

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Estabilización de taludes con muros de llantas recicladas

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Civil

Por:

Frady Wilson Mamani Quenallata

Asesor:

Ing. Gerardo William Pari Quispe

Juliaca, diciembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

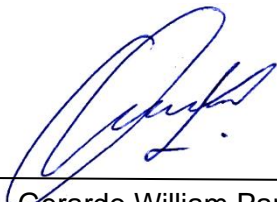
Ing. Gerardo William Pari Quispe, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: “ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON MUROS DE LLANTAS RECICLADAS” constituye la memoria que presenta el estudiante Frady Wilson Mamani Quenallata para aspirar al Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 27 días del mes de diciembre del año 2020.



Ing. Gerardo William Pari Quispe



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 17 día(s) del mes de diciembre del año 2020 siendo las 19:00 horas,

se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Juliaca, bajo la dirección del (de la)

presidente(a): Ing. Juana Beatriz Aguirre Pari el (la)

secretario(a): Ing. Herson Duberly Pari Busi y los demás miembros:

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticana

y el (la) asesor(a) Ing. Gerardo William Pari Quispe

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de

investigación titulado: "Estabilización de taludes con muros de lantitas

recicladas"

de los (las) egresados (as): a) Frady Wilson Mamani Ouenallata

b)

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en

Ingeniería Civil

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Frady Wilson Mamani Ouenallata

Candidato/a (b):

Candidato/a (a):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy bueno

Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Asesor/a

Miembro

Candidato/a (a)

Secretario/a

Miembro

Candidato/a (b)

Estabilización de taludes con muros de llantas recicladas

Slope stabilization with recycled tire walls

Mamani Quenallata Frady Wilson ^{a*}

^aEP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

La presente investigación tiene el objetivo de proponer la viabilidad de estabilización de taludes con muros de llantas recicladas, para ello se investigó los problemas que mitiga este muro y los beneficios de la utilización de las llantas recicladas en el ámbito social y ambiental, los muros de llantas dan soluciones a los problemas de inestabilidad de suelos en zonas de riesgos con movimiento, además se desarrolló los aspectos constructivos básicos y el comportamiento mecánico del muro, relacionados con la deformabilidad comparando dos tipos de secciones, el reciclaje de llantas en grandes cantidades es un proceso que necesita esfuerzo técnico y económico, por lo que es imprescindible diversificar las formas de su recuperación. La integración de las llantas en el sector de la construcción es una de las opciones válidas para esta mejora. La investigación realizada llega a la conclusión de que el empleo de llantas recicladas constituye una alternativa que aúna la eficacia mecánica, la facilidad de ejecución y el bajo coste, en comparación con las técnicas convencionales de estabilización de taludes.

Palabras clave: Estabilización de talud, llantas recicladas.

Abstract

The present research has the objective of proposing the viability of slope stabilization with walls of recycled tires, for this, the problems that this wall mitigates and the benefits of the use of recycled tires in the social and environmental sphere were investigated tires provide solutions to the problems of soil instability in areas of risk with movement, in addition, the basic construction aspects and the mechanical behavior of the wall were developed, related to deformability, comparing two types of sections, the recycling of tires in large quantities is a process that requires technical and economic effort, so it is essential to diversify the forms of its recovery. The integration of tires in the construction sector is one of the valid options for this improvement. The research carried out concludes that the use of recycled tires is an alternative that combines mechanical efficiency, ease of execution and low cost, compared to conventional slope stabilization techniques.

Keywords: Slope stabilization, recycled tires.

1. Introducción

La inestabilidad de taludes y desprendimiento de grandes masas de tierra en taludes con superficies muy inclinados en los márgenes de las viviendas y caminos generan problemas en la población, Estos fenómenos provocan pérdidas económicas y daños en las viviendas afectadas, en los caminos de igual forma causan retrasos en los usuarios al quedar bloqueado el camino. En investigaciones realizadas indican que para analizar esta problemática es necesario estudiar sus causas y también las consecuencias, además como solución inmediata es hacer ver que ante los problemas ocurridos ante los deslizamientos se puede proponer detalladamente todo un proceso constructivo para estabilizar dichos taludes y métodos que consideran en el estudio la resistencia al cizallamiento del suelo, la geometría de la pendiente y el terreno (Mulia & Prasetyorini, 2013).

Barros, Sarabia, Valdés, Serrano y Gaytan (2019) afirman que los componentes estructurales de un muro de llantas recicladas son capaces de resistir las fuerzas de corte y momento generadas por las presiones del suelo y otras cargas. Además, verificaron que la estabilidad del muro de llanta se comporta de manera segura frente a un posible volcamiento o desplazamiento lateral. En otro estudio indica que para resistir la tierra, empuje lateral y su estabilidad contra volcar y deslizar depende del peso de la estructura. Además si los neumáticos están llenos de tierra colocada lado a lado, en capas sucesivas y atados juntos para hacer una estera o una cadena cumplen con los factores de seguridad ante volcamiento y deslizamiento (Medeiros, Garga, Gerscovich, Sayao, & Andrade, 2015). Otra investigación destaca que, debido a las propiedades de los desechos de llantas recicladas, este trabaja con una alta relación de amortiguación y baja rigidez, son muy efectivos para reducir la presión dinámica de la tierra. La

* Frady Wilson Mamani Quenallata.
E-mail: wilson.mq@upeu.edu.pe

adición de llantas recicladas no solo reduce las presiones y fuerzas dinámicas en los muros de contención, sino que también conduce a un uso eficaz de materiales de desecho que, de lo contrario, conducirán a un problema ambiental grave (Mittal & Gill, 2016).

Esta investigación está enmarcada en una propuesta para el uso de muros de llantas recicladas para estabilizar taludes en lugares con deslizamientos de grandes masas de suelo y obras de ingeniería que tengan problemas de inestabilidad de talud. Estas estructuras proporcionan una gran reducción en el volumen de movimiento de tierras. Estos muros son similares en funcionalidad a los convencionales pero la diferencia está en lo económico, ya que las soluciones tradicionales en hormigón armado y paredes de gravedad convencionales son a menudo muy costosas (Baroni, Pivote, & Barbosa, 2012).

La finalidad de proponer la viabilidad de estabilización de taludes con muros de llantas recicladas tiene varios beneficios, desde mitigar problemas de inestabilidad de talud hasta la ayuda en la conservación del medio ambiente, veremos que la construcción de estos muros son necesarios para una respuesta inmediata ante fenómenos naturales que alteran la estabilidad de un talud, una de las ventajas más importantes de estos muros son el bajo costo en construcción y la simplicidad en el proceso constructivo.

2. Desarrollo o Revisión

2.1. Muro de llantas recicladas

Los muros de llantas son usados para proteger caminos y terrenos que tienen amenazas de derrumbes siendo útil en la estabilización de taludes y laderas inestables a través de la retención del suelo, en la figura 1 se muestran muros de llanta cumpliendo la función de estabilizar un talud. Por su forma geométrica circular de la llanta permite construir bastantes diseños según la forma y tamaño del área a proteger. Los muros tienen larga duración y resistencia a la acción de agentes naturales como el agua y el suelo mismo, su construcción es sencilla y de fácil adaptación a las comunidades (Barón & Sánchez, 2014).



Figura 1. Muros de llantas reciclados cumpliendo la función de estabilizar taludes.

Por otra parte, la utilización de muros rígidos es una de las maneras más fáciles de manejar cortes y terraplenes. Asimismo, los muros rígidos trabajan como una masa relativamente concentrada que sirve de elemento contenedor a la masa con riesgo de deslizamiento, El uso de muros de contención rígidos para estabilizar taludes es una práctica común alrededor del mundo, sin embargo, su éxito ha sido limitado por la dificultad que existe en el análisis de cada caso en particular y por las diferencias que existen entre las fuerzas reales que actúan sobre el muro (Pivalica, 2017). Al respecto se afirma que, la aplicación de fuerzas sobre la corona del talud causan un aumento sutil en las fuerzas actuantes en la masa de suelo, lo cual puede llevar a la falla del talud si estas cargas no son controladas o tomadas en cuenta durante la evaluación de la estabilidad del talud (Orozco, 2009).

2.2. Partes del muro

2.2.1. Base

Se encuentra la cimentación, en la cual la profundidad y el tipo de cimentación se determinan según el tipo de suelo que contendrá el peso del muro.

2.2.2. Cuerpo del Muro

El cuerpo del muro se divide básicamente en dos: el primero es el pared interior, en este se ubica el talud previamente preparado y trabajado, en la parte inferior se encuentra el drenaje compuesto por un filtro francés para la evacuación de aguas pluviales y una pared de llantas interiores en la cual su altura será calculada por las dimensiones del muro (altura), y segundo

son las paredes exteriores, este está compuesta por las columnas y filas de llantas las cuales retienen el talud tratado previamente(Antúnez, 2016).

2.2.3. Cierre

Está compuesto por el nivel último o hasta donde termina la altura del muro. Esto dependerá del diseño y de la función del espacio que el muro salva en la parte de arriba, en ocasiones podría utilizarse las llantas como parapeto.

2.3. Consideraciones del suelo

Todas las estructuras de una obra, específicamente los cimientos están en contacto con el suelo, por lo que es conveniente conocer las características del mismo, sobre todo, su resistencia; porque de allí se determina el tipo de cimentación a construir. Por lo que se recomienda considerar algunas variables para evaluar las amenazas en el reconocimiento del terreno. Las variables son: tipos de suelo, textura del suelo y pendientes del terreno.

2.4. Llantas recicladas

A las llantas nuevas y recicladas podemos dividirla en dos categorías: las llantas radiales y las de lona. Llanos, Luján y Ponce(2016) explican que el 80% del mercado a nivel de Sudamérica usan llantas radiales, esto se debe a que tales llantas son más resistentes, el dato anterior lo confirman las empresas reencachadoras. Los tamaños de las llantas varían de acuerdo a las necesidades del parque automotor, las que existen en mayor cantidad son los de Station Wagon, Camionetas, Automóviles, Ómnibus, Camiones, Buses y los remolques o semirremolques. Por otra parte cabe mencionar que durante el año 2016, en el Perú se generó aproximadamente 1,750,000 llantas en desuso, esta cantidad representa unos 45,000 toneladas de llantas que aumentan la contaminación ambiental(Instituto Nacional de Estadística e Informática[INEI], 2017).

2.4.1. Características de las llantas

Los muros de contención por gravedad están hechos para resistir el empuje lateral, además su estabilidad contra volcar y deslizarse depende del peso de la estructura. Si los neumáticos están llenos de tierra colocados lado a lado, en capas sucesivas y atados juntos para hacer una estera o una cadena, el resultado del material se puede utilizar como gravedad de bajo costo, a este se le denominará muro de contención de llantas recicladas.

La recolección de las llantas de desecho se puede hacer en cualquier medio de transporte que tenga para almacenar llantas, se hace un recorrido por los negocios productores de llantas más cercanos al proyecto y se recolectan las llantas, Se deben utilizar llantas de desecho en buen estado, no se podrán utilizar llantas reventadas ni donde la estructura interna de llanta este expuesta, es decir que se vea el alambre o el tejido de Nylon, cabe resaltar que las llantas de diferentes categorías no influyen en su función como muro estabilizador(Rodríguez, 2016).

2.5. Colocación de las filas de llantas

Las dimensiones de la llanta pueden variar, pero se recomienda usar un mismo diámetro por cuestiones de rigidez en la estructura y estética en el muro como muestra la figura 2. Las paredes internas ayudan a la base del muro a ser más firme y a la vez retener la parte inferior de las paredes de exteriores, por otra parte, el amarre entre llantas juega un rol fundamental, es recomendable el tipo de amarre “marinero” cuya función es ajustar el acomodo de las llantas para que sean aún más rígidos y uniformes(Castro, 2009).



Figura 2. Colocación y compactación de las llantas.

2.6. Relleno interno

En investigaciones de años anteriores el relleno de las llantas para los muros se hace con tierra, suelo cemento e inclusive con piedras, todos los materiales mencionados influirán en la fuerza del muro que va contrarrestar a la fuerza de empuje, por lo tanto, también estos materiales influirán en la altura del muro.

2.6.1. El relleno interno con tierra

Es de fácil implementación, solamente requiere de la utilización de fuerza y la compactación se recomienda hacerla con un compactador o pisón manual.

2.6.2. El relleno interno con suelo-cemento

En función de la altura que se maneje, es la combinación de tierra y cemento, que se usa como relleno de refuerzo para las llantas. A continuación, se detalla una metodología simple para la preparación del suelo cemento.

Mezcla: Se mezclan el cemento y la tierra empleando palas y fuerza humana, ésta mezcla se realiza de forma similar a como se mezcla el cemento con arena para tarrajeo, el resultado debe mostrar que el cemento no sea notorio, mientras se combina se añade agua sobre la mezcla, al añadir agua se supervisa la cantidad adecuada. Si se añade agua en poca cantidad, el cemento no tiende a adherirse, en cambio si se agrega bastante agua es muy trabajoso compactar la mezcla. Por las razones anteriores es muy importante el suministro adecuado del agua.

Manejo adecuado del agua: Se supervisa que el agua esté distribuida adecuadamente. La forma de supervisar consiste en agarrar con las manos una pequeña cantidad de suelo-cemento y apretar firmemente. Si la figura de los dedos deja una marca notable y se escurre agua, significa que la mezcla tiene demasiada agua. Sin embargo, si se presiona con la mano la mezcla de suelo-cemento y se desmorona, entonces significa que la mezcla posee poca cantidad de agua. Si se realiza la misma prueba y la muestra de la mezcla no se desmorona y tampoco escurre agua, entonces significa que se tiene una cantidad de agua adecuada y puede ser empleada en el relleno.

2.7. Análisis de secciones de la llanta

2.7.1. Llantas cortadas vs Llantas enteras.

Los efectos de la configuración de los neumáticos se analizaron según los datos de las secciones A y B. Estas secciones son similares cuanto a geometría y al amarre, pero son distintas cuanto a la configuración de las llantas. La Figura 3 presenta una comparación entre los desplazamientos horizontales medidos en las dos secciones. Se puede verificar que los desplazamientos horizontales medidos en la sección A fueron 30% superiores a los medidos en la sección B (Sieira, Sayao, Medeiros, & Gerscovich, 2001).

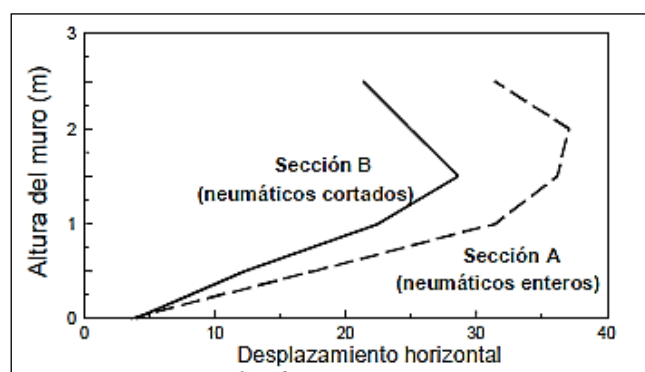


Figura 3. Desplazamiento horizontal en secciones A y B.

Observando la figura 3, se puede constatar que la eliminación de una de las caras laterales facilita la compactación del suelo que rellena los neumáticos del muro. Así, se logra tener un material más rígido, inclusive más homogéneo y menos deformable (desplazamiento horizontal) que el material suelo con neumáticos enteros. La utilización de neumáticos cortados determina la necesidad de un equipo específico para eliminar una de las caras laterales. Entretanto, a pesar del costo adicional de adquisición del equipo, la eliminación de una de las caras laterales acelera el proceso constructivo por facilitar el relleno de los neumáticos.

2.8. Mantenimiento de los muros

Cada año al finalizar la temporada de lluvia, es importante revisar los puntos expuestos abajo y de ser necesario darles el mantenimiento requerido, tres de las importantes actividades son el revisar que las llantas no se hayan dislocado de posición, revisar que los cimientos no hayan recibido daños ocasionados por el agua, revisar que el relleno de atrás de las llantas no tenga nada irregular (Sánchez, 2018). En consecuencia, si se hace el mantenimiento adecuado, los muros hechos de llantas usadas

pueden durar más de 100 años, ya que la goma de la llanta reciclada es un material denso, duradero y elástico que no sufre descomposición natural fácilmente y por lo tanto, tienen una vida muy larga (Hossain & Jayawickrama, 2000).

2.9. Aplicación de la investigación

Los muros de llantas recicladas 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 erosionadas, barreras de protección vial, entre otros. La utilización de llantas recicladas se usa incluso en el ornamento de áreas verdes. Si bien es cierto que estos muros no son muy utilizados en el Perú, y en Puno específicamente en el norte de la región de zona selvática es casi imperceptible, serían de gran ayuda aplicar esta investigación en lugares donde hay riesgo de inestabilidad de talud en los márgenes de los caminos o carreteras como en las que se aprecia en la figura 4. y en las proximidades de las viviendas construidas sobre pendientes que tienden a ceder por contar con suelos inestables.



Figura 4. Protección de un camino mediante muros de llantas recicladas.

2.10. Impactos ambientales negativos por mala disposición de las llantas

Realizar un mal uso de las llantas desechadas causa consecuencias negativas para el medio ambiente, dos de las principales prácticas nocivas para el medio ambiente son el mal almacenamiento y la quema a cielo abierto. La eliminación de llantas de desecho ha sido un problema ambiental crítico en muchas ciudades urbanas debido al enorme aumento en el número de vehículos. El número de llantas de desecho puede aumentar aún más debido al rápido crecimiento económico en algunos países en desarrollo como China e India, donde la demanda de vehículos ha aumentado significativamente. Se estima que cada año se retiran 13,70 millones de toneladas de llantas usadas, 4,7 millones de toneladas de Estados Unidos, 3,6 millones de toneladas de la Unión Europea (UE) y 5,9 millones de toneladas del resto del mundo (Mittal & Gill, 2016).

Cuando se realiza quema a cielo abierto de las llantas, este libera sustancias como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, y compuestos orgánicos volátiles. Si un ser humano es expuesto a estos contaminantes su salud se puede ver afectada, pues estos pueden causar enfermedades como irritación de piel y ojos, depresión del sistema nervioso central, enfermedades respiratorias y algunos tipos de cáncer. Por otro lado, si el material es almacenado de forma indebida los impactos negativos que se pueden generar son la posibilidad de proliferación de enfermedades, riesgo de incendio y deterioro del paisaje (Torres, 2016).

3. Conclusiones

El Sistema de muros de llantas es viable para estabilizar taludes que son propensos a deslizamientos en la época de lluvia, estos muros serían de gran ayuda en los sectores rurales donde la ayuda tarda mucho en llegar, además el empleo de neumáticos constituye una alternativa que aúna la eficacia de trabajar como un muro de gravedad (resistente ante fallas de deslizamiento y volteo), la facilidad de ejecución y el bajo coste, en comparación con las técnicas convencionales de estabilización de taludes. La aplicación en cuanto a la construcción de estos muros en nuestro país y el norte de la región ayudarían a mitigar enormemente problemas de inestabilidad de talud.

Sobre la base de las ideas expuestas, pensar en la inclusión y elaboración de manuales en las municipalidades sobre la reutilización de llantas usadas, ya sea en muros u otros usos como ornamento sería de gran aporte a la sociedad, se aprecia que en varios países del mundo la inclusión de manuales de este tipo ayuda en gran manera a la población de bajos recursos económicos que no se puedan dar el lujo de construir estructuras costosas, dentro de este marco nuestro país también sería beneficiado al implementar un manual de reutilización de llantas con proceso constructivo detallado.

En el aspecto ambiental mejora bastante en el cuidado del medio ambiente, ya que reduce la contaminación que generan las empresas recicladoras de llantas, además la población tendría a reciclar más a menudo las llantas para su posterior uso.

Referencias

- Antúnez, B. (2016). *Manual de Construcción y Mantenimiento de Muro De Llantas* (Vol. 1). Retrieved from https://www.ndf.fi/sites/ndf.fi/files/attach/01_manual_de_muro_llantas.pdf
- Barón, J. R., & Sánchez, L. (2014). *Viabilidad De Muros De Llantas Para La Estabilización De Taludes En El Barrio La Capilla-Soacha Cundinamarca Universidad Católica De Colombia Facultad De Ingeniería Programa De Ingeniería Civil Alternativa Trabajo De Grado Bogotá 2014*. Universidad Católica, Colombia.
- Barros, P., Sarabia, G., Valdés, F., Serrano, P., & Gaytan, I. (2019). Retaining Wall based on mechanically stabilized tire stack. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(3), 252–267. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732019000300252>
- Castro, A. C. (2009). Geosintéticos E Pneus: Alternativas De Estabilização De Taludes. *Engevista*, 11(1), 50–59. <https://doi.org/10.22409/engevista.v11i1.227>
- Hossain, S., & Jayawickrama, P. W. (2000). Use of whole tires in earth retaining structures. *Center for Multidisciplinary Research in Transportation Texas Tech University*, 1, 0–60.
- Instituto Nacional de Estadística e Informatica. (2017). Cantidad promedio diaria de residuos sólidos recolectada según departamento. Retrieved from <https://www1.inei.gob.pe/buscador/?tbusqueda=residuos+sólidos>
- Llanos, J., Luján, S., & Ponce, M. (2016). *Viabilidad de la creación de una empresa recicladora y trituradora de llantas en desuso para su comercialización en el mercado peruano*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Medeiros, L. V., Garga, V. K., Gerscovich, D. M., Sayao, A. S., & Andrade, M. (2015). Analysis of the Instrumentation of a Scrap Tire Reinforced Retaining Wall. *Panamerican Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, 1, 19–25.
- Mittal, R. K., & Gill, G. (2016). Recent developments in utilizing waste tires to reduce seismic earth pressures and liquefaction potential. *Int. J. Adv. Struct. Geotech. Eng.*, 5(July), 107–114. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/308886306_Recent_developments_in_utilizing_waste_tires_to_reduce_seismic_earth_pressures_and_liquefaction_potential
- Mulia, A. Y., & Prasetyorini, L. A. (2013). Slope Stabilization based on Land use Methods in Ambang Sub River Basin. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.034>
- Orozco, A. M. (2009). *Confiabilidad en estabilidad de taludes*. Universidad Autónoma de México.
- Pivalica, D. Z. (2017). *Sistemas de contención de aluviones para la quebrada de lo cañas en la comuna de la florida*. Universidad Andrés Bello, Chile.
- Rodríguez, O. E. (2016). *Estandarización de técnicas de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho*. Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, J. G. (2018). Solución en sistemas de contención con muros de tierra. *Universidad La Gran Colombia*, 1, 0–140. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sieira, A. C. C. F., Sayao, A., Medeiros, L. V., & Gerscovich, D. M. (2001). Estabilización de Taludes con Muros de Neumáticos. *V Simposio Nacional Sobre Taludes y Laderas Inestables*, III, 1061–1070.
- Torres, P. A. (2016). *Estabilización de taludes con neumáticos usados*. Universidad Santo Tomás, Colombia.