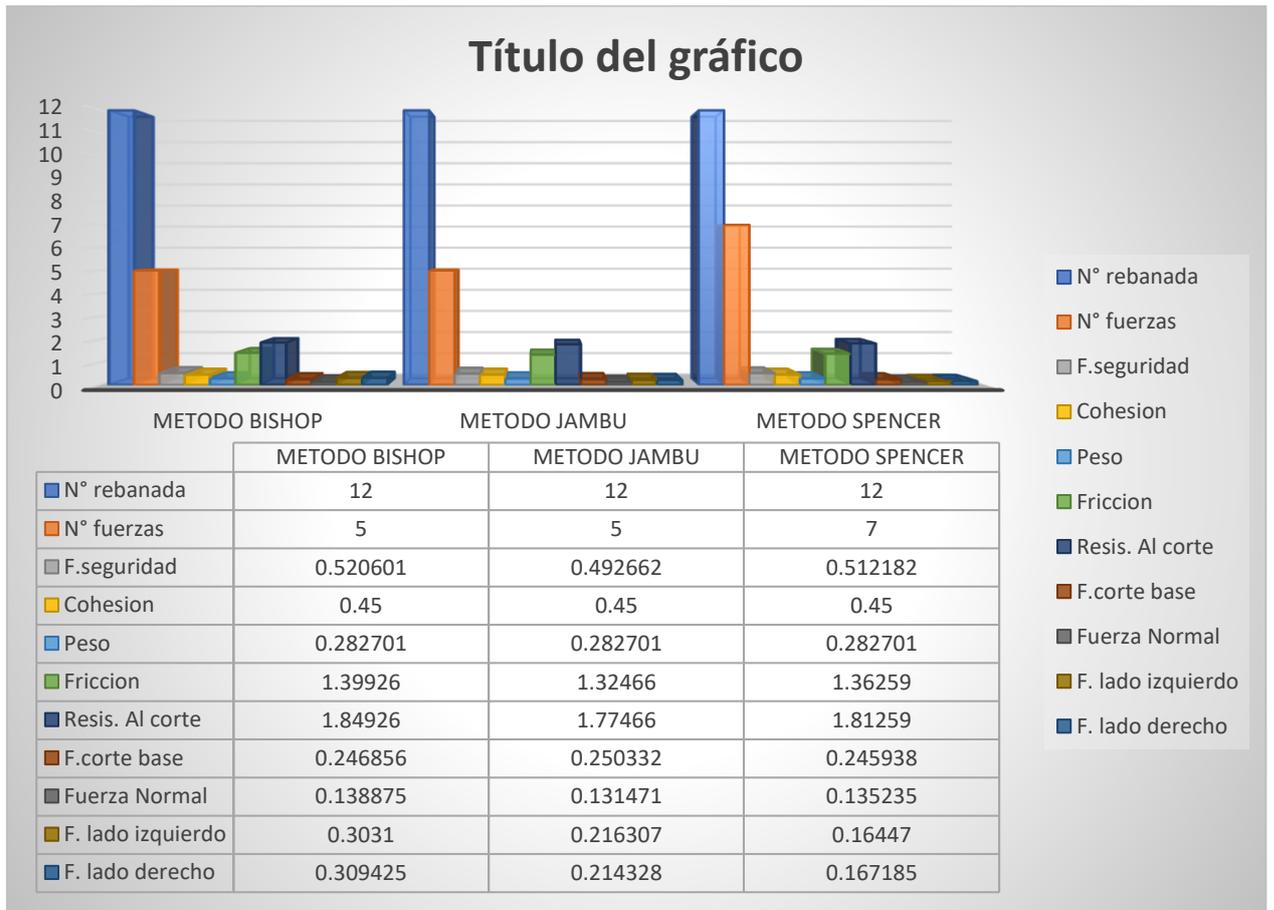
Fuente: programa SLIDE

Tabla 12: Cuadro de resultados de las fuerzas que actúan en el talud por el método de SPENCER.

DATOS	RESULTADO
Número de rebanada	12

Número de fuerzas	7
Factor de seguridad	0.512182
Ángulo de fricción base	35°
Cohesión base	0,45 kPa
Peso de la rebanada	0,282701 KN
Resistencia a la fricción	1.36259 kPa
Fuerza cohesiva	0,45 kPa
Resistencia al corte	1.81259 kPa
Fuerza de corte base	0.245938 kN
Fuerza normal base	0,135235 kN
Presión de poro	0 kPa
Fuerza normal del lado izquierdo	0.16447 kN
Fuerza normal del lado derecho	0.167285 kN
Material base	3

Gráfico.13: Resultados de las fuerzas actuantes en el talud

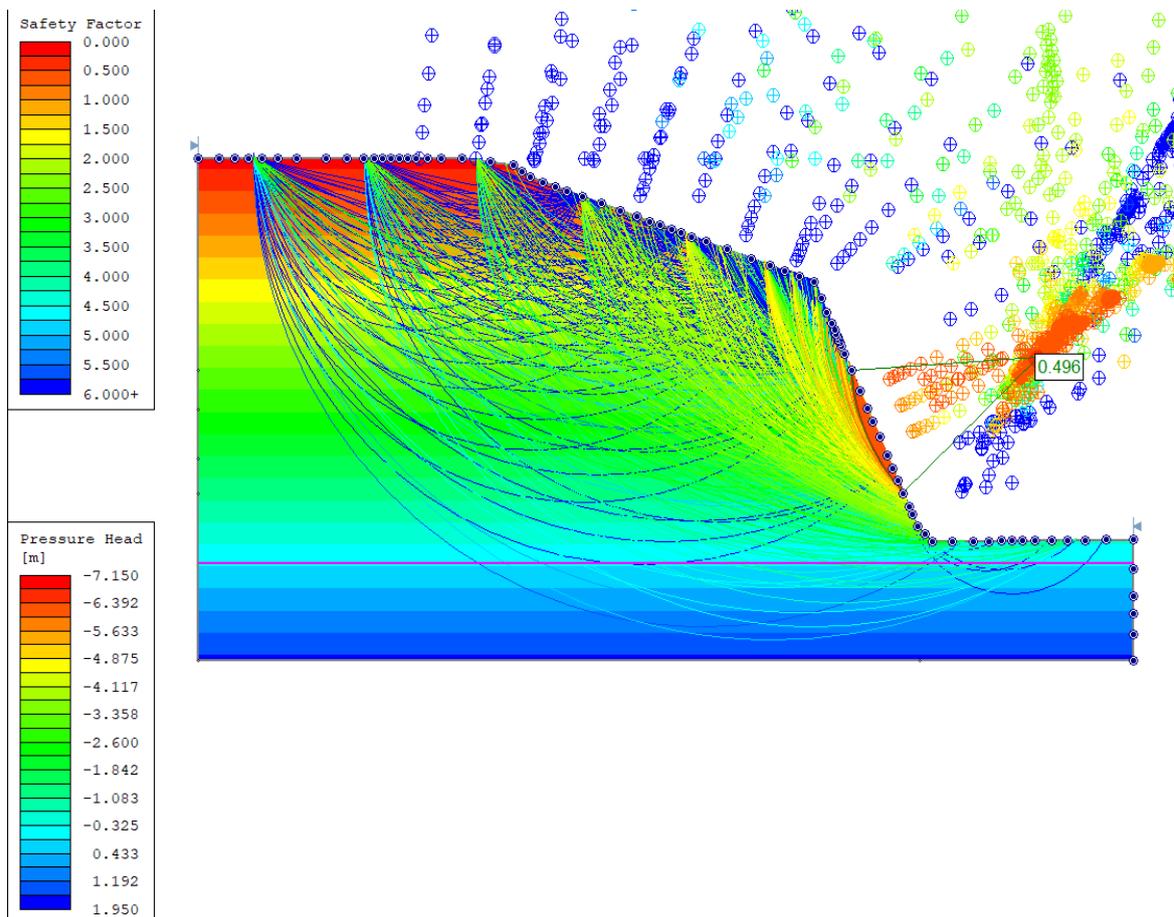


Descripción: se puede observar que los valores no difieren mucho en cuanto a los resultados finales, la diferencia es que los métodos BISHOP Y JAMBU trabajan con 5 tipos de fuerza y el método SPENCER con 7 tipos de fuerza.

### 3.5. Modelamiento del análisis de estabilidad de talud cuando se presenta lluvia.

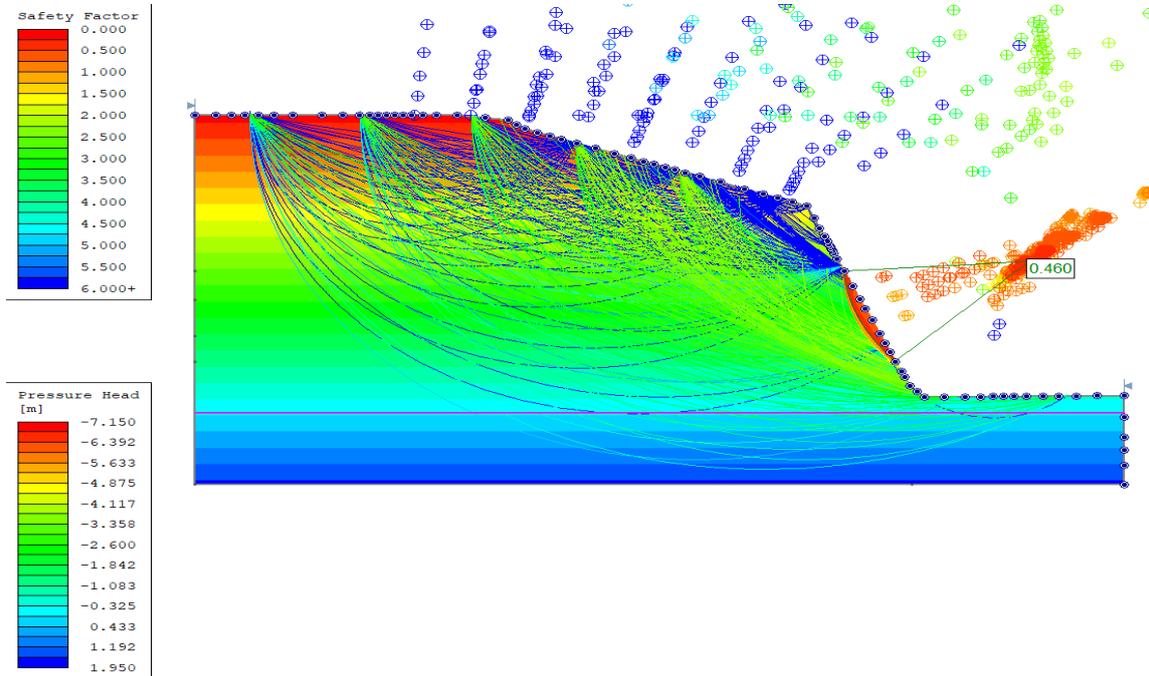
Para el análisis de estabilidad de talud frente a un fenómeno natural como la lluvia se tendrán en cuenta las presiones intersticiales del agua presentes en los diferentes estratos. Al igual que el programa SLIDE se calculará Coeficiente de Presión Intersticial ( $R_u$ ). Se analizó también por los tres métodos: Bishop, Jambu y Spencer.

Fig. 14: Factor de seguridad cuando existe presencia de agua por el método de BISHOP SIMPLIFICADO.



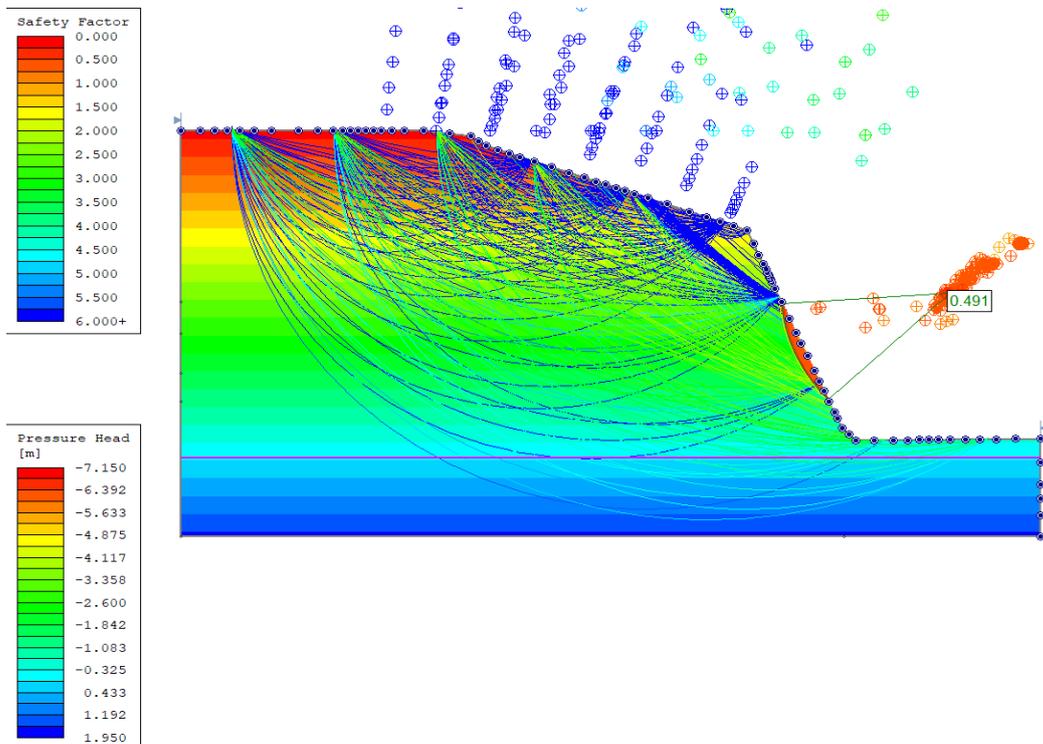
Fuente: programa SLIDE

Fig. 15: Factor de seguridad cuando existe presencia de agua por el método de JAMBU.



Fuente: programa SLIDE

Fig. 16: Factor de seguridad cuando existe presencia de agua por el método de SPENCER.



Fuente: programa SLIDE

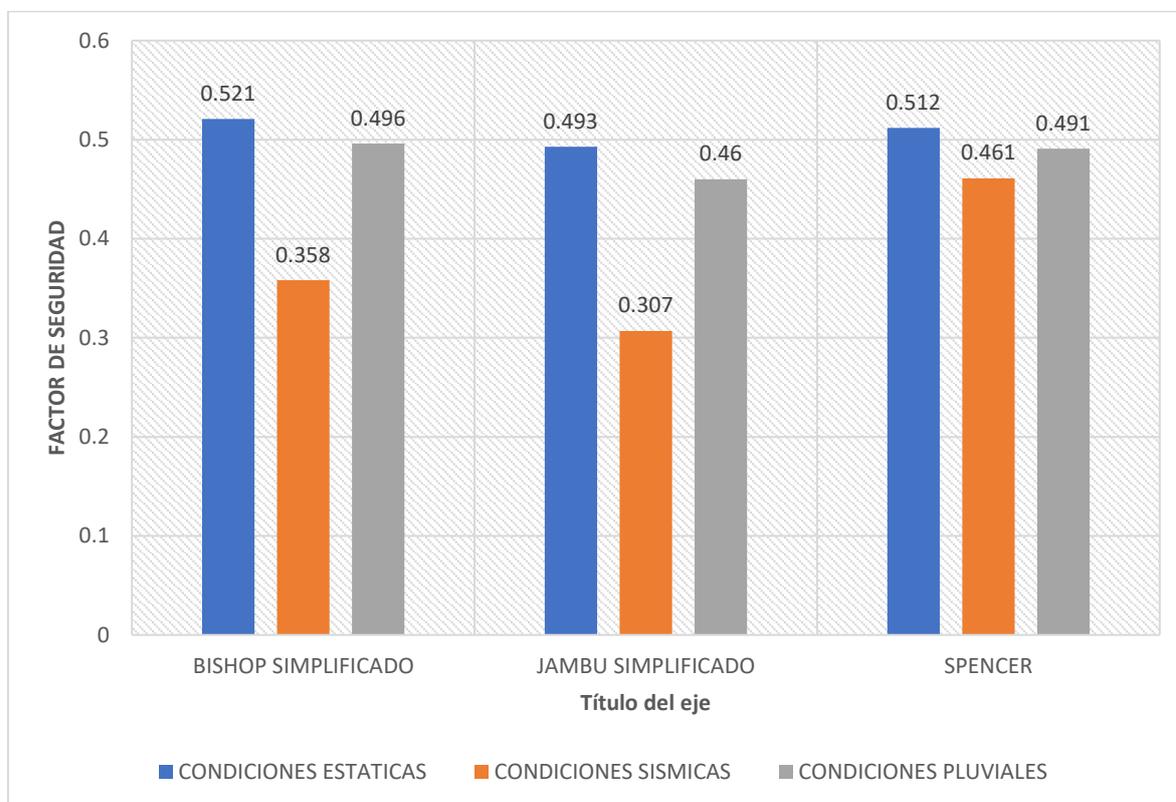
Tabla 13: Cuadro comparativo del factor de seguridad con presencia de agua por los 3 métodos

METODO	FACTOR DE SEGURIDAD
BISHOP SIMPLIFICADO	0.496 m
JAMBU SIMPLIFICADO	0.460 m
SPENCER	0.491

Descripción: se puede observar que los valores no difieren mucho en cuanto a los resultados finales, y que el factor de seguridad sigue siendo menor a 1.50, lo que indica que el talud es inestable.

En cuando a las presiones del agua que muestran las figuras de los 3 métodos, se indica que las presiones son mínimas y negativas, lo que significa que tiene una presión inferior a la atmosférica, conocida como la presión de vacío que se extiende mucho más aun habiendo presencia del agua en el talud.

Grafico. 17: resumen de los resultados del programa Slide Rocscience



Descripción: se puede observar que el factor de seguridad más próxima al 1.5, se da en condiciones estáticas, con un valor de 0.521 por el M. BISHOP; 0.493 por el M. JAMBU y 0.512 por el M. SPENCER, si en condiciones normales se encuentran estos valores mínimos, que de por sí evidencian la inestabilidad del talud en estudio, es/será mucho más desfavorable en condiciones sísmicas y en condiciones pluviales, en el que los datos más próximos al 1.5, en condiciones sísmicas es de 0.461 y en condiciones pluviales 0.496, resultados que evidencian la inestabilidad completa del talud.

3.6. Modelamiento del análisis de estabilidad de talud con la incorporación de un tipo de muro de contención.

### DIMENSIONAMIENTO DE MUROS DE CONTENCIÓN

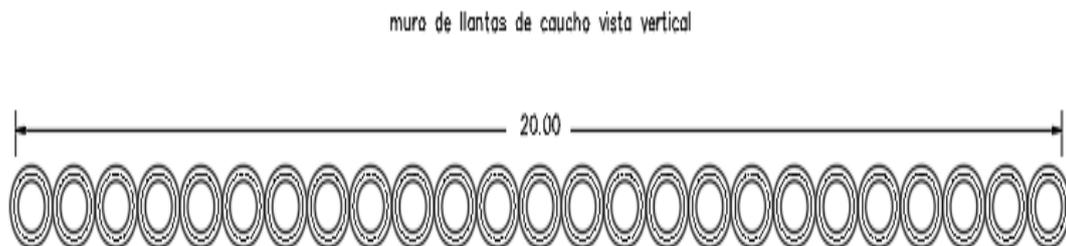
El dimensionamiento del muro que se va a construir será de:

Ancho: 0.81 - 1.10 aproximado

Longitud del tramo: 20 m

Altura: 3 m

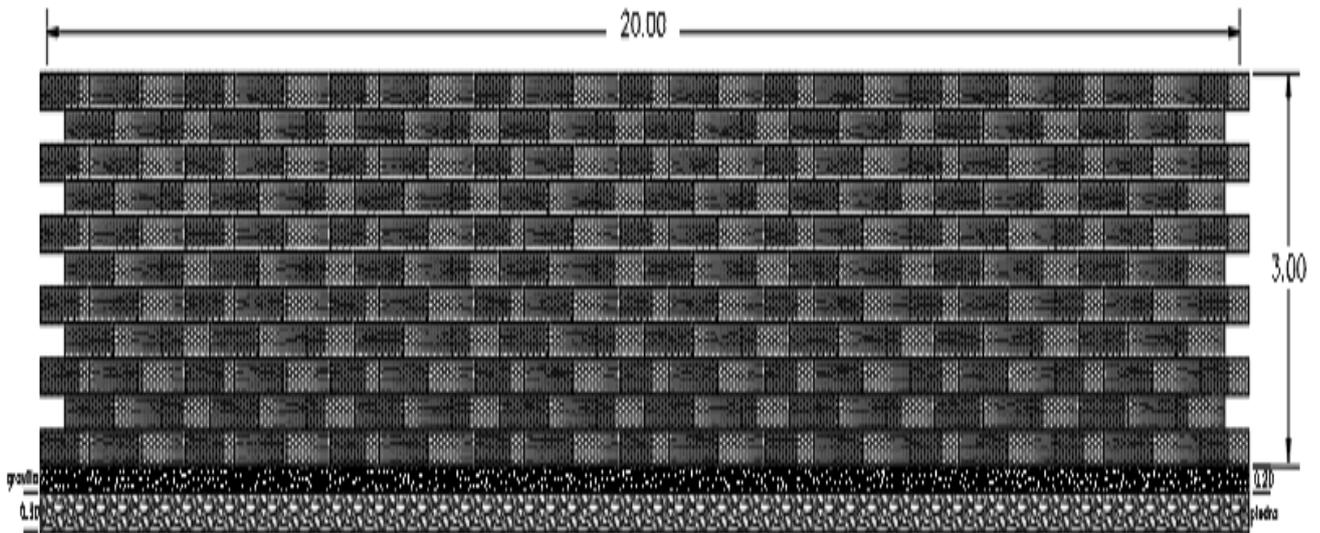
Fig.18: Vista en Planta del muro a construir



Fuente: Elaboración propia.

Fig.19: Vista Horizontal del muro a construir

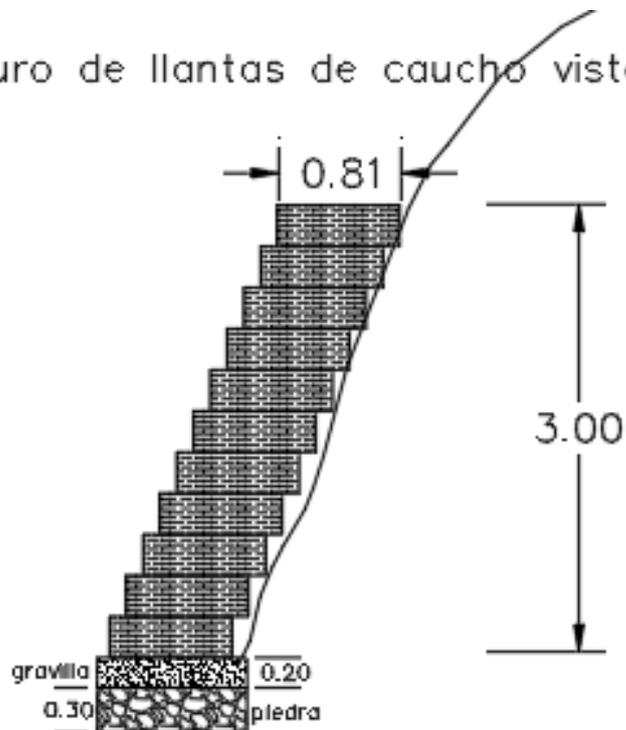
muro de llantas de caucho vista horizontal



Fuente: Elaboración propia.

Fig.20: Vista Frontal del muro a construir

muro de llantas de caucho vista frontal



Fuente: Elaboración propia.

#### IV. DISCUSIÓN

La discusión de los resultados se hizo posible con el análisis de estabilización de taludes empleando programa de SLIDE ROCSIENCE, lo que permitió determinar si los taludes fueron estables o inestables en condiciones estáticas, con presencia del factor sísmico y sobre todo con presencia de las aguas de lluvia.

En el proyecto realizado se obtuvo que el talud en condiciones estáticas presenta una estabilidad de 0.512, en condiciones sísmicas un valor de 0.461 y en condiciones pluviales o con presencia del agua un valor de 0.491 que arroja el método Spencer, siendo menores al factor de seguridad mínima que establece la norma AASHTO de 1.5, que evidencia la inestabilidad completa del talud, comparando con la tesis de (CARRION, 2017) en su tesis titulada “Análisis Y Diseño De La Estabilidad De Talud En El Sector Sausacocha – Pallar Km. 8+000 Al 9+000 Provincia De Sánchez Carrión, Departamento De La Libertad, 2017”. Obtuvo en el análisis del talud empleando el mismo programa y el mismo método un resultado de 1.060 en condiciones estáticas, lo que significa que sus resultados dependen de los tipos de suelo que presenta el talud, sin embargo, se relacionan porque en ambos casos no superan el factor de seguridad mínima de los 1.50.

A partir de los resultados encontrados, aceptamos la hipótesis que establece que el diseño de muros de contención utilizando neumáticos reciclados se realizara mediante un análisis por gravedad y consideraciones sísmicas cumpliendo las condiciones de seguridad a la estabilidad. Así mismo, entre las recopilaciones de las técnicas de construcción de muros con neumáticos desechados de la metodología propuesta por (PEÑA, 2018) en su investigación titulada “*Muros De Contención Mediante La Utilización De Neumáticos Desechados Para Alturas Menores*”. Dando como resultados que los muros de contención de mayor costo son el de hormigón armado y la versión armada al corte la de menor costo, con la diferencia de 25% más barato, por otro lado los muros de contención contruidos con neumáticos desechados son una buena alternativa para la construcción de estructuras de contención en comparación con otros sistemas y esta técnica ha sido utilizada en diferentes partes del mundo, comparando con el proyecto realizado se puede afianzar el estudio de que si, es muy factible

realizar un muro de contención a base de llantas recicladas que resuelva un problema ambiental a corto plazo y que ayude a salir de apuros

En este proyecto se consideró y diseñó un muro de contención por gravedad, ya que para funcionar dependen de su propio peso, para alturas menores a 5 m sin refuerzos y sobre todo de bajo costo y fácil de construir, prestos para manos no calificadas. Se uso llantas de los autobuses con una descripción de 325/95R24 (12.00R24) que significa que el índice de carga por llanta es de 164 kg, los cuales evidencia el gran soporte que tienen los neumáticos, esto guardan relación con **(TORRES, 2016)** en su investigación titulada. “*Estabilización de taludes con neumáticos usados Colombia – Bogotá*” estudio realizado en la Universidad Santo Tomás Torres, quien siguiendo un análisis por gravedad determinó que los neumáticos usados permiten la estabilización de taludes, ya que logró obtener un factor de seguridad superior a los requerimientos mínimos de estabilidad.

## V CONCLUSIONES

- Con respecto al primer objetivo específico, se concluye que el talud en estudio tramo Parco – Utcuyacu, presenta 5 estratos (orgánico, limoso, arcilloso, arenosos y gravoso)
- Así mismo de acuerdo con la tabla de las coordenadas del levantamiento topográfico, se puede observar las coordenadas correspondientes del talud en estudio tiene una cota de mínima 3594.72 y máxima de 3602.99, los cuales serán base fundamental para comenzar con el modelamiento del talud Determinar las características del relieve en estudio.
- En cuanto a los factores de seguridad, se calcularon en 3 condiciones y por 3 métodos, mostrando resultados de la siguiente manera: Primero, En condiciones estáticas el factor de seguridad por el método Bishop Simplificado es de 0.521 m ; por Jambu Simplificado, 0.493 m y por el método Spencer 0.512 m, segundo, en condiciones con factores sísmicas el factor de seguridad por el método Bishop Simplificado es de 0.358 m; por Jambu Simplificado, 0.307 m y por el método Spencer 0.461 m, y tercero, en condiciones con presencia de agua; el factor de seguridad por el método Bishop Simplificado es de 0.496 m; por Jambu Simplificado, 0.460 m y por el método Spencer 0.491 m, datos que no cumplen con el factor mínimo de seguridad del talud, correspondiente al 1.5 según la norma AASHTO.
- Como ya es conocido, los muros de contención son aquellos que brindan un soporte estructural para evitar que las fuerzas horizontales, generados por los empujes de la tierra se deslicen hacia la parte inferior, es necesario la construcción de este, y como ya se verificó que el talud en estudio tanto en condiciones estáticas, como incluyendo los factores sísmicos y el agua, evidencian valores por debajo de los 1.5 correspondiente a un factor de seguridad estable
- Finalmente podemos concluir asegurando, que el muro de contención a base de llantas recicladas; sí, asegura el soporte de los deslizamientos causados por la presencia del agua de las lluvias, al mismo siendo factible el reciclaje de las llantas en Huaraz- Ancash- 2021.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar un buen estudio de suelo
- Revisar trabajos relacionados al tema
- Buscar las sugerencias de profesionales
- Para tener la facilidad de colocación de las llantas, es recomendable utilizar amarres de polipropileno o tornillos, debido a que solo requieren de apertura de huecos en los neumáticos.
- Para obtener un buen muro se tiene que seguir las guías constructivas, teniendo en cuenta que los materiales utilizados (piedra chancada, gravilla, tierra de material propio) tienen que tener un buen compactado entre fila y fila de cada llantas.

## REFERENCIAS

**ALBAREZ, P. 2018.** *Ética e Investigación.* Cali : Universidad de Santiago de Cali, 2018.

**ARANDA, C., FORERO, L., GAMBOA, R. y SIMANCAS, C. 2017.** *Rentabilidad Económica y Social para la Mitigación del Riesgo de Deslizamientos en el km (1+500) Sector Las Salinas que comunica las veredas Pinzaima, Teresa, el Cerro y Tarjada con el Casco Urbano del Municipio de Nimaima, Cundinamarca.* Bogota : s.n., 2017.

**BAENA, Guillermina. 2017.** *Metodología de la Investigación.* 3ra.ed. s.l. : PATRIA, 2017. 978-607-744-748-1.

**BALLON, Andres y ECHENIQUE, Jose. 2017.** *Análisis de estabilización de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú.* Lima : s.n., 2017.

**BARON, Juan y SÁNCHEZ, luigi. 2014.** *Estabilización de Taludes por Medio de Muros de Llantas en el Barrio la Capilla –Soacha Cundinamarca.* Colombia : s.n., 2014.

**BEHAR, Daniel. 2008.** *Metodología de la investigación.* s.l. : Shalom 2008, 2008.

**CANCHARI, Christian. 2018.** *Diseño de muros de contención utilizando neumáticos reciclados en laderas de cerro del AA.HH. Ciudad de los Constructores, Distrito de San Juan de Lurigancho, Lima 2018".* lima : s.n., 2018. Lima : s.n., 2018.

**CARRION, Carlos. 2017.** *Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha-Pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sanchez Carrion, departamento de La Libertad, 2017.* La Libertad : s.n., 2017. La Libertad : s.n., 2017.

**CUETO, Josue. 2018.** *Propuesta Técnica para Estabilizar Talud con Neumáticos Reciclados, Trocha Carrozable Hualituna-Curva Gervasio-Región Junín.* Junín : s.n., 2018.

**DAHIGAMUWA, y GUNARATNE, M. 2017.** *Stochastic Investigation of the Feasibility of Using Remotely Sensed Moisture Data for Rainfall Induced Landslide Hazard Assessment. In Advancing the Culture of Living with*

*Landslides; Springer the Culture of living with Landslides, Springer. Zuisa : s.n., 2017.*

**FIRESTONE. 2021.** Tamaño de neumático para 20 pulgadas. <https://www.firestonetire.com/es/size/20-inch>. [En línea] © 2021 BRIDGESTONE AMERICAS TIRE OPERATIONS, LLC, 2021. [Citado el: 14 de junio de 2021.]

**GERSOCOVICH, Denise. 2015.** *Estabilidad de Taludes*. s.l. : Lemoine Editores, 2015. 9789585903500.

**GONZALES, Carlos et al. 2018.** *Topografía Conceptos y Aplicaciones* . Colombia : ECOE Ediciones, 2018. 9789587715074.

**GRAU. 2004.** *Metodología de la investigación. Universidad de Ibagué . Corunversitaria*. Colombia : s.n., 2004.

**GUERRA, David et al. 2019.** *Diseño de Taludes, muros y estructura de Pavimentos Urbanización Municipio de Frenonia*. Colombia : s.n., 2019.

**HERNANDEZ, Sampieri., FERNANDEZ, C. Y BAPTISTA, P. 2014.** *Metodología de la investigación*. sexta. México : Mcgraw-hill, 2014.

**IPE. 2019.** Prevención de Riesgos. *Diario de Chimbote*. 2019.

**MARTINEZ, M. 2006.** *Validez y Confiabilidad en la Metodología*. Venezuela : s.n., 2006.

**MEJIA, E. 2008.** *Investigación Científica en Educación*. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2008.

**Ministerio de Ambiente, Desarrollo sostenible. 2017.** Obtenido de Resolución N° 1326. 2017.

**ÑAUPAS, Humberto, et. al. 2014.** *Metodología de la Investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogotá : s.n., 2014. 978-958-762-188-4.

**ORDOÑEZ, Juan. 2019.** *Movimiento en masa por lluvias intensas en el Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú- SENAMHI*. Perú : Dirección de Hidrología, 2019. pág. 103.

**OTZEN, T y MANTEROLA, C. 2017.** *Sampling Techniques on a Population Study*. CHILE : s.n., 2017. 35(1):227-232.

**PEÑA, Claudio. 2018.** *Muros de contencion mediante la utilizacion de neumaticos.* Chile : s.n., 2018.

**SÁNCHEZ, Hugo., REYES, Carlos y MEJIA. Katia. 2018.** *Manual de Terminos en Investigacion Cientifica, Tecnologica y Humanistica.* Lima : s.n., 2018.

**SUPO, José. 2015.** *Cómo empezar una tesis.* Primera. Arequipa : BIOESTADISTICO EIRL., 2015.

**TEXEITRA, A.,AGUSTINE, M., OLIVEIRA, J., CARMO, M. Y RODRIGUEZ, F. 2016.** *Slope Processes, Mass Movements and Soil Erosion: A Review.* *Pedosphere.* 2016.

**TOLEDO, Neftali. 2017.** *Poblacion y Muestra.* Cuba : s.n., 2017.

**TORRES, Paula. 2016.** *Estabilizacion de taludes con neumaticos usados.* Colombia : s.n., 2016.

**YOKOHAMA. 2019.** *Catalogo de neumaticos auto y camioneta.* Perú : s.n., 2019.

### Anexo 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores		Escala
<b>Variable Independiente:</b> Muros de Llantas de caucho	(MAMANI, 2020) menciona que Los muros de llantas reciclados se pueden utilizar para diversos fines en obras de ingeniería, principalmente en la contención y protección de taludes tanto en las márgenes de caminos como en ríos, control y recuperación de áreas erosionados, barreras de protección vial, entre otros. La utilización de llantas recicladas se usa incluso en el ornamento de áreas verdes	En el marco de nuestra propuesta es disponer de una buena carretera para ello tenemos que tener la certeza de que funcione la estabilidad de los taludes con muros de llantas de caucho	Llantas de caucho	Diseño de Muro con llantas de caucho	Muro a gravedad	Nominal
					Teorías de rankine y coulumb	
					Especificaciones de las llantas	
					Revision de la estabilidad de los muros	
					Tipos de suelo	
<b>Variable dependiente:</b> Estabilidad de talud	“Talud es cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal”, pues tiene una estructura bastante compleja y su estudio está relacionado con los problemas de mecánica de suelos, tomando en cuenta el papel geológico, porque existen 2 tipos de taludes, una que se produce de forma natural (ladera) y otra de forma artificial(cortes), (CARRIÓN,2019).	Para la evaluación y análisis de la estabilidad de taludes se necesitan hacer estudios del levantamiento topográfico.	Mejoramiento de taludes con muros de llantas de caucho	Levantamiento topográfico  Programa SLIDE V6 Rocscience	Perfil longitudinal	Intervalo (m)
					Sección transversal	Intervalo (m)
					Pendientes	Intervalo (m)
					Factor de seguridad	Intervalo (m)
					Coeficiente sísmico	Intervalo (m)
					Tipos de suelo	Intervalo (m)

Tabla 14: Matriz de operacionalización de variables

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Tipo de investigación	Nivel de investigación	Diseño de investigación
“Estabilización de Taludes Empleando Muros con Llantas Recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo Parco – Utcuyacu, Recuay - Ancash - 2021”	¿Sera factible realizar La Estabilización de Taludes Empleando Muros con Llantas Recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo Parco – Utcuyacu, Recuay - Ancash - 2021?	<b>Objetivo General</b>	será factible la estabilización de taludes empleando muros con llantas recicladas, como soporte a las acciones climatológicas, tramo Parco- Utcuyacu, Recuay- Ancash- 2021	<b>Variable Independiente:</b>	Aplicada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptiva</li> <li>• Explicativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> <li>• Cuasi-experimental</li> </ul>
		<b>Objetivos Específicos</b>		<b>Variable Dependiente:</b>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>d) Determinar el tipo de suelo que presenta el talud</li> <li>e) Determinar las características del relieve en estudio</li> <li>f) Calcular el factor de seguridad y el coeficiente sísmico del talud en estudio</li> <li>g) Comparar el diseño de un talud con la incorporación de llantas recicladas con respecto a un talud normal</li> </ul>		Estabilización de Taludes			

Tabla 15: Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 5: GUÍAS DE OBSERVACIÓN

Tabla 16: Guía de observación del Levantamiento topográfico

FACULTAD	Ingeniería civil			
TUTOR	Ing. Percy Marín Cubas			
AUTORES	Antauro Espiritu Hairo y Cruz Alva Yomira			
FECHA	25/09/2021			
<b>COORDENADAS DE PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN EL SISTEMA UTMWGS-84</b>				
OBSERVACION	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	233338.19	8914276.82	3597.424	CARR
2	233332.009	8914275.97	3597.55	CARR
3	3,233,334.15	8914296.16	3596.78	CARR
4	233328.887	8914295.28	3596.87	CARR
5	233329.374	8914315.84	3596.34	CARR
6	233324.358	8914314.77	3596.32	CARR
7	233322.774	8914335.04	3596.004	CARR
8	233318.058	8914333.12	3595.95	CARR
9	233315.247	8914353.12	3595.57	CARR
10	233310.361	8914350.7	3595.5	CARR
11	233306.182	8914373.86	3595.07	CARR
12	233301.033	8914372.22	3595.024	CARR
13	233309.204	8914366.94	3595.2367	CARR
14	233312.225	8914360.03	3595.4033	CARR
15	233304.143	8914365.05	3595.1827	TN
16	233307.252	8914357.87	3595.3413	TN
17	233312.927	8914344.84	3595.65	CARR
18	233315.492	8914338.98	3595.8	CARR
19	233317.756	8914347.09	3595.7147	CARR
20	233320.265	8914341.07	3595.8593	CARR
21	233320.158	8914327.01	3596.0733	CARR
22	233322.981	8914319.25	3596.1967	CARR
23	233324.974	8914328.64	3596.116	CARR
24	233327.898	8914320.61	3596.228	CARR
25	233326.622	8914305.03	3596.595	CARR
26	233331.764	8914306	3596.56	CARR
27	233330.448	8914285.62	3597.21	CARR
28	233336.172	8914286.49	3597.102	CARR
29	233300.755	8914372.12	3594.824	CN
30	233310.069	8914350.58	3595.24	CN
31	233303.859	8914364.94	3594.9627	CN
32	233306.964	8914357.76	3595.1013	CN
33	233319.938	8914326.92	3596.0733	CN
34	233317.632	8914332.95	3595.865	CN
35	233315.204	8914338.85	3595.6567	CN
36	233312.642	8914344.74	3595.4483	CN
37	233309.635	8914350.41	3595.24	CN
38	233306.682	8914357.37	3595.1013	CN

39	233302.856	8914365.18	3594.863	CN
40	233300.59	8914371.27	3594.724	CN
41	233301.759	8914364.76	3596.45	TN
42	233297.929	8914365.35	3597.278	TN
43	233297.732	8914369.96	3596.978	TN
44	233308.131	8914348.95	3598.54	TN
45	233313.447	8914338.04	3599.45	TN
46	233318.157	8914326	3600.89	TN
47	233319.911	8914313.68	3600.86	TN
48	233312.615	8914324.72	3602.689	TN
49	233308.408	8914335.17	3601.79	TN
50	233301.871	8914346.01	3600.89	TN
51	233296.434	8914354.94	3600.89	TN
52	233303.623	8914357.41	3597.495N	TN
53	233306.371	8914324.24	3602.989	TN
54	233302.163	8914334.69	3602.989	TN
55	233295.626	8914345.53	3601.389	TN
56	233316.263	8914319.2	3601.7745	TN
57	233311.81	8914313.48	3601.86	TN
58	233312.447	8914358.72	3595.4282	BM-1
59	233322.159	8914336.35	3595.9712	BM-2
60	233299.684	8914353.93	3599.8615	TN
61	233307.007	8914344.17	3598.8098	TN
62	233302.561	8914339.64	3601.9779	TN
63	233312.24	8914329.87	3600.9987	TN
64	233314.158	8914319.94	3602.0998	TN
65	233315.711	8914316.8	3601.6452	TN
66	233318.571	8914309.69	3599.4852	TN
67	233310.763	8914341.27	3598.7386	TN
68	233313.922	8914333.67	3599.2463	TN
69	233315.483	8914330.78	3598.6265	TN
70	233319.167	8914322.01	3599.6458	TN
71	233319.299	8914318.61	3599.4891	TN
72	233322.861	8914309.98	3597.5881	TN

  
**GUSTAVO JEREMIAS**  
**RIQUE PEREZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 138318

Tabla 17: Guía de observación del terreno o Talud

2. Guía de Observación del Talud				
FACULTAD	Ingeniería Civil	Departamento	Arequche	
TUTOR	Percy Martín Cobos	Provincia	Puno	
AUTORES	Antonio Espinoza Cruz Alva Yemba	Distrito	Catac	
FECHA	06/10/2021	Localidad	Parco	
TERRENO				
ASPECTOS	SI	NO		
A.- La carretera cuenta con las cunetas respectivas	X			
B.- El talud en estudio corresponde a un terreno agrícola		X		
C.- el terreno tiene propietarios		X		
D.- existen sembríos alrededor del talud en estudio	X			
E.- el tramo Parco Utcuyacu ya tiene antecedentes de haber usado llantas de caucho para la construcción de muros		X		
F.- existe algún riesgo de hacer posible la excavación del terreno que perjudique la condición ambiental o humana?		X		
TIPO DE SUELO DEL TALUD (ESTRATOS)	CARACTERÍSTICAS			
	Altura	Textura	color	Observaciones
G.-Organico	20 cm	finá	marroñ claro	ninguno
H.-Limoso	30 cm	finá	marroñ claro	ninguno
I.-Arcilloso	25 cm	finá	amarillento	ninguno
J.-Arenoso	50 cm	gruesa	amarillento	ninguno
k.-Gravoso	80 cm	gruesa	blanco humo	ninguno

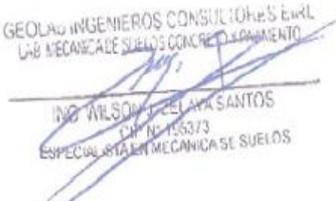
GEOLOGIA INGENIEROS CONSULTORES EURL  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSON MELARA SANTOS  
 CIP N° 156373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Tabla 18: Guía de observación para el muro de contención

3. Guía de Observación para el Diseño del Muro		
ASPECTOS	DATOS	
Tipo de Muro :	Por gravedad	
A.- Kilometraje	1+000 Km	
B.- Altura del corte para el cimiento	0.50 m	
C.- Cota de inicio del muro	3594.92	
D.- Altura de corte del terreno	3597.92	
E.- Cantidad de llantas de caucho	300	
F.- Longitud del muro	20 metros	
G.- Ancho del muro	1 metro	
H.- Altura del muro	3 metros	
I.- Cantidad de llantas de caucho por hilera (alternados)	1°, 3°, 5°...	20
	2°, 4°, 6°...	21
J.- Diametro de llanta	1 metro	
K.- Compactación del terreno	por hilera y pisa	
L.- Diametro de llanta	1 metro	
M.- Alambre galvanizado N°8	20 kg	
N.- N° de estacas para el alambre galvanizado	4	

## Anexo 6: **ÁREA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

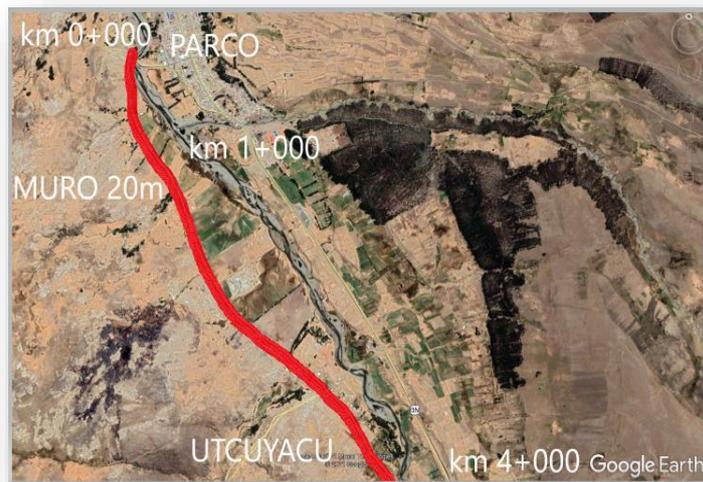


Fig.21: Imagen satelital del tramo Parco - Utcuyacu

Fuente: Google Earth

## Anexo 7: **Panel fotográfico**



Fig.22: Llantas desechadas en barrio de Santa Rosa – Huaraz



Fig.23: Llantas desechadas en barrio de Cascapampa – Huaraz



Fig.24: Llantas desechadas en barrio de Cascapampa – Huaraz



Fig.25: Llantas desechadas en barrio de Cascapampa – Huaraz



Fig.26: Llantas desechadas en la carretera Caraz – Huaraz



Fig.27: reconocimiento del lugar de trabajo



Fig.28: reconocimiento del lugar de trabajo

## Procedimientos de construcción del muro

El trabajo de investigación se ejecutó de la siguiente manera:



Fig.29. Excavación del terreno definido por la topografía y determinación de la cota con la ayuda del nivel del ingeniero



Fig.30. Esta excavación se dio en promedio de 50cm.



Fig.31. Después de este se procedió a la compactación del terreno para su posterior colocación de piedras a 30 cm y 20 cm de grava.



Fig.32. Seguidamente se realizó la compactación de la gravilla para la colocación respectiva de las llantas que irán sobrepuestas e inclinadas, corriendo 10 cm hacia el interior del talud por nivel de neumáticos y colocadas de manera ascendente.



Fig.33. Los neumáticos fueron amarrados y anclados con los alambres galvanizados para su mayor resistencia al empuje, se colocaron en la hilera N°2 y N°6.



Fig.34. Se colocó tubos de 1" para el drenaje del agua a lo largo de los 20 metros.



Fig.35. El uso de suelo como relleno se incrementó agregando piedras debidamente acomodado para su posterior compactado.



Fig.36. Todos los neumáticos fueron amarrados entre si con alambre galvanizado de 16 kg debidamente trenzado y ajustado.



Fig.37. Seguidamente se procedió a la compactación de relleno por hilera correctamente verificadas y niveladas.



Fig.38. Evidencias de la construcción del muro a base de llantas recicladas



Fig.39. Evidencias de la construcción del muro con la instalación de tubería