

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la progresiva 69+820 de la carretera Canaletas Entre Ríos, sobre la ruta nro. 11 a los 69.820 km desde la ciudad capital de Tarija, dicha progresiva se encuentra dentro del distrito 2 Municipio de Entre Ríos, Provincia O'Connor, este tramo consta de 22,9 km de longitud, cuyas coordenadas georreferenciadas de la progresiva 69+820 son: S 21° 30' 58.66'' y W 64° 11' 50.86'' en la cual se realizó el trabajo de investigación con parcelas demostrativas.

El objetivo de la investigación es determinar el ligante más eficiente (yeso agrícola o almidón de maíz) para la estabilización de taludes de alta pendiente en la carretera Canaletas-Entre Ríos mediante la aplicación de la hidrosiembra, la metodología del presente trabajo de investigación, está bajo un enfoque mixto Cuantitativo y Cualitativo, el método principal fue el experimental donde se eligió talud en la progresiva 69+820 ubicando 3 parcelas para realizar la hidrosiembra, se utilizó la primera parcela como testigo sin ligante, la segunda parcela se utilizó como ligante el almidón de maíz y la tercera parcela se utilizó el yeso agrícola.

Los resultados del presente trabajo de investigación son la identificación de las diferentes causas que dan lugar a la remoción de la capa superficial del suelo, entre las principales causas tenemos a la lluvia que provoca saturamiento de los suelos, no existencia de cobertura vegetal en los taludes, la deforestación en la apertura de vías provocando la erosión. A través de la metodología Gómez Orea se determinó la Importancia del impacto ambiental, dando como resultado que el aire presenta

un impacto de importancia severa, el suelo una importancia de severa a crítica, el agua una importancia severa, el paisaje una importancia crítica, la flora de moderados a severos, la fauna presenta impactos de importancia severa y el socioeconómico presenta impactos de importancia moderada a crítica. También se determinó características y propiedades del suelo donde las 3 parcelas presentan baja cantidad de K, MO, NT y P, donde la parcela 3 presenta los niveles más bajos de MO y P. En la comparación del estudio se evidencia que el yeso agrícola tiene mejores resultados comparados con el ligante de almidón de maíz debido a que se observa mejor rendimiento en la germinación de semillas por lo que se determina que el ligante de yeso es el más adecuado para realizar la hidrosiembra en taludes de alta pendiente, y así brindarles estabilidad a los mismos.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mundo, se cuenta con un gran número de carreteras y caminos que se encuentran entre laderas de cerros, esta condición obliga a efectuar cortes, generando diversos taludes los que se entienden por cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierra, ya sea de forma natural o por intervención humana, esto conlleva efectos sobre los diversos procesos que interactúan naturalmente sobre la superficie de la tierra, uno de estos procesos es la erosión en el suelo, definida según Peralta (1993) como un proceso de degradación, transporte y deposición de materiales del suelo por efectos de agentes erosivos, tales como el agua, el viento o el hielo. La erosión más común es la producida por el agua de lluvia (Carrasco, J. y Riquelme, J. 2003), la que produce inestabilidad en el talud debido a que genera una reducción en la resistencia al corte de los planos de falla al disminuir la tensión normal efectiva. Cuando este proceso no se controla va produciendo surcos en la superficie del talud que con el tiempo se transforman en cárcavas, finalizando con deslizamientos de fracciones, muchas veces importantes de masas de suelo, afectando a la población que circula o reside por el lugar. En consecuencia, si no se controla la erosión superficial en los taludes cercanos a caminos donde transitan diariamente personas o vehículos, se generan riesgos a la sociedad ya que el derrumbe o deslizamiento de material se hace inminente. Por lo tanto, es importante y necesario tomar especial atención en este punto y proteger los taludes para disminuir las amenazas y riesgos naturales (Morgan, 1997).

Actualmente existen en Bolivia una gran cantidad de carreteras y caminos que están inmersos en laderas de cerros, generalmente rodeados por taludes, que representan un alto grado de riesgo y peligro inminente al ser transitados. El 90 % de la pérdida por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toma medidas de previsión y control (Díaz, 1998).

La erosión del suelo se divide en dos etapas: desprendimiento de partículas individuales de la masa de suelo y su transporte por los agentes erosivos, como las corrientes de agua y viento. Cuando la energía de estos agentes no es suficiente para transportar las partículas se produce una tercera etapa: su deposición (Morgan, 1997). Una técnica que controla la erosión superficial en taludes es la instalación de biomantos, los cuales el mercado ofrece de mallas

de paja, yute y coco, estos mantos tienen una duración aproximada de 1 año, según las condiciones a las que se vea expuesto. Otra técnica que controla la erosión superficial en taludes es mediante la hidrosiembra, la cual reduce la velocidad de la escorrentía superficial en un 14% y la pérdida de suelo en un 98%, en comparación con un talud descubierto (Department of Environment and Climate Change NSW, 2007). No obstante, la germinación de semillas es inversamente proporcional a la pendiente (Universidad del Bío-Bío. Red de Bibliotecas - Chile 8 taludes), esto a causa de la erosión producida por el agua de lluvia y el viento, ya que la semilla es arrastrada y depositada a los pies del talud dejando su cuerpo descubierto. Debido a esto, a esta técnica se le adicionan ligantes, los que actúan como una capa protectora de la superficie del talud y además adhieren de mejor forma la semilla con el suelo evitando su arrastre. Existen investigaciones donde se ha comparado la técnica de la hidrosiembra en conjunto con distintos biomantos como la de Sáez (2015) quien trabajó con un biomanto en base a fibra de coco y otro en base a paja de trigo, obteniendo en este último los mejores resultados en cuanto a crecimiento vegetal. Otra investigación fue la realizada por Sanhueza (2015) quien comparó la técnica de hidrosiembra en conjunto con tres ligantes diferentes que fueron el almidón de maíz, un polímero y el yeso agrícola, obteniendo mejores resultados en cuanto a cobertura vegetal con el yeso agrícola y el polímero. Tanto Sáez (2015) como Sanhueza (2015) se atribuyen buenos resultados con sus respectivas técnicas, por una parte el uso complementario de un biomanto aporta una mejora a la hidrosiembra generando mayor cobertura vegetal y disminuyendo el material erodado de la superficie del talud y por otra parte el uso complementario de ligantes también aporta una mejora a la hidrosiembra, ya que provee de mayor protección a la superficie del talud, disminuyendo la cantidad de material erodado de este y también fomentando en el caso del yeso agrícola la germinación y posterior crecimiento de las semillas (Morgan, 1997)..

Con el paso del tiempo han surgido diversas técnicas, cada vez más apoyadas en la tecnología y preocupadas por generar un impacto positivo al medio ambiente, es el caso de la hidrosiembra, la cual surge en 1953 en Estados Unidos (Gobierno de España Ministerio de medio Ambiente y Medio Rural Marino, 2008). La hidrosiembra es altamente utilizada en países del norte de Europa, sobre todo en taludes de carreteras, vías férreas y canteras cuyas dimensiones y topografía dificultan el acceso para llevar a cabo, cualquier otra técnica de revegetación.

Según el investigador de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Zaragoza de la UNAM, Arcadio Monroy Ata, ha estudiado procedimientos de una técnica llamada hidrosiembra, que permite realizar “tapizados verdes” para poblar los taludes que delimitan las carreteras.

La hidrosiembra permite el esparcimiento vegetal sobre las superficies rocosas; ésta contiene semillas, sustancias retenedoras de humedad, adherentes y fertilizantes químicos, entre otros componentes. Si se hace en temporadas de lluvia la vegetación se establece y las plantas buscan enraizar, así crecen en un sitio sin suelo o que tiene pendientes muy inclinadas.(Estabilidad de Taludes.pdf, s. f., p. 19).

En la actualidad las hidrosiembras tradicionales están dando paso a las hidrosiembras de alta densidad. Éstas incorporan unas sustancias más idóneas técnicamente para conseguir formar un recubrimiento más continuo y persistente, y una mejor eficiencia en la revegetación y control de la erosión superficial.(«Las técnicas de las hidrosiembras en bioingeniería del paisaje», 2020).

Esta investigación tiene como propósito determinar el ligante para hidrosiembra (yeso agrícola o almidón de maíz) que nos muestra mejores resultados en su aplicación en taludes de alta pendiente, de la carretera Canaletas-Entre Ríos provincia O’Connor del departamento de Tarija a diferencia de trabajar sin ningún tipo de ligante, para promover un mayor porcentaje de cobertura vegetal (Peralta,1993)

2. JUSTIFICACIÓN.

El objetivo principal de un estudio de estabilidad de taludes es el de establecer medidas de prevención y control para reducir los niveles de amenaza y riesgo. Generalmente los beneficios más importantes desde el punto de vista de reducción de amenazas y riesgos es la prevención. Schuster y Kockelman (1996) proponen una serie de principios generales y metodologías para la reducción de amenazas de deslizamiento utilizando sistemas de prevención, los cuales requieren de políticas de Estado y de colaboración y conciencia de las comunidades. Sin embargo la eliminación total de los problemas no es posible mediante métodos preventivos en todos los casos y se requiere establecer medidas de control para la estabilización de taludes susceptibles a sufrir deslizamientos o deslizamientos activos. La finalidad del presente trabajo de investigación es para obtener un compuesto, una herramienta

rápida y eficiente que permita la protección de los taludes sin dejar de lado el cuidado y la conservación ambiental en la construcción de obras viales.

La Hidrosiembra permite revegetar laderas con una inclinación considerable reduciendo el impacto ambiental a causa de las obras civiles de infraestructura vial.

Dentro de las medidas de protección y estabilización de taludes a través de la vegetación se encuentra la Hidrosiembra, que favorece a la protección y conservación de suelos deteniendo los procesos erosivos.

Las ventajas de la hidrosiembra se resumen en los siguientes puntos:

- La vegetación se establece un 20-25% más rápido que con cualquier otro tipo de alternativa mecánica o la siembra manual tradicional.
- Las semillas y abono se distribuyen uniformemente.
- El mulch asegurar unas condiciones favorables para una rápida germinación.
- Se pueden conseguir repoblaciones en grandes alturas en taludes difícilmente accesibles.
- Como pueden ver, la hidrosiembra es una técnica revolucionaria para las repoblaciones.(Portillo, 2020, p. 2)

Dentro de la parte económica juega un papel importante la red vial de un país ya que es fundamental para su desarrollo y crecimiento porque es el único medio que posibilita el transporte de las personas y las cargas”, comenta el magíster Julián Rivera, especialista en transporte por la Universidad de Piura y docente de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Vial de la UDEP.

En Latinoamérica se muestra un problema serio en cuanto a infraestructuras en vías de comunicación y esto representa una seria desventaja competitiva. “En países con un adecuado desarrollo en transporte los costos de traslado son menores, mientras que en la región los caminos con desvíos permanentes o tramos deteriorados incrementan los costos de traslado. La red de carreteras permite satisfacer las necesidades básicas de educación, trabajo, alimentación y salud; estas necesidades son las principales actividades de un país. Por ello, para un país es estratégico desarrollar su sistema vial porque es el único modo con el que

logra satisfacer no solo la obligación de viajar, sino también las necesidades esenciales de la población.

“Si las vías de comunicación de un país no son las adecuadas para que la población satisfaga sus necesidades básicas, es poco probable que los ciudadanos puedan encarar una situación de mejora económica y reducción de los índices de pobreza”, afirma Rivera. (<https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/12/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>).

Debido a que la variante Canaletas-Entre Ríos presenta problemas de inestabilidad de taludes como consecuencias a la pérdida a la capa del suelo orgánico. La ausencia de la cobertura vegetal en las pendientes y la escorrentía superficial originada por las precipitaciones de la zona que ocasionan movimientos de deslizamientos del suelo y aumentan la inestabilidad de las zonas con pendiente, en ese sentido a través de la hidrosiembra se busca compensar la cubierta vegetal donde la vegetación original o nativa esta degradada o alterada en peores de los casos no existe cobertura vegetal a causa del corte o erosión de un talud.

Contando con una carretera en buenas condiciones la sociedad cuenta con una vía segura y libre de derrumbes que permite estabilizar la transitabilidad en la zona, evitando de esta manera accidentes y perjuicios sociales. Por otra parte, se aporta paralelamente al embellecimiento paisajístico de la zona.

3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde hace varias gestiones la variante Canaletas-Entre Ríos presenta serios problemas ocasionados por la inestabilidad de taludes, generando diversos derrumbes en la zona, por lo que el tramo se ve forzado a cerrarse con frecuencia principalmente en la época de lluvias.

Debido a diversos factores la variante Canaletas-Entre Ríos nunca llego a concluirse en su totalidad de acuerdo a la ley “De Inclusión de la Variante Canaletas-Entre Ríos a la Red Vial Fundamental Nacional, quedando pendiente proyectos de obras complementarias que son necesarias para encarar los problemas con los taludes, obras de drenaje, acceso a puentes, etc. Desde la gestión 2015 no se realizó la ejecución de estas obras complementarias, además que dicha variante carece de mantenimiento preventivo acorde a sus características, ocasionando que la plataforma del tramo se vaya dañando paulatinamente.

Según el plan de desarrollo municipal Entre Ríos 2018 señala que los suelos de Canaletas, peña negra, pertenecen a Consociación Leptosol; donde los suelos son muy superficiales a

profundos; de textura franco a franco arcillo limoso con pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino y de color pardo rojizo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro. Es precisamente canaletas una zona representativa del tramo Canaletas-Entre Ríos, además de lluvias intensas (precipitación media anual es 1014,1 mm/año.), los cuales ocasionan un acelerado deterioro del recurso suelo, erosión de tipo surcos y cárcavas, es aquí donde los cortes del terreno para la realización de la variante son de gran tamaño debido a su geografía de serranías altas.

En las zonas altas, la erosión hídrica se presenta ocasionada por el escurrimiento del agua de las lluvias favorecida por la pendiente del terreno, las estructuras poco permeables, menos cobertura vegetal; de igual forma la incidencia de la erosión eólica es importante por la menor densidad de barreras naturales que presentan principalmente las zonas más altas (PTDI,2018) Por tanto, una buena alternativa a implementarse para evitar los derrumbes de los taludes es la hidrosiembra sobre los mismos para ello es importante la determinación del ligante para hidrosiembra y su aplicación de taludes de alta pendiente, de la carretera Canaletas. -Entre Ríos provincia O'Connor del departamento de Tarija.

4.-FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el ligante más eficiente para hidrosiembra (yeso agrícola o almidón de maíz) y su aplicación en taludes de alta pendiente, de la carretera Canaletas-Entre Ríos provincia O'Connor del departamento de Tarija?

5.- HIPÓTESIS

El ligante para hidrosiembra (yeso agrícola o almidón de maíz) nos muestra mejores resultados en su aplicación en taludes de alta pendiente, de la carretera Canaletas-Entre Ríos provincia O'Connor del departamento de Tarija a diferencia de trabajar sin ningún tipo de ligante.

6.- OBJETIVOS

6.1.- Objetivo General

Determinar el ligante más eficiente (yeso agrícola o almidón de maíz) para estabilización de taludes de alta pendiente en la carretera Canaletas-Entre Ríos provincia O'Connor del departamento de Tarija mediante la aplicación de la hidrosiembra.

6.2.- Objetivos Específicos

- Identificar las diferentes causas que dan lugar a la remoción de la capa superficial del suelo mediante verificación in situ e información primaria y secundaria.
- Evaluar los impactos ambientales generados a través de la metodología Gómez Orea, a causa de taludes de alta pendiente, de la carretera Canaletas-Entre Ríos provincia O'Connor del departamento de Tarija
- Determinar características y propiedades del suelo mediante toma de muestra en laboratorio en taludes de alta pendiente, de la carretera Canaletas-Entre Ríos provincia O'Connor del departamento de Tarija (Talud nro. 6)
- Comparar el estudio sobre los ligantes para hidrosiembra (yeso agrícola y almidón de maíz) mediante los resultados obtenidos.