



Plan de Ejecución de la Estabilización del Talud Cristales K 38+800 garantizando el tránsito vehicular y el comportamiento en el flujo económico de la región y seguridad para los usuarios del corredor vial Calarcá-Cajamarca.

Silvia B. Correa Jiménez
Cristian A. Moreno Zuluaga

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual y a Distancia
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
Noviembre 2021

Plan de Ejecución de la Estabilización del Talud Cristales K 38+800 garantizando el tránsito vehicular y el comportamiento en el flujo económico de la región y seguridad para los usuarios del corredor vial Calarcá-Cajamarca.

Silvia B. Correa Jiménez
Cristian A. Moreno Zuluaga

Trabajo de Grado Presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Gerencia de Proyectos

Asesora
Luz Marina Escamilla Fonseca
Especialista en Gestión de Proyectos
Magister en Educación

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual y a Distancia
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
Noviembre 2021

Resumen

El siguiente proyecto tiene como finalidad presentar el plan de ejecución de la estabilización del Talud Cristales ubicado en el corredor vial sentido Calarcá -Cajamarca en el K38+800, indicando cada una de las actividades que se requieren para la ejecución de este. Lo cual permitirá una mayor seguridad para los usuarios de la vial, garantizando un continuo flujo económico en la comercialización de los productos de la región, esto debido a que por este corredor se comunica el occidente con el centro del país.

Palabras clave: estabilización de taludes, perforaciones, anclajes activos, anclajes pasivos, drenes, Quindío, Tolima, Cajamarca.

Abstract

The purpose of the following project is to present the execution of the stabilization of a slope located in the Calarcá-Cajamarca road corridor at K38 + 800, indicating each of the activities that are required for its execution. This will allow greater security for road users, guaranteeing a continuous economic flow in the commercialization of the region's products, due to the fact that the west communicates with the center of the country through this corridor.

Keywords: slope stabilization, drilling, active anchors, passive anchors, drains, Quindío, Tolima, Cajamarca

Dedicatoria

A Dios por prestarnos la salud y la sabiduría de poder llevar a cabo esta especialización, de igual forma a nuestros compañeros, que durante los encuentros que tuvimos, fueron fundamentales en este proceso de estudio, pues en el compartir de las ideas se aclaraban y fortalecían los conocimientos adquiridos.

A nuestra Asesora de proyecto de grado, ya que, con su experiencia, nos guio en este proyecto ilustrándonos en cada encuentro las pautas para ensamblar, corregir y direccionar de la mejor forma posible este trabajo de grado.

A nuestros docentes que, durante 5 años en nuestra carrera de ingeniería civil, nos dieron los fundamentos para poder enfrentar situaciones y poder complementar lo aprendido en cualquier curso que tomáramos.

Agradecimientos

Primeramente, a Dios y a nuestras familias, ya que gracias a ellos nos inspiramos a ser mejores seres humanos y a seguir creciendo profesionalmente. Luego del esfuerzo adquirido en el pregrado nos situamos en el contexto de seguir adelante con los estudios y poder capacitarnos con lo que amamos, por ello escogimos iniciar y poner a prueba nuestras capacidades técnicas y académicas, tomando el curso de la Especialización en Gerencia de Proyectos.

Se analizó en un principio en que universidad realizar el curso mencionado, pero uno de los dos realizo la carrera de ingeniería civil en la UNIMINUTO , por lo que gracias a la universidad y a su personal capacitado, nos orientaron en los métodos y los tiempos de duración de la especialización , durante el inicio y el tiempo que cursamos en este curso , aprendimos con el apoyo de los docentes , la importancia de saber gerenciar y de llevar a cabo cualquier compañía , el saber tomar decisiones bajo cualquier tipo de presión y en el que siempre debemos tener en cuenta los valores de las personas , y el respetar el personal a cargo .

Contenido

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Lista de tablas	10
Lista de Ilustraciones	11
Lista de anexos.....	12
Introducción	13
1. Fase Uno: Planteamiento Del Problema	14
1.1 Descripción del problema.....	14
<i>1.1.1 Árbol del problema.....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.2 Análisis del árbol del problema.....</i>	<i>16</i>
1.2 Medición línea base.....	16
1.3 Objetivos	17
<i>1.3.1. Objetivo general</i>	<i>17</i>
<i>1.3.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>18</i>
<i>1.3.3 Árbol de objetivos</i>	<i>18</i>
1.4 Justificación.....	19
2. Fase Dos: Análisis.....	22
2.1 Esquema institucional	22

2.2 Análisis De Involucrados	25
2.2.1 <i>Gobierno nacional</i>	25
2.2.2 <i>Entidades encargadas de realizar el seguimiento de la obra</i>	25
2.2.3 <i>Departamentos que se comunicarán por medio de este</i>	26
2.2.4 <i>Personal idóneo capacitado para ejercer las labores</i>	26
2. 3 Población Beneficiaria	26
2.4 Análisis de Alternativas	27
2.5 Propuesta de Solución	27
2.6 Análisis de Demanda.....	29
2.6.1 <i>Determinación de la Población Afectada</i>	30
2.6.2 <i>Población Atendida por otras Acciones Externas al Proyecto</i>	31
2.6.3 <i>Población no Atendida</i>	31
3. Fase Tres: Formulación.....	33
3.1 Localización Física Y Cobertura.....	33
3.1.1 <i>Macro localización</i>	33
3.1.2 <i>Microlocalización</i>	35
3.2 Aspectos Técnicos Del Proyecto.....	36
3.2.1 <i>Descripción del proceso de producción</i>	36
3.2.2 <i>Diagrama de flujo proceso de producción</i>	44
3.2.3 <i>Tecnología para el desarrollo del proyecto</i>	47

3.2.4 Descripción de personal para el proceso de producción	52
3.2.5 De la planta	52
3.2.6 Resumen de la inversión necesaria para la puesta en marcha	56
3.3 Matriz de Marco lógico	63
3.4 Identificación de recursos.....	65
3.5 Cronograma de ejecución	65
3.6 Presupuesto.....	68
3.7 Financiación	72
3.8 Indicadores de evaluación del proyecto	74
4. Conclusiones	76
Referencias.....	78

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Valoración de las obras físicas</i>	55
Tabla 2. <i>Inversión en maquinaria</i>	56
Tabla 3. <i>Presupuesto Materiales estabilización de taludes</i>	57
Tabla 4. <i>Costo Personal Administrativo</i>	59
Tabla 5. <i>Costo Mano de Obra</i>	60
Tabla 6. <i>Costo Administración General</i>	61
Tabla 7. <i>Subcontratación actividad excavación</i>	61
Tabla 8. <i>Presupuesto Contractual de la Estabilización</i>	62
Tabla 9. <i>Recursos del Proyecto</i>	65
Tabla 10. <i>Cronograma de Intervención Talud Cristales</i>	66
Tabla 11. <i>Presupuesto Costo total Proyecto</i>	68
Tabla 12. <i>Resumen Cantidades a Ejecutar en el Proyecto</i>	70
Tabla 13. <i>Gastos Totales del Proyecto</i>	71
Tabla 14. <i>Utilidad Total del Proyecto</i>	72
Tabla 15. <i>Financiación y amortización con la Entidad Bancaria</i>	73

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. <i>Talud Cristales K38+800 - Etapa de estabilización</i>	15
Ilustración 2. <i>Árbol de problema</i>	15
Ilustración 3. <i>Árbol de objetivos</i>	18
Ilustración 4. <i>Estructura Organizacional INVIAS</i>	23
Ilustración 5. <i>Localización geográfica del municipio Cajamarca (Tolima)</i>	34
Ilustración 6. <i>Ubicación geográfica Departamento del Tolima</i>	34
Ilustración 7. <i>Talud Cristales K38+800 Frente La Paloma</i>	35
Ilustración 8. <i>Armado de Anclajes Activos</i>	37
Ilustración 9. <i>Etapa de perforación de los anclajes activos</i>	38
Ilustración 10. <i>Etapa de Inyección de los anclajes activos</i>	39
Ilustración 11. <i>Instalación de Formaleta y acero de refuerzo para los dados</i>	39
Ilustración 12. <i>Tensionamiento de Anclajes Activos</i>	40
Ilustración 13. <i>Etapa de perforación de pernos en roca</i>	41
Ilustración 14. <i>Instalación del perno</i>	42
Ilustración 15. <i>Etapa de inyección de pernos</i>	43
Ilustración 16. <i>Pernos con platina en etapa final</i>	44
Ilustración 17. <i>Diagrama de Flujo Anclajes Activos</i>	45
Ilustración 18. <i>Diagrama de flujo Anclajes pasivos</i>	46
Ilustración 19. <i>Compresor INGERSOLL RAND XP375</i>	47
Ilustración 20. <i>Unidad hidráulica de potencia D350</i>	48
Ilustración 21. <i>Canasta de perforación de alto rendimiento</i>	49
Ilustración 22. <i>Equipo de Inyección Belyin italiana</i>	50
Ilustración 23. <i>Equipo de tensionamiento</i>	52
Ilustración 24. <i>Distribución de la Planta</i>	54

Lista de anexos

Anexo 1. *Diseños Generales Talud Cristales*..... 33

Anexo 2. *Fichas Técnicas Equipos de Perforación* 47

Anexo 3. *Formatos Descripción del Cargo* 52

Anexo 4. *Diagrama Gantt Intervención Talud Cristales* 66

Introducción

El presente proyecto de inversión social tiene como objetivo la estabilización del talud Cristales ubicado en la cordillera central entre los departamentos del Tolima y el Quindío, para el beneficio, seguridad de los usuarios viales y de la comunidad aledaña al proyecto; a través de la construcción de anclajes activos, pasivos y obras de drenaje, mediante procesos técnicos y con los mejores estándares de calidad.

Por otra parte, se plantean alternativas específicas para la puesta en marcha del proyecto y los impactos positivos que el mismo traería, como lo son la seguridad de todos los transeúntes de la vía, la disminución de tiempo de recorrido de todo tipo de vehículo; principalmente los vehículos de carga pesada que se dirigen desde el occidente al centro del país. De igual forma se busca la manera de mitigar las congestiones vehiculares que particularmente se presentan en este sector, ya que su geografía no permite velocidades mayores a 30 Km/h.

En razón de lo anterior, la óptima ejecución con el acompañamiento de las entidades encargadas en la distribución de los recursos habilitados para la puesta en marcha del proyecto, se garantiza realizar las actividades en los tiempos planteados según programaciones y cronogramas de ejecución, teniendo en cuenta los imprevistos y situaciones que puedan generar retrasos en los procesos constructivos que se establecen desde el inicio de intervención de obra, con el compromiso de poder cumplir con los tiempos de entrega teniendo en cuenta que con la puesta en marcha y la culminación de este proyecto se beneficiará no solo la comunidad de influencia directa sino también a todo un país.

1. Fase Uno: Planteamiento Del Problema

Se abordará la problemática del desprendimiento de material en la vía que conecta a los departamentos del Tolima y Quindío, K38+800 Talud Cristales.

A continuación, se amplía la información en el numeral 1.1 descripción del problema.

1.1 Descripción del problema

Se evidencia que, en el mes de diciembre del año 2020, se presentó un desprendimiento de material en el K38+800 Talud Cristales, siendo exactos en la construcción de doble calzada del sector entre Calarcá y Cajamarca en la vía nacional que conecta a los departamentos del Tolima y Quindío. Esta es la problemática evidenciada en el proyecto que se encuentra en ejecución, teniendo en cuenta lo mencionado se indicará todas las actividades, materia prima, personal idóneo y recomendaciones técnicas para la garantía del trabajo.

Esto con el fin de mitigar los impactos negativos que se pueden reflejar por el cierre vial ocasionado por la obstaculización de esta con material granular producto del desprendimiento.

Por otra durante el proceso de estabilización del talud se pueden presentar riesgos específicos producto de la ejecución de las actividades, tales como desprendimientos de material al realizar la perforación en el talud, lo cual podría ocasionar un accidente a los trabajadores y/o los usuarios de la vía.

También se considera un riesgo la instalación de la canasta de perforación a considerables alturas, pues esto requerirá de puntos de anclaje en el talud con la suficiente

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

resistencia para garantizar la seguridad de los trabajadores, puesto deberá soportar el peso de estos y la maquinaria.

Ilustración 1.

Talud Cristales K38+800 - Etapa de estabilización.

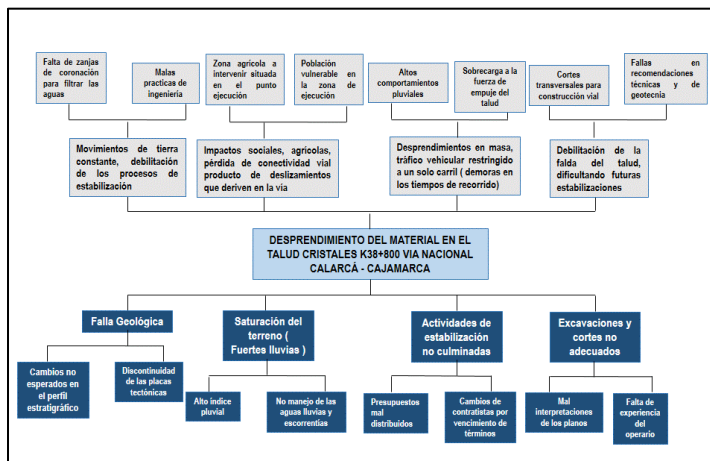


Nota: la imagen representa la zona de intervención para la estabilización del talud.

1.1.1 Árbol del problema

Ilustración 2.

Árbol de problema



Nota: El esquema presentado nos detalla las problemáticas y falencias evidenciadas en el proyecto, como también las alternativas de solución a cada una de ellas.

1.1.2 Análisis del árbol del problema

La problemática mencionada tiene como causas principales los siguientes ítems:

La falla geológica que se produce por un movimiento de tierra constante el cual es generado por la debilitación del terreno o saturación de este.

De acuerdo con altas precipitaciones se pueden presentar movimientos en masa, en zonas de siembra y cultivo, lo anterior afectando el objetivo principal agrícola y su productividad, lo anterior generando pérdidas económicas.

El no finalizar una actividad constructiva, puede generar un riesgo inminente, ya que las obras de estabilización se realizan con el fin de garantizar la seguridad ya sea de usuarios o de una comunidad aledaña a la zona de afectación, por ello es importante culminar las actividades en su 100%

Se deben respetar las normas establecidas para la excavación y cortes de terreno, ya que allí se indica claramente el por qué se deben realizar de esta forma, siendo así una garantía para garantizar la calidad de los trabajos y evitar reprocesos a futuro en el sector intervenido.

1.2 Medición línea base

Como condición inicial se encuentra una gran problemática como lo son las congestiones vehiculares por la falta de infraestructura vial, ya que debido a la importancia de este corredor

vial (Calarcá – Cajamarca) se encuentran en un punto de embudo por la falta de construcción de una doble calzada, la cual genere menores tiempos de viaje, ya que actualmente el recorrido se realiza en un lapso de 90 minutos.

Teniendo en cuenta la historia que representa Cajamarca por la distribución de sus productos agrícolas, el INVIAS con el apoyo del gobierno nacional, plantean la construcción de una doble calzada, la cual cuenta con un recorrido actual de 42.7 Km, y conectará los departamentos del Quindío y el Tolima, esta se verá directamente beneficiada, ya que con esta construcción no solo podrá exportar sus productos, sino que traerá empleo para la mano obrera y mayores inversionistas al municipio en el ámbito de turismo.

Actualmente en el Corredor mencionado se presentan altos índices de accidentalidad, debido a las condiciones de trazabilidad de la vía, pues se generan desprendimientos de material en el Talud Cristales, lo cual afecta directamente a los usuarios viales, provocando una problemática social que requiere el uso de Controladores de Tránsito para que el flujo vehicular se encauce en un solo carril opuesto al frente de trabajo, esto genera congestiones viales, y dificultades en la transitabilidad.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Ejecutar actividades de construcción que garanticen la seguridad de los usuarios viales mediante la estabilización de taludes.

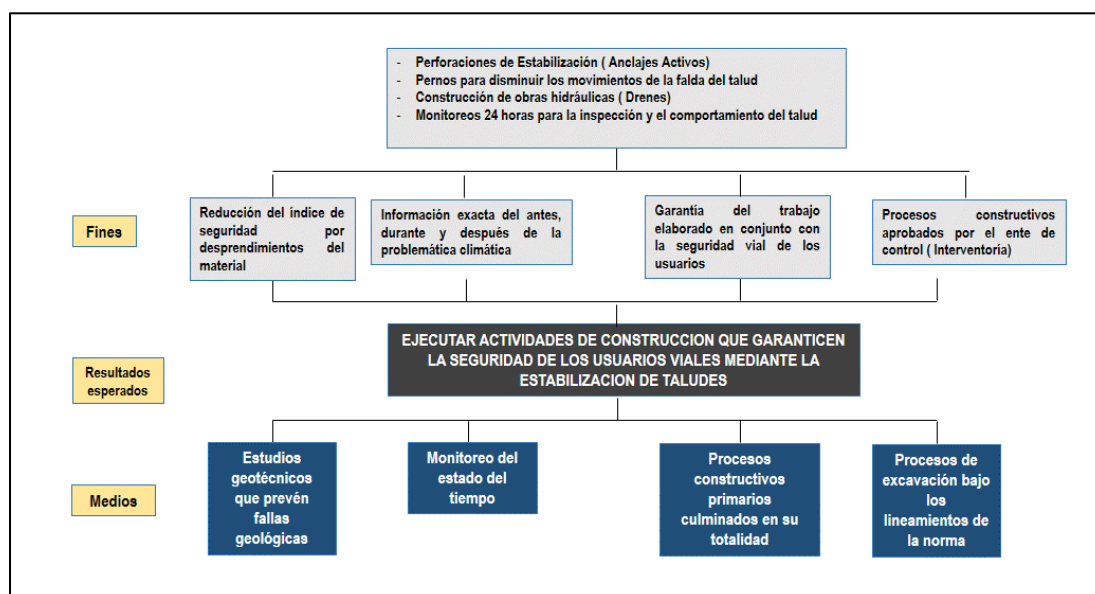
1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar actividades de estabilización de taludes en los menores tiempos, evitando afectación económica, social y ambiental.
- Identificar los posibles riesgos que se puedan presentar a la hora de la ejecución de las actividades.
- Desarrollar actividades constructivas con los estándares de calidad, mediante la construcción de anclajes activos, pasivos y obras de drenaje.

1.3.3 Árbol de objetivos

Ilustración 3.

Árbol de objetivos



Nota: El esquema presentado denota los alcances esperados mediante los procesos constructivos, explicando la importancia de cada uno de ellos.

1.4 Justificación

A finales del mes de diciembre del año 2020 se presentó un desprendimiento de material en el K38+800 Sector conocido como la Paloma en la vía nacional que comunica Cajamarca con Calarcá , de acuerdo con las investigaciones realizadas y con relatos de personal operativo y técnico de las obras que se vienen adelantando en el sector para la construcción de la doble calzada que comunicará los departamentos del Quindío y Tolima , se dio a conocer que existía un riesgo inminente para los usuarios del corredor vial producto del deslizamiento natural del talud.

Se realizaron cierres viales controlados por medio del personal de geotecnia, evitando el mayor riesgo a los usuarios, teniendo en cuenta que en el talud a la hora de evidenciar desprendimientos de material se contaba con una banca que ayudaba como soporte de la caída del material y esta evitaba la caída de este a la vía nacional, la misma ayudó a que existieran aperturas viales restringidas (un solo carril) por tiempos aproximados de 30 minutos. Cabe resaltar que el personal operativo del corredor vial contaba con equipos de control y mantenimiento vial para el cargue y retiro del material garantizando una movilidad efectiva para los usuarios.

De igual forma en el sitio donde se presentó el desprendimiento paralelamente se encuentra la ejecución de actividades para construcción del Túnel 16 cristales, el cual de acuerdo con la novedad ya mencionada generó que el mismo se derrumbara en el 10% de su longitud.

Se realizaron visitas por parte del INVIAS en las cuales los especialistas definieron el tipo de tratamiento a realizar en el talud para mitigar la problemática que se estaba evidenciando, como actuar y como intervenir sin poner en riesgo al personal encargado.

Uno de los mayores retos y dificultades fue analizar el tiempo que garantizara que fuera a corto plazo sin afectar con grandes cierres en la vía, para no generar impactos económicos en ambos departamentos, siendo este un corredor importante como lo es el transporte de alimentos hacia la capital, por ser vial nacional.

Otra de las dificultades vistas fue la presencia de redes eléctricas en el sitio de la falla del talud lo cual generaba disminución del avance de obra del frente alledaño (construcción doble calzada) esto puso a prueba la pericia del personal encargado para realizar el retiro de estas sin poner en riesgo a sus trabajadores.

Se implementará un monitoreo con personal especializado en geotecnia para poder generar movimientos de tierra, que garantice una construcción de terrazas y a su vez realizar la construcción de anclajes activos cuya profundidad será definida por los especialistas del área (de acuerdo con la profundidad de la roca).

Se tendrán en cuenta las condiciones climáticas del sector, sabiendo que es considerado con un alto porcentaje pluvial, adicional según informes por parte de geotecnia el desprendimiento de material se dio en la corona del talud, de acuerdo con que existe una falla geológica.

Se generarán alternativas rápidas y seguras como métodos de construcción recomendados por el área de geotecnia, el cual indica estabilizar mediante la construcción de anclajes activos y pasivos. De igual forma la topografía juega un papel fundamental ya que a través de un levantamiento y la proyección del terreno sobre planos de curvas de nivel y levantamientos generales, se podrán utilizar sistemas de proyección acotada. Dando como resultado el terraceo del talud y la conformación de 4 terrazas, de las cuales 2 de ellas irán con pernos pasivos, y en su

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

corona la distribución de anclajes activos, teniendo en cuenta que para la construcción del Puente 22 El OTOBO, el cual conecta el Túnel 16 cristales LOS PEREZOSOS.

Una vez existentes los análisis y estudios se indicaran fechas de inicio e intervención del talud (movimientos de tierras) , para dar inicio se programaran cierres totales de la vía de hasta 24 horas, estos cierres se realizaran para empezar con la excavación y lanzado de material a la vía nacional , estos movimientos de tierra implementaran un método de terraceo y a su vez se dio inicio a realizar perforaciones a una profundidad de aproximadamente 30 metros para la construcción de anclajes activos distribuidos en el área de cada terraza , adicional se realizará una perfilación del talud y un lanzado de concreto para la estabilización del mismo .

Se tendrá en cuenta los cortos plazos que se tienen para la construcción de las obras ya mencionadas, ya que de acuerdo con la entidad INVIAS, es para diciembre del 2021, estos plazos con el fin de mejorar la conectividad entre los departamentos lo cual traerá beneficios económicos, sociales, culturales para las partes. Hay que tener en cuenta la disminución del tiempo de espera para la conectividad del occidente con el centro del país.

Los costos versus beneficios se verán reflejados para la industria, mercadeo y así mismo las micro y macroempresas podrán realizar la distribución de sus insumos con menores tiempos, generando mayores ingresos que mejorarán su calidad de vida.

Teniendo en cuenta el sitio en el cual se están ejecutando la construcción de la doble calzada (Cajamarca) que, de acuerdo con las condiciones ambientales, fauna y flora, históricamente este municipio es la mayor despensa agrícola del Tolima, puesto que sus tierras son ricas en agricultura ya que se dan frutos tales como arracacha, frijol, granadilla, mora y

aguacate. Por otra parte, Cajamarca se encuentra rodeada por reservas ambientales como lo son los páramos Chili, Semillas de agua y el paramos de los valles.

De acuerdo con las intervenciones y construcción de doble calzada Cajamarca será uno de los municipios con menores tiempos en la transportación y ventas de sus cosechas al interior del país, para mejorar y mantener un flujo estable en la economía del país.

2. Fase Dos: Análisis

2.1 Esquema institucional

Como responsable del proyecto y directo interesado en la ejecución de las actividades se tiene al Instituto Nacional de Vías- INVIAS, pues son quienes dirigen, supervisan la elaboración de los proyectos a su cargo.

A continuación, se presenta la información correspondiente al INVIAS, con el fin de ilustrar su relevancia en el proyecto:

El Instituto Nacional de Vías inició labores el primero de enero de 1994 mediante el decreto 2171 del 30 de diciembre de 1992, que creó un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, adscrito al Ministerio de Transporte, que tuviera como objetivo ejecutar las políticas y proyectos relacionados con la infraestructura vial a cargo de la Nación.

Durante el fortalecimiento del sector transporte INVIAS también asumió nuevas funciones y su estructura interna cambió con los Decretos N° 2056 y 2067 del 24 de julio de 2003.

Como organismo adscrito al Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías pertenece a la Rama Ejecutiva. Los cerca de 13.000 kilómetros de extensión que tiene la infraestructura vial del país son, en síntesis, nuestra razón de ser. Por ello cuidamos día a día de las 7 troncales, que recorren nuestro territorio de Norte a Sur, y de las 8 transversales que unen a dichas troncales en su tránsito Oriente - Occidente. (INVIAS 2012)

Se indica a continuación la Estructura organizacional del Instituto Nacional de Vías- INVIAS:

Ilustración 4.

Estructura Organizacional INVIAS.



Nota: Se explica el esquema organizacional, el cual cumple una función fundamental para el funcionamiento de la entidad; de igual forma se explica detalladamente la distribución de los cargos.

Fuente: (INVIAS, 2003)

- ***Objetivo***

El Instituto Nacional de Vías, Invías, tendrá como objeto la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima, de acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte. (INVIAS,2012).

- ***Misión***

El Instituto Nacional de Vías - INVIAS es una entidad del orden nacional, adscrita al Ministerio de Transporte, encargada de ejecutar políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de infraestructura de transporte carretero, férreo, fluvial y marítimo, de acuerdo con los lineamientos dados por el Gobierno Nacional, para solucionar necesidades de conectividad, transitabilidad y movilidad de los usuarios, con tecnología sostenible y un talento humano calificado, íntegro, visionario y comprometido, contribuyendo a la competitividad y modernización de la infraestructura del país. (INVIAS, 2012).

- ***Visión***

Para el año 2030 el Instituto Nacional de Vías -INVIAS- será reconocido a nivel Latinoamericano, por su liderazgo en la estructuración, ejecución y operación de proyectos de infraestructura de transporte carretero, férreo, fluvial y marítimo a cargo, con procesos de desarrollo sostenible e innovación tecnológica y normativa, para el fortalecimiento del transporte intermodal, la conectividad entre centros de producción y de consumo; y la integración territorial y regional, contribuyendo a la competitividad del país y aumentando la satisfacción de los grupos de valor. (INVIAS, 2012)

2.2 Análisis De Involucrados

2.2.1 Gobierno nacional

Este es el involucrado por el cual se pueden realizar las actividades, ya que son los encargados de realizar los desembolsos e inversiones para la ejecución de los proyectos.

La entidad destinada a desembolsar los recursos para proyectos viales es el INVIAS.

2.2.2 Entidades encargadas de realizar el seguimiento de la obra

Son las que realizan el seguimiento de cada una de las actividades, las cuales, a través de la supervisión, exigen y avalan que todas las actividades se realicen de manera correcta y que las mismas cumplan con todas las normas técnicas, adicional que los dineros se distribuyan de manera correcta y no se desvíen.

Como encargada de la supervisión de las actividades está el Consorcio INTEGRAL – INTERDISEÑOS.

2.2.3 Departamentos que se comunicarán por medio de este

Mediante la construcción de calzadas para el menor tiempo y mejora de comunicación entre los departamentos, los mismos se ven favorecidos ya que la inversión de capital se favorece con el transporte de mercancía entre los mismos, ya sea que los productos o insumos sean de exportación. La construcción de vías es vital para el mejoramiento económico del país. En el proyecto mencionado se beneficiarán los Departamentos del Tolima y Quindío.

2.2.4 Personal idóneo capacitado para ejercer las labores

Al contar con personal capacitado, tendremos mejores rendimientos para la ejecución y cumplimiento de metas en el cronograma de actividades, adicional si se cuenta con un personal idóneo, la garantía del trabajo será eficaz, es por esto por lo que el Contratista principal en este caso CONCAY S.A, se apoya en los subcontratistas para poder llevar a cabo la ejecución de obra

2. 3 Población Beneficiaria

La Comunidad aledaña al proyecto es uno de los principales favorecidos una vez se finalice la construcción y o ejecución del proyecto. Pues, mediante y durante la ejecución de este, se genera un alto índice de empleo, ya que con ello se mejora la calidad de vida de la comunidad que se involucre laboralmente.

En el rango de alcance se contemplan los municipios de Calarcá y Cajamarca, como directos puntos beneficiarios de la ejecución del proyecto, al brindar seguridad en la conexión vial de estos municipios.

La población indirectamente relacionada, son aquellos que trabajan informalmente en la vía, pues ellos aumentarían su actividad económica, ya que la alta demanda de la comunidad operativa los beneficiaría.

Por otra parte, teniendo en cuenta que los Municipios involucrados, cuentan con profesionales y mano de obra calificada, la oportunidad laboral aumentará pues se dará prioridad a los profesionales de la región.

2.4 Análisis de Alternativas

1. Perforaciones para la estabilización del talud mediante la construcción de anclajes activos, de acuerdo con el diseño geotécnico, el cual indicará la profundidad a la cual se encontrará material rocoso el cual garantice el empotramiento del anclaje.
2. También la ejecución de pernos pasivos cuya finalidad será el apoyo de la estabilización del talud.
3. En complemento se realizará la construcción de obras hidráulicas, para el manejo de aguas lluvias y escorrentías, lo cual reducirá la filtración y el encapsulamiento del aire de estas.
4. Realizar constantes monitoreos durante 24 horas para la inspección y comportamiento del talud que se encuentra en riesgo de desprendimiento.

2.5 Propuesta de Solución

Realizar la estabilización del talud cristales es de vital importancia ya que este corredor vial es uno de los más frecuentados no solamente por los turistas, sino también por la carga pesada y el transporte de alimentos y de industria, hay que tener en cuenta que por este sector pasa el mayor porcentaje de mercancía que llega de importación a nuestro país, más exactamente al puerto de Buenaventura.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

Es por esto por lo que se plantean cuatro propuestas de solución de acuerdo con las necesidades analizadas del entorno:

1. De acuerdo con estudios geotécnicos la construcción de anclajes activos garantiza que los suelos inestables puedan sostener su carga mediante la aplicación de una carga de tensionamiento. Esta opción evitará deformaciones en el área perimetral del Talud Cristales, reduciendo los riesgos de desprendimientos de material que pongan en peligro a los usuarios viales y peatones del sector.
2. Como complemento y método de estabilización se encuentran los anclajes pasivos (pernos), los cuales ayudan a realizar un mejoramiento al terreno, mediante un proceso de inyección de lechada a una baja presión, haciendo que el terreno inicie un proceso de tracción por sí mismo. Se habla de complemento pues los anclajes pasivos se implementan en áreas rocosas (zona recomendada por el área de geotecnia-estudio de suelos). En este caso el Talud Cristales cuenta con perfiles rocosos en su parte inferior, siendo esta la mejor opción de estabilización en este perfil estratigráfico.
3. De acuerdo con las condiciones climáticas que presenta el proyecto por su ubicación (Cordillera Central), siendo esta zona con alto índice de comportamiento pluvial, se debe realizar la construcción de zanjas de coronación para el manejo de aguas lluvias y escorrentías, esto previniendo la filtración de estas que puedan ocasionar socavación y erosión del talud, teniendo en cuenta que estas obras hidráulicas deben tener un punto de recolección de aguas y un punto de entrega de estas. Para ello se debe realizar la construcción de disipadores de energía, en áreas determinadas según recomendaciones del especialista hidráulico, lo anterior con el fin de encausar estas aguas y entregarlas a las

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

estructuras de encole existentes en la vía nacional. Teniendo en cuenta que el punto de entrega de estas aguas será encausado al río Bermellón.

4. El método de inspección y monitoreo constante se realiza con la finalidad principal de garantizar la seguridad a los usuarios viales, con ello se podrá realizar un estricto seguimiento, a los movimientos en masa, ya sean leves o críticos que se presenten a cualquier hora, hay que tener en cuenta que no es solo la seguridad de los usuarios viales, sino que la obra permanece activa las 24 horas, por lo tanto, se debe garantizar la seguridad del personal operativo.

Por otra parte, teniendo en cuenta que se consideran turnos extendidos, y la iluminación de los puntos de obra es requisito para la ejecución de actividades, el factor clima es contraproducente, ya que debido a las condiciones climáticas que se presentan en la obra (extensas lluvias, niebla densa), generando poca visibilidad. Lo que como resultado permitirá la implementación de un método tecnológico avanzado de monitoreo, el cual alerte y lleve un seguimiento de las alteraciones en el sector.

2.6 Análisis de Demanda

Con la puesta en marcha de la doble calzada ubicada en el cruce de la cordillera central se mejorarán los tiempos de recorrido y la movilización de forma eficiente de aproximadamente 6000 mil vehículos diarios de transporte de alimentos y particulares que transitan por el corredor vial; así mismo, se pretende la conexión del pacífico colombiano con el centro del país. Los departamentos beneficiados directamente son el Quindío desde el municipio de Calarcá y Cajamarca del departamento del Tolima, siendo reflejado el recorrido de 42.7 Km a 29,7 Km, lo que en tiempo sería de 90 a 30 minutos.

De esa manera, así lo describe el instituto nacional de vías INVIAS, disminuir las interrupciones sobre la vía nacional, permitirán un mayor flujo de comercio exterior y la economía del país, así mismo la aceleración del recorrido impulsaría el turismo de las regiones aledañas, la valorización y el desarrollo económico de las mismas.

2.6.1 Determinación de la Población Afectada

Para el proyecto Cruce de cordillera central ubicado entre los Municipios de Calarcá y Cajamarca, lo ideal no es generar afectación a la comunidad, pero bien es cierto que no todo puede ser perfecto, se debe tener en cuenta que con la trazabilidad de la nueva vía, se generan ciertas molestias en algunas familias que habitan sobre la vía nacional, ya que según las condiciones geográficas (el mayor porcentaje del terreno presenta barrancos y terrenos inestables con altas probabilidades de desprendimientos); cierto porcentaje de familias dejarían de estar o habitar sobre la vía principal, lo anterior afectando quizás sus ingresos, ya sea por la venta de insumos o de bebidas o alimentación, siendo esta una de las mayores variables que se presentan a la hora de llevar a cabo o dar inicio a la construcción de una vía.

Adicional a esto, otro impacto a los trabajadores informales, serán aquellos que día a día se desplazan a trabajar en los conocidos “Lavaderos”, los cuales se encuentran ubicados a un costado de la vía nacional existente; con la ejecución del proyecto y la trazabilidad de este, el porcentaje de vehículos que normalmente transitan por esta vía se reducirá en un porcentaje considerable, esto afectando los ingresos de los habitantes que se dedican a esta actividad económica.

2.6.2 Población Atendida por otras Acciones Externas al Proyecto

Las acciones que se generan por consecuencias que no tienen nada que ver con el proyecto , se manejan desde el área social , ya que todo proyecto cuenta con un área que se encarga de estar en contacto constante con la comunidad , viéndose el caso de afectación estructural en las viviendas ya sea por efectos naturales (sismos) , o fuertes lluvias que pueden provocar avalanchas y deslizamientos de tierra , muchas veces provocando pérdidas humanas , desde entonces el área social se encarga de apoyar estos acontecimientos, generando soluciones para que las familias puedan tener ese apoyo y ese impulso , dado que la comunidad al estar cerca al proyecto que beneficia el inversionista , este los contribuye con las ayudas necesarias que estén a su alcance.

De igual forma parcialmente se realizan charlas para capacitar e informar a la comunidad de las ventajas y de los beneficios que el mismo traerá al pueblo.

2.6.3 Población no Atendida

La población no atendida, se refiere en principio a la comunidad que no ha sido abarcada principalmente porque los recursos están destinados específicamente a aquellos que se encuentran en la influencia directa; de esta manera en la asignación de recursos para la población directa es un conjunto integrado de procesos y actividades que se encuentran establecidos bajo las normas que rigen estos proyectos de intervención.

Debido a lo mencionado, se puede identificar diferentes departamentos afectados principalmente por los cierres viales. Estos cierres temporales y no esperados perjudican la movilidad y el comercio específicamente a los transportadores que vienen desde el suroccidente

hacia el centro del país y no solo durante el cierre sino en la apertura de la vía por temas de congestión vial, lo que puede provocar diferentes problemáticas: pérdida de alimentos, pérdida de empleos y conflictos sociales.

Así mismo la comunidad cafetera se convierte en una población no atendida, pues esta región es catalogada por elevar su economía a través del turismo, de esta manera, los cierres viales inesperados, el aumento de peajes, el aumento de los tiempos de recorrido hacia el punto de origen son variantes que podrían reflejar inconformidades en las comunidades y también podría causar el aumento de precios a los pocos visitantes que lleguen al territorio.

3. Fase Tres: Formulación

3.1 Localización Física y Cobertura

El proyecto forma parte del proyecto “Corredor Bogotá – Buenaventura”, el cual se ubica en la parte central de Colombia y conecta a los departamentos de Tolima y Quindío, cruzando la cordillera central, por el Alto de la Línea. Incluye la construcción de un Túnel unidireccional de aproximadamente 8,65 Km de longitud en sentido Calarcá - Cajamarca, la construcción y mantenimiento de la segunda calzada entre el municipio de Calarcá (Quindío) y el intercambiador Américas; la construcción y mantenimiento de la segunda calzada entre el intercambiador a desnivel de Bermellón y la entrada al municipio de Cajamarca (Tolima).

Para efectos del presente proyecto nos centraremos en la obra de estabilización del Talud Cristales, el cual se ubica en el K38+800 del Proyecto Cruce de la Cordillera Central.

Anexo 1. Diseños Generales Talud Cristales

En este se puede observar la localización física del proyecto, la distribución del diseño de estabilización del Talud Cristales.

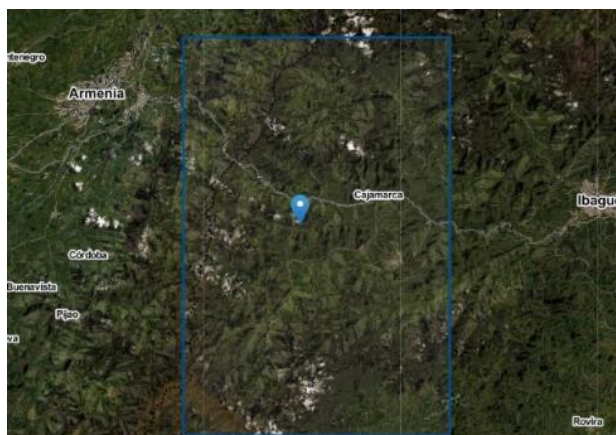
3.1.1 Macro localización

El proyecto de estabilización del Talud Cristales está ubicado en el municipio de Cajamarca (Tolima).

A continuación, se ilustra la localización geográfica del proyecto.

Ilustración 5.

Localización geográfica del municipio Cajamarca (Tolima)

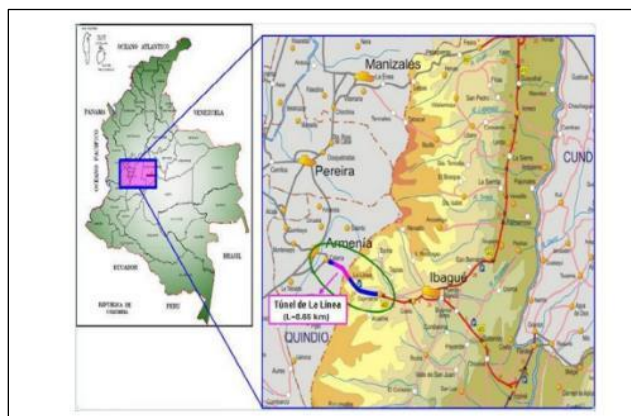


Nota: Se demuestra en la figura la micro localización del proyecto en ejecución, el cual se encuentra ubicado entre los municipios de Calarcá – Cajamarca.

Fuente: Google maps (2021)

Ilustración 6.

Ubicación geográfica Departamento del Tolima



Nota: Se demuestra en la figura la ubicación geográfica del departamento del Tolima.

Fuente: (INVIAS, 2012)

3.1.2 Microlocalización

La estabilización del Talud Cristales se realizará en la abscisa K38+800 en el Frente de obra conocido como La Paloma, en el Proyecto Cruce de la Cordillera Central.

Las vías de comunicación al proyecto se conforman por la ruta Calarcá-Cajamarca.

Ilustración 7.

Talud Cristales K38+800 Frente La Paloma



Nota: Se demuestra en la figura la micro localización del proyecto en ejecución, el cual se encuentra ubicado entre los municipios de Calarcá – Cajamarca.

En el anexo 1.1 se presenta la distribución tridimensional del diseño en planta del talud cristales, detallándose la Microlocalización del proyecto.

3.2 Aspectos Técnicos Del Proyecto

3.2.1 Descripción del proceso de producción

El proceso de estabilización del talud Cristales se realizó mediante el diseño presente en los siguientes Anexos:

Anexo 1.2 Planta, tridimensional, fachada y secciones de análisis del talud salida túnel

Anexo 1.3 Fachada y secciones de análisis del talud salida túnel cristales

Anexo 1.4 Detalles Generales y proceso constructivo

Anexo 1.5 Geometría- armado dado de anclaje

Una vez se cuenta con los diseños y especificaciones se inicia el proceso constructivo de los anclajes activos y pernos, pues estas son las obras de estabilización requeridas para el proyecto.

- **Anclajes activos**

Etapa de Armado. En la etapa inicial del proceso constructivo de los anclajes activos se encuentra el armado de estos, el cual consiste en una longitud total de anclaje, distribuido en zona de bulbo y zona libre, esto cumpliendo el diseño del Anexo 1.4

Para el armado de anclaje se utilizan torones de cable de ½”, en su longitud total se ingresa tubería PVC certificada; el diseño del bulbo se realiza mediante neumáticos cada 50 cm, y separadores cada 1.50 m

La zona libre del anclaje se recubre con manguera de polietileno de ½”, esto permitirá que el anclaje cuente con revestimiento que evite corrosiones del cable.

En la Ilustración 8 se observa el proceso de armado de anclajes activos:

Ilustración 8.*Armado de Anclajes Activos*

Nota: Se demuestra en la figura el proceso de armado y amarre para la construcción de los torones (anclajes activos).

Etapas de Perforación. Una vez se cuenta con el anclaje, se deberá perforar la longitud total de este, garantizando la longitud del bulbo de 10 m en roca, instalar los cables (4 torones), esta actividad de perforación se realiza con 3 equipos fundamentales: Compresor INGERSOLL RAND XP375, Unidad hidráulica de potencia D350 y Canasta de perforación de alto rendimiento

Se deberá iniciar la instalación de los anclajes de acuerdo con la geometría de corte, cumpliendo espaciado de 3.0 m *3.0 m distribuidos a tres bolillos.

Ilustración 9.*Etapa de perforación de los anclajes activos*

Nota: Se demuestra en la figura el proceso de perforación para construcción anclajes activos.

Etapa de Inyección. Una vez se ingresa el anclaje, se procede a la inyección de lechada, la cual consta de dos etapas: Lleno inicial a gravedad y la inyección a 200 Psi o mínimo 28.0 Mpa, Esta deberá alcanzar la longitud completa del anclaje, este proceso se realiza en un lapso de 24 horas.

Ilustración 10.

Etapa de Inyección de los anclajes activos



Nota: Se demuestra en la figura el proceso de instalación de torones (anclajes activos)

Simultáneamente mientras se esperan los 13 días para la resistencia de la lechada, se procede a armar el dado (instalación de acero de refuerzo y vaciado de concreto del mismo), ver ilustración 11.

Ilustración 11.

Instalación de Formaleta y acero de refuerzo para los dados



Nota: Se demuestra en la figura el proceso de encofrado para construcción dados (anclajes activos)

Al terminar la inyección de lechada, se deberá esperar un tiempo de 13 días continuos, para alcanzar la resistencia esperada de 28 Mpa, y de esta forma proceder al tensionamiento del anclaje.

Etapas de Tensionamiento. El tensionamiento de estos elementos se podrá realizar una vez se cuente con la resistencia del dado y la lechada de inyección. Este proceso deberá llegar a las toneladas de diseño que para este son de 40 Ton. Ver ilustración 12.

Ilustración 12.

Tensionamiento de Anclajes Activos



Nota: Se demuestra en la figura el proceso de tensionamiento para construcción anclajes activos.

- **Anclajes pasivos (pernos)**

Etapas de Geolocalización. Para este procedimiento el área de topografía localiza por medio de coordenadas la distribución de los pernos en el talud.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

Se deberá iniciar la marcación de pernos pasivos de acuerdo con la geometría de corte, cumpliendo el espaciado de 2.0 m * 2.0 m, distribuidos a tres bolillos, con una longitud de 12.0 m.

Etapa de Armado. El armado de los pernos consiste en una varilla peruana corrugada de 1" de diámetro, a la cual en su longitud total se instala manguera de polietileno de ½", dejando un testigo en su parte final para la confirmación del lleno con lechada.

Etapa de Perforación. Se inicia la perforación de la roca implementando martillos y brocas de perforación especializada, la longitud de estos pernos varía entre 6 a 10 metros como máximo, el proceso consiste en la introducción de tubería hasta lograr los metros lineales objeto de diseño.

Ilustración 13.

Etapa de perforación de pernos en roca



Nota: Se demuestra en la figura el proceso de perforación para construcción anclajes pasivos.

Una vez se cuenta con la longitud de perforación de diseño, se procede a ingresar el perno, como se observa a continuación:

Ilustración 14.

Instalación del perno



Nota: Se demuestra en la figura el proceso de instalación de perno para construcción anclajes pasivos.

Etapas de Inyección. Al instalar el perno dentro de la roca, se deberá realizar la inyección de este, la cual se hace con una mezcla llamada lechada, implementando el diseño de 0.45 A/C, es decir agua, cemento y aditivo (Sikaplast), la presión a la cual se realiza este proceso es de 80 Psi. Ver Ilustración 15.

Ilustración 15.*Etapa de inyección de pernos*

Nota: Se demuestra en la figura el proceso de inyección para construcción anclajes pasivo, el cual debe cumplir con una presión determinada según la norma.

Etapa Final (Calafateo e Instalación de platinas). Una vez se cuente con la inyección de los pernos, se procede al corte de mangueras testigo y el calafateo de los elementos, por último, se instala la platina, tuerca y arandela.

Ilustración 16.

Pernos con platina en etapa final



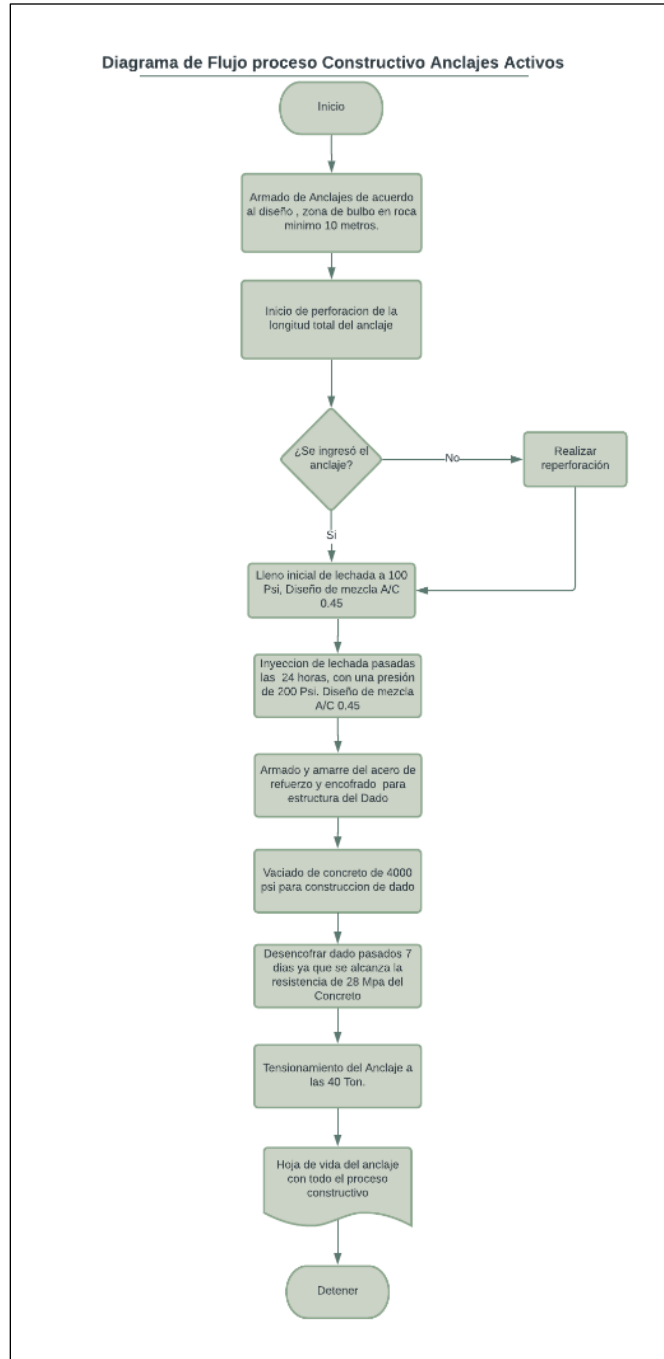
Nota: Se demuestra en la figura el proceso de instalación de platina para construcción anclajes pasivos.

3.2.2 Diagrama de flujo proceso de producción

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso constructivo de los anclajes activos

Ilustración 17.

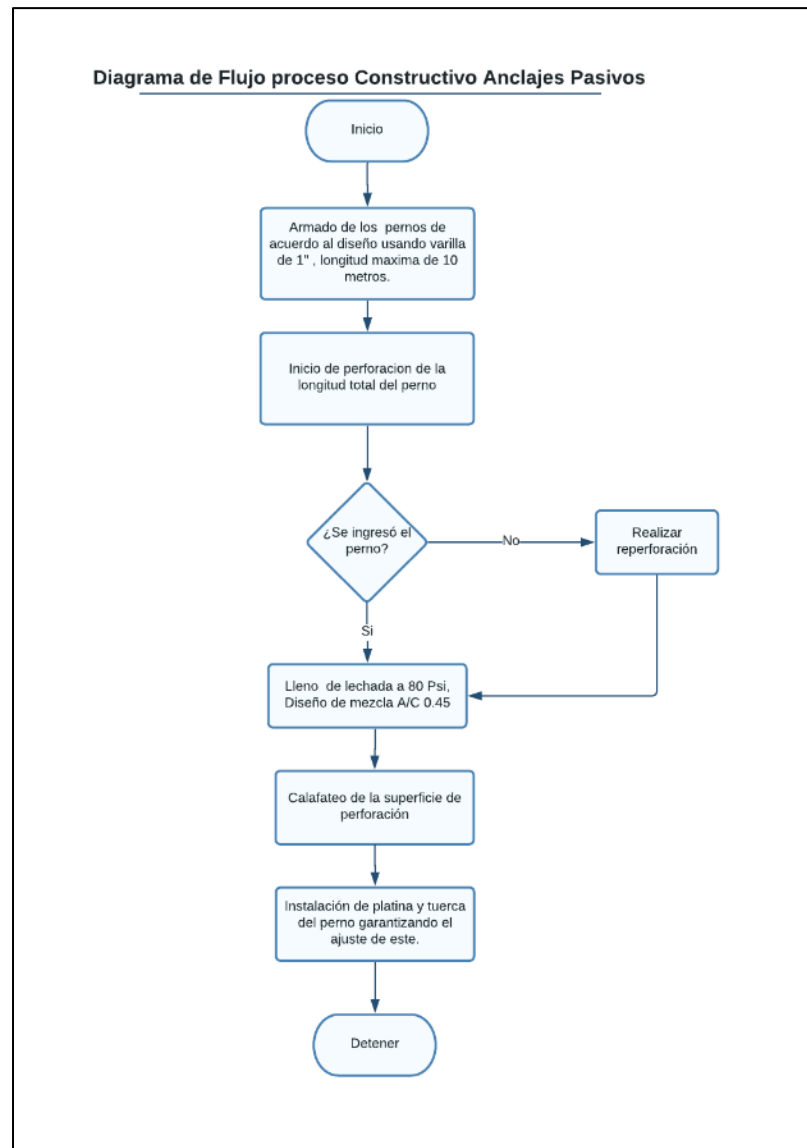
Diagrama de Flujo Anclajes Activos



Nota: Se demuestra en el esquema el diagrama de flujo para la elaboración de anclajes activos, en los cuales se detalla el paso a paso de la construcción de estos.

Ilustración 18.*Diagrama de flujo Anclajes pasivos*

Se presenta el diagrama de flujo del proceso constructivo de los anclajes pasivos (pernos).



Nota: Se demuestra en el esquema el diagrama de flujo para la elaboración de anclajes pasivos, en los cuales se detalla el paso a paso de la construcción de estos.

3.2.3 Tecnología para el desarrollo del proyecto

Con el objetivo de realizar los procesos constructivos se requieren de equipos especializados para estas actividades, por eso a continuación se detallan las maquinarias a implementar:

Compresor Ingersoll Rand XP375. El compresor Ingersoll Rand 375 es una unidad versátil diseñada para un gran número de aplicaciones incluyendo limpieza por arenado, demolición de pavimento y en general aire para herramientas.

Ilustración 19.

Compresor INGERSOLL RAND XP375



Nota: Se detalla en la figura el compresor (equipo) para la elaboración de anclajes activos y pasivos.

Ver Ficha Técnica 2.4 perteneciente al siguiente anexo:

Anexo 2. Fichas Técnicas Equipos de Perforación

Unidad hidráulica de potencia D350. La D-350 es un equipo modular de perforación montado sobre trineo para lograr los más altos niveles de versatilidad. Tiene una gran capacidad de perforación en diferentes ángulos de trabajo, su excelente estabilidad permite una fácil maniobrabilidad en diferentes sitios y asegura un funcionamiento rápido y eficaz.

Un equipo diseñado para alcanzar hasta 60 ml en 4" en las condiciones más exigentes de nuestra topografía, de gran potencia, modular, para la construcción de micropilotes, anclajes, pernos y drenajes.

Ilustración 20.

Unidad hidráulica de potencia D350



Nota: Se detalla en la figura la unidad (equipo) para la elaboración de anclajes activos y pasivos.

Ver Ficha Técnica 2.1 perteneciente al Anexo 2. Fichas Técnicas Equipos de Perforación.

Equipo de perforación colgante. Equipo Colgante de alto rendimiento para estabilización de taludes, incluye regla de inserción, rotaria, y canasta de sostenimiento.

Ilustración 21.

Canasta de perforación de alto rendimiento



Nota: Se detalla en la figura la canasta de perforación (equipo) para la elaboración de anclajes activos y pasivos.

Ver Ficha Técnica 2.2 perteneciente al Anexo 2. Fichas Técnicas Equipos de Perforación.

Equipo de Inyección Belyin italiana de 1 a 600 Psi. La inyección de anclajes activos o pasivos tiene por función la fijación del refuerzo de anclaje (cable o barra) al suelo. La mezcla de inyección consiste en cemento tipo portland y agua en una relación agua-cemento entre 0,4 y 0,55, teniendo en cuenta la manejabilidad que garantice un buen procedimiento.

La inyección de anclajes pasivos se da en un solo paso que consiste en llenar el espacio anular entre el refuerzo y el suelo, con lechada a baja presión, o incluso, por efecto de la gravedad.

En los anclajes activos la inyección se da en dos fases, un llenado inicial similar al de los anclajes pasivos y una inyección a presión (IRS), en la cual, la idea es generar una microfractura

del llenado inicial para incrementar el tamaño del bulbo, aumentando de esta forma la resistencia a la extracción de este.

Para la inyección de anclajes se utilizan equipos mecánicos constituidos por agitador, turbomezclador, bomba de inyección de desplazamiento positivo (pistones), manómetros certificados, tubería de inyección, obturadores y flautas de acero al carbón.

Ilustración 22.

Equipo de Inyección Belyin italiana



Nota: Se detalla en la figura el equipo de inyección para la elaboración de anclajes activos y pasivos.

Ver Ficha Técnica 2.3 perteneciente al Anexo 2. Fichas Técnicas Equipos de Perforación.

Equipo de Tensionamiento. El tensionamiento de anclajes consiste en inducir una carga de tensión superficial al bulbo del anclaje cementado a profundidad, a través del cable o la barra de acero de alta resistencia, para de esta forma incrementar los esfuerzos normales sobre la superficie de falla real o potencial y, por consiguiente, incrementar las fuerzas resistentes de fricción a lo largo de dicha superficie.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

El tensionamiento también induce esfuerzos de compresión que proveen confinamiento al terreno, contrarrestando de esta forma los esfuerzos cortantes actuantes.

Para el procedimiento de tensionamiento de anclajes, se utilizan cilindros hidráulicos con capacidad de aplicar carga a uno o varios cables o barras simultáneamente (monotorón o multitorón), bombas hidráulicas eléctricas y manuales con capacidad de presión máxima de 10.000psi, cuñas importadas, poporos y platinas en acero.

Bomba eléctrica power team de 1 a 10000 psi a control remoto

Cilindro multi torón de 1 a 120 toneladas

Cilindro mono torón de 1 a 30 toneladas

Cilindro mono torón de 1 a 40 toneladas

Ilustración 23.*Equipo de tensionamiento*

Nota: Se detalla en la figura el equipo de tensionamiento para la elaboración de anclajes activos, el cual debe cumplir y actualizar las fichas técnicas y de mantenimiento (calibración).

Ver Ficha Técnica 2.5 perteneciente al Anexo 2. Fichas Técnicas Equipos de Perforación.

3.2.4 Descripción de personal para el proceso de producción

Se realizaron los respectivos formatos de descripción del cargo para el personal del proyecto en el siguiente anexo:

Anexo 3. Formatos Descripción del Cargo

3.2.5 De la planta

Distribución de la planta. En cuanto a la distribución de los espacios para el inicio de las actividades preliminares, se establece la realización de las siguientes actividades antes de iniciar las mismas.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

La ubicación para la instalación del campamento se establece no muy lejos del punto a intervenir (talud), esto para que el personal encargado pueda estar más cerca y supervisando los procedimientos constructivos, de igual forma esta ubicación es estratégica para el almacenamiento de los insumos.

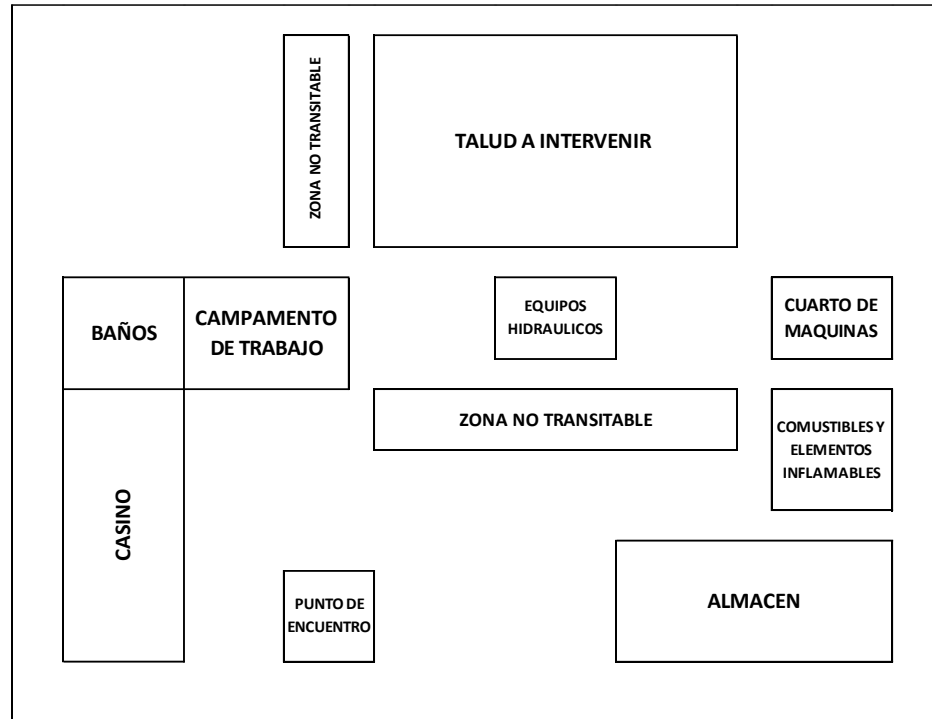
La instalación de baños se realiza con el apoyo del personal ambiental encargado, el sitio para la instalación de estos debe tener accesibilidad para la limpieza y mantenimiento de estos.

El casino se ubica en la zona delegada por el ente mayor, con el fin de garantizar la comodidad a la hora de alimentar al personal

Se define la ubicación de los equipos pesados (compresores, unidades) los cuales se ubican en la parte baja, ya sea del talud o bajo una estructura de contención (muro). Los anteriores se protegen con diques o plásticos en caso de caída de rocas o material que pueda afectar los equipos, como método preventivo se instalan plásticos o material que sirva como solvente a riegos ya sea de combustibles o hidráulicos.

Se adecua la zona a trabajar (rocería) previo a la localización de cada perforación, para luego de ello se instalen las canastas de perforación.

Desde una zona más alta del talud se busca y adecua un espacio para la instalación de tanques (almacenamiento de agua), para el momento de realizar actividad de lleno e inyección. Obras físicas de adecuación.

Ilustración 24.*Distribución de la Planta*

Nota: Se detalla en el esquema la distribución de espacios y organización de puntos para la puesta en marcha del proyecto.

3.2.5.1 Obras físicas de adecuación.

Como tarea principal se realizan talas y rocerías para la instalación de los equipos, luego de ello se buscan los puntos de anclaje para el sostenimiento de las canastas de perforación y para el izaje de los equipos que se necesiten en la parte alta del talud.

En cuanto a la instalación del campamento, se requiere la adecuación mecánica de una zona plana, lo anterior con el fin de poder ubicar las carpas para el almacenamiento de los equipos menores e insumos que se requieran.

Para el inicio de actividades es importante la construcción de bancos (soportes) para la construcción de los anclajes activos y pasivos.

En la instalación de la maquinaria solo es necesario ubicarlos en una zona estratégica, libre de posibles caídas de material o de alguna zona donde los mismos se puedan ver perjudicados.

3.2.5.2 Valoración de las obras físicas

Tabla 1.

Valoración de las obras físicas

ACTIVIDAD	UNIDA D	CANTID AD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Alquiler Retro cargador (Explanación, carga y movimiento de equipos)	Und	1	6.500.000	6.500.000
Alquiler guadaña (Rocería)	Und	1	850.000	850.000
Campamento (Conteiner)	Und	2	2.500.000	5.000.000
Alquiler de unidades sanitarias	Und	2	1.200.000	2.400.000
Utilería para adecuación de la planta (palas, carretillas, tamices, escoba, balde, trapero)	Global	1	1.000.000	1.000.000
Botiquín y Camilla de Emergencia	Und	1	500.000	500.000
Cemento	Bultos	100	23.000	2.300.000
Mezcladora	Und	1	700.000	700.000
TOTAL, INVERSIONES FÍSICAS				\$ 19.250.000

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversiones físicas para el inicio de ejecución de actividades.

3.2.6 Resumen de la inversión necesaria para la puesta en marcha

3.2.6.1. Compra o arrendamiento del lugar de operación. De acuerdo al contrato establecido con el inversionista principal INVIAS, no es necesario la compra o arrendamiento de predios, ya que para poder realizar la ejecución de actividades, las mismas se pueden llevar a cabo dentro del mismo proyecto a intervenir, siendo así que una vez finalizadas las actividades, el sitio intervenido inicialmente para la instalación de campamento y de los equipos, se entregaría a la entidad en buenas condiciones para que los mismos realicen actividades de paisajismo.

3.2.6.2 Inversión en maquinaria. A continuación, se describe en la Tabla 2 la inversión requerida para la maquinaria especializada del proyecto.

Tabla 2.

Inversión en maquinaria

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR TOTAL (\$)
Compresor Ingersoll Rand XP375	Und	1	350.000.000
Unidad de potencia D350	Und	1	280.000.000
Canasta de Perforación	Und	1	80.000.000
Inyección Belyin italiana	Und	1	75.000.000
Equipo de Tensionamiento	Und	1	110.000.000
TOTAL, INVERSIÓN EN MAQUINARIA			\$ 895.000.000

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversión de la maquinaria para la ejecución inicial y final de las actividades de estabilización del talud.

3.2.6.3 Inversión en obras físicas. Este numeral está contemplado en la Tabla 1. Se aclara que al realizarse el proyecto en una zona crítica de estabilización, donde el predio es propiedad del INVIAS, no se requiere una inversión en obras físicas, pues los valores prediales han sido consolidados fuera de la competencia del proyecto.

3.2.6.4 Resumen inversión. Con base en las necesidades del proyecto resultantes del análisis de los requerimientos de cada Fase de la Estabilización del Talud, se determina el presupuesto total necesario para el inicio de las actividades de ejecución del proyecto.

Con el fin de iniciar las actividades de estabilización se requiere la compra de materiales del proyecto, a continuación, en la Tabla 3, se indica el presupuesto total de los materiales.

Tabla 3.

Presupuesto Materiales estabilización de taludes

MATERIALES	UNID AD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Torón 0.500" (12.70 mm) grado 270, baja relajación, ASTM A-416	Kg	20.140	6.300	126.882.000
Alambre negro	Kg	500	3.250	1.625.000
Tubería PVC 1" 6ml	Und	1.050	18.000	18.900.000
Hoja segueta	Und	50	3.000	150.000
Soldadura PVC 1/4	Und	50	53.000	2.650.000
Limpiador PVC 1/4	Und	50	51.000	2.550.000
Tapón liso 1" PVC	Und	210	1.200	252.000
Unión 1 " PVC	Und	1.220	1.300	1.586.000
Neumáticos	Und	300	5.100	1.530.000
Cinta transparente rollo 100 mts	Und	10	8.000	80.000
Separadores de 1"	Und	1.400	1.100	1.540.000
Bichiroque	Und	10	15.000	150.000
Pulidora pequeña	Und	2	450.000	900.000
Discos de corte pulidora pequeña	Und	100	5.000	500.000
Taladro pequeño	Und	2	115.000	230.000

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

MATERIALES	UNID AD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Brocas para taladro	Und	30	2.000	60.000
Tijeras	Und	5	20.000	100.000
Cemento gris uso general X50 Kg	saco	3.450	18.000	62.100.000
Sikaplast	Und	30	326.000	9.780.000
Flauta de Inyección	Und	2	350.000	700.000
Platinas	Und	210	110.000	23.100.000
Poporas	Und	210	85.000	17.850.000
Cuñas	Und	820	2.000	1.640.000
Herramienta menor (Llaves de tubo, copas, pica, pala, palustre)	Und	1	1.000.000	1.000.000
Varilla peruana de 1" 12 ml	Und	1.625	257.000	417.625.000
Manguera polietileno 1/2" rollo 100 mts	Und	360	57.000	20.520.000
Tuercas	Und	1.625	8.000	13.000.000
Platina perno	Und	1.625	12.000	19.500.000
SUBTOTAL				\$ 693.480.000
VALOR IVA (19%)				\$ 131.761.200
VALOR TOTAL				\$ 825.241.200

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversión de materiales para la ejecución total de las actividades de estabilización de talud.

Para la puesta en marcha del proyecto de Estabilización, se contrató para su administración, un director de obra, un ingeniero residente, un ingeniero auxiliar, un profesional en Seguridad y Salud en el Trabajo, una secretaria y un almacenista. En la Tabla 4 se observa el costo del personal administrativo.

Tabla 4.*Costo personal administrativo*

PERSONAL	VALOR MENSUAL (\$)	CANTIDAD MESES	VALOR TOTAL (\$)
Director de obra	11.000.000	17	187.000.000
Ingeniero Residente	4.500.000	17	76.500.000
Ingeniero Auxiliar	2.000.000	17	34.000.000
Profesional en SST	2.500.000	17	42.500.000
Secretaria	1.500.000	17	25.500.000
Almacenista	1.300.000	17	22.100.000
TOTAL, COSTO PERSONAL ADMINISTRATIVO			\$ 387.600.000

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversión en personal administrativo para la ejecución de actividades de estabilización.

Se tienen también los costos de mano de obra del personal, para cumplir el cronograma de obra se requieren 3 cuadrillas para los anclajes activos y 2 cuadrillas para la perforación de los pernos, 1 cuadrilla de inyección y otra cuadrilla de tensionamiento, en la Tabla 5 se observan los costos.

Tabla 5.*Costo Mano de Obra*

PERSONAL	VALOR MENSUAL (\$)	CANTIDAD MESES	VALOR TOTAL (\$)
Operario 1 de Anclajes Activos	2.000.000	17	34.000.000
Ayudante practico 1 Anclajes Activos	1.200.000	17	20.400.000
Ayudante practico 1 Anclajes Activos	1.200.000	17	20.400.000
Operario 2 de Anclajes Activos	2.000.000	17	34.000.000
Ayudante practico 2 Anclajes Activos	1.200.000	17	20.400.000
Ayudante practico 2 Anclajes Activos	1.200.000	17	20.400.000
Operario 3 de Anclajes Activos	2.000.000	17	34.000.000
Ayudante practico 3Anclajes Activos	1.200.000	17	20.400.000
Ayudante practico 3 Anclajes Activos	1.200.000	17	20.400.000
Operario 1 de Pernos	2.000.000	17	34.000.000
Ayudante practico 1 pernos	1.200.000	17	20.400.000
Ayudante practico 1 pernos	1.200.000	17	20.400.000
Operario de Inyección	2.000.000	17	34.000.000
Ayudante practico 1 Inyección	1.200.000	17	20.400.000
Ayudante practico 1 Inyección	1.200.000	17	20.400.000
Operario de Tensionamiento	2.000.000	17	34.000.000
Ayudante practico 1 Tensionamiento	1.200.000	17	20.400.000
Ayudante practico 1 Tensionamiento	1.200.000	17	20.400.000
TOTAL, COSTO MANO DE OBRA			\$ 448.800.000

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversión en personal operativo para la ejecución de actividades de estabilización.

Además, se tiene en cuenta el valor del transporte del personal al punto de ejecución de las actividades, el arriendo de la casa donde se hospedará el personal de obra y el administrativo, la estimación de los servicios públicos, papelería, viáticos del personal, y la alimentación del personal.

Tabla 6.*Costo Administración General*

ACTIVIDAD	VALOR MENSUAL (\$)	CANTIDAD MESES	VALOR TOTAL (\$)
Arrendamiento casa operarios	1.500.000	17	25.500.000
Arrendamiento casa ayudantes	1.500.000	17	25.500.000
Arrendamiento Apartamento director	750.000	17	12.750.000
Arrendamiento Casa Ingenieros	750.000	17	12.750.000
Servicios públicos	1.000.000	17	17.000.000
Alimentación personal	13.000.000	17	221.000.000
Transporte personal	2.000.000	17	34.000.000
Alquiler camioneta director	1.000.000	17	17.000.000
Viáticos personales	3.500.000	17	59.500.000
Papelería	350.000	17	5.950.000
TOTAL, COSTO ADMINISTRACIÓN GENERAL			\$ 430.950.000

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversión el costo de administración general para la ejecución de actividades de estabilización.

Con el fin de tener actividades simultáneas se requiere la subcontratación de la excavación y terraceo del talud, es por esto por lo que se presenta en la tabla 7 los costos de esta actividad y el presupuesto que se requiere para su ejecución.

Tabla 7.*Subcontratación actividad excavación*

ACTIVIDAD	VALOR MENSUAL (\$)	CANTIDAD MESES	VALOR TOTAL (\$)
Alquiler de retroexcavadora	10.500.000	17	178.500.000
Operario de la retroexcavadora	3.500.000	17	59.500.000
Auxiliar de la retroexcavadora	2.000.000	17	34.000.000
Alimentación (Operario y auxiliar)	1.400.000	17	23.800.000
Hotel (Operario y auxiliar)	1.100.000	17	18.700.000
TOTAL, COSTO SUBCONTRATACIÓN ACTIVIDAD EXCAVACIÓN			\$ 314.500.000

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversión el costo de subcontratación para actividades de explanación y mejoramiento de zona a intervenir.

Por último, el Contrato contempla un anticipo del 20% para el inicio de las actividades, en la tabla 8 se detalla el valor de este, aclarando que su amortización se realizará mediante las actas mensuales de ejecución de obra.

Tabla 8.

Presupuesto contractual de la estabilización

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Excavación y terraceo del Talud	m3		60.475	3.459.653.800
		57.208		
Construcción de anclajes Activos 30 ml	ml	6.150	464.971	2.859.571.650
Construcción de pernos 12 ml	ml		162.573	2.817.064.944
		17.328		
Costo directo				9.136.290.394
Administración (9%)				822.266.135
Imprevistos (4%)				365.451.616
Utilidad (5%)				456.814.520
IVA sobre utilidad (19%)				86.794.759
				\$ 10.867.617.424
				\$ 2.173.523.485

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversión para el presupuesto contractual del proyecto de estabilización.

3.3 Matriz de Marco lógico

A continuación se presenta la matriz de marco lógico.

JERARQUÍA DE OBJETIVOS	METAS	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Fin Objetivos de Desarrollo	1. Realizar actividades de estabilización de taludes en los menores tiempos, evitando afectación económica, social y ambiental. 2. Identificar los posibles riesgos que se puedan presentar a la hora de la ejecución de las actividades 3. Desarrollar actividades constructivas con los estándares de calidad.	1. Mano de obra calificado quien realiza el control de las actividades. 2. Personal SST por medio de informes e inspección en campo. 3. Seguimiento por parte de la entidad de control (Interventoría)	1. Rendimientos del personal. 2. Informes diarios, semanales y mensuales. 3. El 100% del proyecto esté de acuerdo a los objetivos.	1. Falla geológica en el talud que provoque retrasos en la construcción. 2. Alta tasa de accidentalidad y/o enfermedad en el personal de obra. 3. No cumplimiento de la norma en los ensayos.
(Objetivos General) (Situación Final)	Plan de ejecución de la estabilización del talud cristales km 38+800 garantizando el tránsito vehicular y el comportamiento en el flujo económico de la región y seguridad para los usuarios del corredor vial Calarcá-Cajamarca.	Cumplimiento de metas parciales, durante la ejecución de actividades de acuerdo al cronograma	Comités de obra mensuales.	El presupuesto de obra no cumpla con las metas propuestas y la obra entre en suspensión.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

JERARQUÍA DE OBJETIVOS	METAS	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Resultados (Objetivos Específicos)	<p>Realizar actividades de estabilización de taludes en los menores tiempos, evitando afectación económica, social y ambiental.</p> <p>Identificar los posibles riesgos que se puedan presentar a la hora de la ejecución de las actividades.</p> <p>Desarrollar actividades constructivas con los estándares de calidad, mediante la construcción de anclajes activos, pasivos y obras de drenaje.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio técnico, incluye diseños 2. Cotizaciones de los insumos requeridos (materia prima). 3. Exámenes para revisión del estado de salud del personal. 4. Cronograma y revisión de rutas críticas para garantizar un efectivo avance de obra. 5. Ensayos de laboratorio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seguimiento e Informe final. 2. Contratos del personal. 3. Informe presentado por la entidad prestadora del servicio. 4. Visto bueno del director de obra. 5. Resultados de los ensayos en cumplimiento con la norma 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resultados esperados del estudio sean negativos. 2. Precios elevados mayores al presupuesto. 3. Personal no apto para las actividades. 4. Condiciones climáticas que retrasen las actividades. 5. Ensayos que no estén al alcance de la norma establecida.
Acciones (Actividades principales)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio geotécnico Inicial 2. Identificación de los insumos requeridos para el proyecto. 3. Contratación de personal. 4. Ejecución del proceso de estabilización del talud. 5. Certificaciones de calidad de los procesos realizados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio técnico, incluye diseños 2. Cotizaciones de los insumos requeridos (materia prima). 3. Exámenes para revisión del estado de salud del personal. 4. Cronograma y revisión de rutas críticas para garantizar un efectivo avance de obra. 5. Ensayos de laboratorio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seguimiento e Informe final. 2. Contratos del personal. 3. Informe presentado por la entidad prestadora del servicio. 4. Visto bueno del director de obra. 5. Resultados de los ensayos en cumplimiento con la norma 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resultados esperados del estudio sean negativos. 2. Precios elevados mayores al presupuesto. 3. Personal no apto para las actividades. 4. Condiciones climáticas que retrasen las actividades. 5. Ensayos que no estén al alcance de la norma establecida.

3.4 Identificación de recursos

Con el fin de definir los recursos a implementar en el proyecto se presenta la tabla 9, en ella se observa el costo total durante la duración completa de ejecución, esto permite considerar que los recursos son limitados y que se apuesta por una gestión y consumo efectivo de los mismos.

Tabla 9.

Recursos del Proyecto

RECURSOS	VALOR MENSUAL (\$)	CANTIDAD MESES (Duración total proyecto)	VALOR TOTAL (\$)
Personal Administrativo	22.800.000	17	387.600.000
Mano de Obra	26.400.000	17	448.800.000
Administración General	25.350.000	17	430.950.000
Subcontratación Actividades excavación	18.500.000	17	314.500.000
Materiales de obra	48.543.600	17	825.241.200
Préstamo Bancario	-	-	500.000.000
Anticipo	-	-	2.166.886.489
TOTAL, COSTO RECURSOS PROYECTO			\$ 5.073.977.689

Nota: Se detalla en la tabla el total de inversión para los recursos del proyecto de estabilización, la aprobación y adquisición de estos productos son importantes para el sostenimiento financiero de la entidad.

3.5 Cronograma de ejecución

Para el proyecto de Estabilización del talud Cristales se realiza el siguiente cronograma, el cual está dividido en 16 etapas, las cuales tienen como fin completar el proyecto en 356 días.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

Es de resaltar que para la ejecución de estos trabajos de Estabilización se requerirá realizar 205 anclajes activos de 30 ml y 1444 pernos de 12 ml. Esta intervención se realizará mediante etapas contempladas en el cronograma de la Tabla 10.

A continuación se adjunta el Diagrama Gantt en el Anexo 4, de acuerdo al cronograma del proyecto.

Anexo 4. Diagrama Gantt Intervención Talud Cristales

Tabla 10.*Cronograma de Intervención Talud Cristales*

ACTIVIDAD	INICIO	FIN	DURACIÓN (DÍAS)
Trabajos de Estabilización de talud	10/12/2020	30/11/2021	356
Estabilización etapa 1			
Excavación	10/12/2020	11/12/2020	2
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	14/12/2020	24/12/2020	11
Estabilización etapa 2			
Excavación	25/12/2020	29/12/2020	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	30/12/2020	7/01/2021	10
Estabilización etapa 3			
Excavación	8/01/2021	12/01/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	13/01/2021	23/01/2021	11
Estabilización etapa 4			
Excavación	24/01/2021	28/01/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	29/01/2021	1/02/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	2/02/2021	6/02/2021	5
Estabilización etapa 5			
Excavación	7/02/2021	11/02/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	12/02/2021	15/02/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	16/02/2021	22/02/2021	7
Estabilización etapa 6			
Excavación	23/02/2021	27/02/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	28/02/2021	2/03/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	3/03/2021	12/03/2021	10

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

ACTIVIDAD	INICIO	FIN	DURACIÓN (DÍAS)
Estabilización etapa 7			
Excavación	13/03/2021	17/03/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	18/03/2021	21/03/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	22/03/2021	1/04/2021	12
Estabilización etapa 8			
Excavación	2/04/2021	6/04/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	7/04/2021	10/04/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	11/04/2021	23/04/2021	13
Estabilización etapa 9			
Excavación	24/04/2021	28/04/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	29/04/2021	3/05/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	4/05/2021	17/05/2021	14
Estabilización etapa 10			
Excavación	18/05/2021	22/05/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	23/05/2021	26/05/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	27/05/2021	10/06/2021	15
Estabilización etapa 11			
Excavación	11/06/2021	15/06/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	16/06/2021	20/06/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	21/06/2021	6/07/2021	17
Estabilización etapa 12			
Excavación	7/07/2021	11/07/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	12/07/2021	15/07/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	16/07/2021	2/08/2021	18
Estabilización etapa 13			
Excavación	3/08/2021	7/08/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	8/08/2021	11/08/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	12/08/2021	31/08/2021	19
Estabilización etapa 14			
Excavación	1/09/2021	5/09/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	6/09/2021	9/09/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	10/09/2021	29/09/2021	20
Estabilización etapa 15			
Excavación	30/09/2021	4/10/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	5/10/2021	8/10/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	9/10/2021	30/10/2021	22

ACTIVIDAD	INICIO	FIN	DURACIÓN (DÍAS)
Estabilización etapa 16			
Excavación	31/10/2021	4/11/2021	5
Construcción de Anclajes Activos x 30 m	5/11/2021	8/11/2021	4
Construcción de Pernos x 12 m	9/11/2021	30/11/2021	22

Nota: Se detalla en la tabla el cronograma de actividades, teniendo en cuenta que las mismas se proyectaron para cumplir con tiempos de entrega y detallando uno a uno el proceso a realizar.

3.6 Presupuesto

El presupuesto estimado para el proyecto de Estabilización del Talud Cristales se realizó mediante valores de precios unitarios en las actividades de excavación (unidad de medida m³) y construcción de anclajes activos y pernos (unidad de medida ml).

El costo directo del presupuesto se obtiene sin incluir la Administración, utilidad, imprevisto y el IVA sobre la utilidad, aproximándose a un valor de: \$ 9.136.290.394 (Nueve mil ciento treinta y seis millones doscientos noventa mil trescientos noventa y cuatro pesos).

Una vez se incluye el AIU del proyecto con un porcentaje del 18%, el valor total incluyendo el IVA sobre la utilidad del 19%, se estima en: \$10.867.617.424 (Diez mil ochocientos sesenta y siete millones seiscientos diecisiete mil cuatrocientos veinticuatro pesos)

Tabla 11.

Presupuesto costo total proyecto

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Estabilización etapa 1				
Excavación	m ³	464,0	60.475	28.060.400

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	240,0	464.971	111.593.040
Estabilización etapa 2				
Excavación	m3	1032,0	60.475	62.410.200
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	510,0	464.971	237.135.210
Estabilización etapa 3				
Excavación	m3	1584,0	60.475	95.792.400
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	570,0	464.971	265.033.470
Estabilización etapa 4				
Excavación	m3	1776,0	60.475	107.403.600
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	360,0	464.971	167.389.560
Construcción de pernos x 12m	ml	408,0	162.573	66.329.784
Estabilización etapa 5				
Excavación	m3	2184,0	60.475	132.077.400
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	360,0	464.971	167.389.560
Construcción de pernos x 12m	ml	576,0	162.573	93.642.048
Estabilización etapa 6				
Excavación	m3	2760,0	60.475	166.911.000
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	300,0	464.971	139.491.300
Construcción de pernos x 12m	ml	852,0	162.573	138.512.196
Estabilización etapa 7				
Excavación	m3	3224,0	60.475	194.971.400
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	330,0	464.971	153.440.430
Construcción de pernos x 12m	ml	1008,0	162.573	163.873.584
Estabilización etapa 8				
Excavación	m3	3624,0	60.475	219.161.400
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	360,0	464.971	167.389.560
Construcción de pernos x 12m	ml	1140,0	162.573	185.333.220
Estabilización etapa 9				
Excavación	m3	3992,0	60.475	241.416.200
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	390,0	464.971	181.338.690
Construcción de pernos x 12m	ml	1260,0	162.573	204.841.980
Estabilización etapa 10				
Excavación	m3	4320,0	60.475	261.252.000
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	390,0	464.971	181.338.690
Construcción de pernos x 12m	ml	1380,0	162.573	224.350.740
Estabilización etapa 11				
Excavación	m3	4632,0	60.475	280.120.200
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	390,0	464.971	181.338.690
Construcción de pernos x 12m	ml	1500,0	162.573	243.859.500
Estabilización etapa 12				

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Excavación	m3	4936,0	60.475	298.504.600
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	390,0	464.971	181.338.690
Construcción de pernos x 12m	ml	1608,0	162.573	261.417.384
Estabilización etapa 13				
Excavación	m3	5256,0	60.475	317.856.600
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	390,0	464.971	181.338.690
Construcción de pernos x 12m	ml	1740,0	162.573	282.877.020
Estabilización etapa 14				
Excavación	m3	5576,0	60.475	337.208.600
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	390,0	464.971	181.338.690
Construcción de pernos x 12m	ml	1860,0	162.573	302.385.780
Estabilización etapa 15				
Excavación	m3	5896,0	60.475	356.560.600
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	390,0	464.971	181.338.690
Construcción de pernos x 12m	ml	1980,0	162.573	321.894.540
Estabilización etapa 16				
Excavación	m3	5952,0	60.475	359.947.200
Construcción de anclajes activos x 30m	ml	390,0	464.971	181.338.690
Construcción de pernos x 12m	ml	2016,0	162.573	327.747.168
Costo directo				9.136.290.394
Administración (9%)				822.266.135
Imprevistos (4%)				365.451.616
Utilidad (5%)				456.814.520
IVA sobre utilidad (19%)				86.794.759
VALOR TOTAL PROYECTO (100%)				\$10.867.617.424
Anticipo 20%				\$2.173.523.485

Nota: Se detalla en la tabla el costo total del proyecto mencionado, en el cual se explica el paso a paso y el costo que los mismos tienen.

Tabla 12.

Resumen Cantidades a Ejecutar en el Proyecto

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)	OBSERVACIONES
Excavación	57.208 m3	60.475	3.459.653.800	Para un total de Excavación de 57.208 m3
Anclajes Activos X 30 ml	6.150 ml	464.971	2.859.571.650	Para un total de 205 Anclajes Activos de 30 ml
Pernos x 12 ml	17.328 ml	162.573	2.817.064.944	Para un total de 1444 Pernos de 12 ml

Nota: Se detalla en la tabla el resumen de las cantidades a ejecutar de acuerdo a su precio unitario.

Al realizar el análisis de los gastos totales del proyecto se obtiene que constituyen el 32,54% del valor total del proyecto, se puede observar esto en la tabla 13, esto indica que se tiene un rango de gestión de los recursos alto, pues los gastos están por debajo del 50% del valor total.

Tabla 13.*Gastos totales del proyecto*

GASTOS	DURACIÓN (Meses)	VALOR TOTAL (\$)
Personal Administrativo	17	387.600.000
Mano de Obra	17	448.800.000
Administración General	17	430.950.000
Subcontratación Actividades excavación	17	314.500.000
Materiales de obra	17	825.241.200
Intereses del Préstamo bancario	36	216.000.000
Maquinaria y Equipos	17	895.000.000
Inversiones Físicas	17	19.250.000
TOTAL, GASTOS DEL PROYECTO (32,54%)		\$ 3.537.341.200

Nota: Se detalla en la tabla el total de gastos equivalentes a la producción e instalación de todos los elementos a utilizar para poder culminar las actividades programadas.

Como se puede observar en la Tabla 14, la utilidad del proyecto está estimada en un 67,45%, dando como resultado valores positivos que generan resultados satisfactorios en el proceso de ejecución.

Tabla 14.

Utilidad total del Proyecto

ACTIVIDAD	VALOR TOTAL (\$)
Valor Total del Proyecto	10.867.617.424
Gasto Total del Proyecto	3.537.341.200
TOTAL, UTILIDAD PROYECTO	\$ 7.330.276.224
TOTAL, UTILIDAD DEL PROYECTO (67,45%)	

Nota: Se detalla en la tabla el total de utilidad del presupuestada para poder realizar la intervención del talud, en esta tabla se puede diferenciar brevemente el costo vs ingresos.

3.7 Financiación

Se solicitará un crédito a la Entidad bancaria BANCOLOMBIA por valor de \$500.000.000,00 diferido a 36 meses, pactando una tasa de 1,20 % mensual, para suplir los gastos de inicio del proyecto.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

Es de resaltar que con este crédito se iniciará la ejecución del 24,60% de la obra a estabilizar, la forma de pago de la deuda adquirida se subsanará de acuerdo con los avances mensuales de obra, de esta forma se cumplirá con la obligación mensual,

A continuación, se presenta en la Tabla 15 la amortización de la deuda:

Tabla 15.*Financiación y amortización con la Entidad Bancaria*

AÑO	SALDO CAPITAL (\$)	PAGO CAPITAL (\$)	INTERÉS (\$)	MONTO DE PAGO (\$)	PLAZO EN DÍAS	SALDO CAPITAL(\$)	PAGO NO.	FECHA
1	500,000,000.00	13,647,331.39	500,000.00	14,147,331.39	30	486,352,668.61	1	11/02/2020
1	486,352,668.61	13,660,978.73	486,352.67	14,147,331.39	30	472,691,689.88	2	12/03/2020
1	472,691,689.88	13,674,639.70	472,691.69	14,147,331.39	30	459,017,050.17	3	11/04/2020
1	459,017,050.17	13,688,314.34	459,017.05	14,147,331.39	30	445,328,735.83	4	11/05/2020
1	445,328,735.83	13,702,002.66	445,328.74	14,147,331.39	30	431,626,733.17	5	10/06/2020
1	431,626,733.17	13,715,704.66	431,626.73	14,147,331.39	30	417,911,028.51	6	10/07/2020
1	417,911,028.51	13,729,420.37	417,911.03	14,147,331.39	30	404,181,608.14	7	09/08/2020
1	404,181,608.14	13,743,149.79	404,181.61	14,147,331.39	30	390,438,458.36	8	08/09/2020
1	390,438,458.36	13,756,892.94	390,438.46	14,147,331.39	30	376,681,565.42	9	08/10/2020
1	376,681,565.42	13,770,649.83	376,681.57	14,147,331.39	30	362,910,915.59	10	07/11/2020
1	362,910,915.59	13,784,420.48	362,910.92	14,147,331.39	30	349,126,495.11	11	07/12/2020
1	349,126,495.11	13,798,204.90	349,126.50	14,147,331.39	30	335,328,290.21	12	06/01/2021
2	335,328,290.21	13,812,003.10	335,328.29	14,147,331.39	30	321,516,287.11	13	05/02/2021
2	321,516,287.11	13,825,815.11	321,516.29	14,147,331.39	30	307,690,472.00	14	07/03/2021
2	307,690,472.00	13,839,640.92	307,690.47	14,147,331.39	30	293,850,831.08	15	06/04/2021
2	293,850,831.08	13,853,480.56	293,850.83	14,147,331.39	30	279,997,350.51	16	06/05/2021
2	279,997,350.51	13,867,334.04	279,997.35	14,147,331.39	30	266,130,016.47	17	05/06/2021
2	266,130,016.47	13,881,201.38	266,130.02	14,147,331.39	30	252,248,815.09	18	05/07/2021
2	252,248,815.09	13,895,082.58	252,248.82	14,147,331.39	30	238,353,732.51	19	04/08/2021
2	238,353,732.51	13,908,977.66	238,353.73	14,147,331.39	30	224,444,754.85	20	03/09/2021
2	224,444,754.85	13,922,886.64	224,444.75	14,147,331.39	30	210,521,868.21	21	03/10/2021
2	210,521,868.21	13,936,809.53	210,521.87	14,147,331.39	30	196,585,058.68	22	02/11/2021
2	196,585,058.68	13,950,746.34	196,585.06	14,147,331.39	30	182,634,312.35	23	02/12/2021
2	182,634,312.35	13,964,697.08	182,634.31	14,147,331.39	30	168,669,615.27	24	01/01/2022
3	168,669,615.27	13,978,661.78	168,669.62	14,147,331.39	30	154,690,953.49	25	31/01/2022
3	154,690,953.49	13,992,640.44	154,690.95	14,147,331.39	30	140,698,313.05	26	02/03/2022
3	140,698,313.05	14,006,633.08	140,698.31	14,147,331.39	30	126,691,679.96	27	01/04/2022
3	126,691,679.96	14,020,639.71	126,691.68	14,147,331.39	30	112,671,040.25	28	01/05/2022
3	112,671,040.25	14,034,660.35	112,671.04	14,147,331.39	30	98,636,379.89	29	31/05/2022

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

3	98,636,379.89	14,048,695.01	98,636.38	14,147,331.39	30	84,587,684.88	30	30/06/2022
3	84,587,684.88	14,062,743.71	84,587.68	14,147,331.39	30	70,524,941.17	31	30/07/2022
3	70,524,941.17	14,076,806.45	70,524.94	14,147,331.39	30	56,448,134.72	32	29/08/2022
3	56,448,134.72	14,090,883.26	56,448.13	14,147,331.39	30	42,357,251.46	33	28/09/2022
3	42,357,251.46	14,104,974.14	42,357.25	14,147,331.39	30	28,252,277.31	34	28/10/2022
3	28,252,277.31	14,119,079.12	28,252.28	14,147,331.39	30	14,133,198.20	35	27/11/2022
3	14,133,198.20	14,133,198.20	14,133.20	14,147,331.39	30	0.00	36	27/12/2022

Nota: Se detalla en la tabla la parte financiera o bancaria para poder garantizar el sostenimiento de la empresa, ya que se trabaja a mes vencido, por lo que toca tener en cuenta el tiempo de elongación que se tiene para poder contar con los recursos provenientes de la ejecución de actividades y cumplimiento de tiempos de obra.

3.8 Indicadores de evaluación del proyecto

Se plantean a continuación los indicadores de evaluación del proyecto, con el fin de ser utilizados en la etapa de ejecución, con estos se permite medir el avance del proyecto.

- Cumplimiento del Cronograma de ejecución al 100% en los términos establecidos, lo cual permite que los habitantes y usuarios de la vía cuenten nuevamente con sus condiciones de movilidad sin afectación.
- Disminución de los riesgos de accidente a los usuarios viales en un 40% en el Corredor Calarcá –Cajamarca, de acuerdo a información brindada por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, pues al realizar actividades de estabilización del talud con los debidos protocolos de seguridad y salud en el trabajo, se disminuyen los desprendimientos de material que puedan caer al corredor vial que generen accidentes a los usuarios y peatones de la zona.

- Disminución del Tiempo de recorrido en el Tramo vial Calarcá – Cajamarca a un tiempo de 30 minutos, pues ya no se requieren cierres parciales de la vía mediante Puntos de control del tráfico (Auxiliares de tránsito), adicional al evitar que por causas naturales el talud ocasione derrumbes en la vía, la circulación por el tramo vial será de manera fluida y continúa beneficiando al sector comercio, turístico, social, entre otros.
- Alto Impacto en la calidad del proyecto, lo cual beneficia que a largo plazo las actividades ejecutadas cumplan con el tiempo de diseño contractual, siendo este 15 años para la estabilización del talud, esto evitará reprocesos en futuros monitoreos por parte de la Interventoría.

4. Conclusiones

Mediante el manejo integral de las diferentes disciplinas como la ingeniería y la Gerencia de proyectos, es posible formular, proyectar, evaluar y definir las alternativas más factibles y viables en la solución a una problemática, como se ha registrado en el presente documento.

Partiendo de la problemática generada por las fallencias presentadas en la infraestructura vial existente sobre el corredor vial Calarcá – Cajamarca, las cuales no solo perjudican a la población de estos dos municipios, sino que generan un fuerte impacto a nivel general en la movilidad vehicular, conectividad, seguridad de los usuarios y por ende en la economía y el desarrollo del país. En consecuencia, se concluye la necesidad y prioridad de implementar alternativas de solución que minimicen las afectaciones mencionadas.

La evidencia que presentamos anteriormente demuestra que el talud cristales ubicado en el K38+800, presenta fallas y desprendimientos de material, poniendo en riesgo los transeúntes de la vía nacional y al personal que se encuentra realizando actividades para la construcción de la calzada (Calarcá-Cajamarca); adicional a ello se evitaría un impacto negativo para la economía del país, mitigación de problemáticas sociales generados por la misma causa; por lo que es prioridad realizar la intervención y ejecutar un método de estabilización (anclajes activos, pasivos), con los estándares de calidad y personal capacitado.

La inversión correspondiente a las actividades de estabilización propuestas, es mínima en comparación a los beneficios generados con la implementación del proyecto.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CRISTALES

Se presenta presupuesto, cronograma de actividades para la puesta en marcha del proyecto, el cual cuenta con precios ajustados y tiempos de entrega establecidos.

Referencias

Cruce de la Cordillera Central: Túneles del II Centenario- Túnel de la línea y segunda calzada Calarcá-Cajamarca. (2012). <https://www.invias.gov.co>

D & P Suministros. (2021). <https://www.suministrosdyp.com.co>

Túnel de la Línea. (2021). <https://www.invias.gov.co>

Anclajes y Perforaciones. (2021). <https://anclajesyperforaciones.co>

Universo de Servicios. (2021). <https://www.universodeservicios.com>

Zafra Granados, Y. (2018). Coadyuvar en la estructuración de sistemas de información geográfica para la captura y organización de información referida a la gestión del riesgo en la infraestructura de transporte no concesionada.

Roberto Ucar. (2002). Manual de Anclajes en Obras de Tierras.

Sistemas de anclaje para geotecnia. (2010).

[http://www.freyssinet.com/freyssinet/wfreyssinet_mx.nsf/0/70A93FE8FD82B3E68625851C00611B6B/\\$file/12%20SISTEMAS%20DE%20ANCLAJE%20PARA%20GEOTECNIA.pdf](http://www.freyssinet.com/freyssinet/wfreyssinet_mx.nsf/0/70A93FE8FD82B3E68625851C00611B6B/$file/12%20SISTEMAS%20DE%20ANCLAJE%20PARA%20GEOTECNIA.pdf)

Concepto y Clasificación de los anclajes. (2019).

<https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/02/08/concepto-y-clasificacion-de-los-anclajes/>

Anclajes. (2018). <https://www.ecured.cu/Anclajes>

Guía para el diseño y ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras. (2001).

https://www.mitma.es/recursos_mfom/0710300.pdf

Documentación inyección de pernos para la estabilización de taludes y túneles. (2020).

https://www.toxement.com.co/media/4198/gui-a_taludes-comprimido.pdf

Benites, E y Sarmiento, L.(2014) Guía práctica para la estabilización de taludes generados por la construcción de plataformas para perforación mediante la técnica de hidrosiembra, en el área de campo Llanito Ecopetrol.

Pérez, E. (2005). Estabilidad de Taludes

Taylor, D. (1961. Principios fundamentales de mecánica de suelos. CECSA, México D.F