



## Diseño de prototipo automatizado para mantenimiento de cableado transportador

María Camila Buitrago Sepúlveda ID: 666326

Tatiana Marcela Bastidas Turizo ID: 661399

Heiler Urango Hoyos ID: 657425



Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Urabá (Antioquia)

Programa Administración de Empresas

Agosto de 2022

## Diseño de prototipo automatizado para mantenimiento de cableado trasportador

María Camila Buitrago Sepúlveda ID: 666326

Tatiana Marcela Bastidas Turizo ID: 661399

Heiler Urango Hoyos ID: 657425



Trabajo de Grado Presentado como requisito para optar al título de Administrador de

Empresas

**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
*Educación de calidad al alcance de todos*

Asesor(a)

*Centro Regional Urabá*

Liliam María Sánchez Correa

Título académico MG Educación y Desarrollo Humano

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Urabá (Antioquia)

Programa Administración de Empresas

Agosto de 2022

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
*Educación de calidad al alcance de todos*  
*Centro Regional Urabá*

\_\_\_\_\_  
**Firma del presidente del jurado**

\_\_\_\_\_  
**Firma del jurado**

\_\_\_\_\_  
**Firma del jurado**

Apartado Antioquia 31 de octubre de 2022

## Dedicatorias

### **María Camila Buitrago Sepúlveda**

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido cumplir el sueño anhelado de ser profesional, a mi madre María Libia Sepúlveda Ávila, quien me ha acompañado paso a paso en esta trayectoria, a mi hermana María Libia Buitrago Sepúlveda y mi padre Edilson Buitrago Giraldo por darme su apoyo emocional en este proceso de formación, a mi familia por su comprensión y cariño, y a todas aquellas personas que influyeron durante estos últimos años en mis ganas de salir adelante, especialmente a la empresa Serviucis S.A.S.



**Heiler Urango Hoyos**

Agradezco a mi madre que siempre ha creído en mí.

Al Padre Celestial que me ha fortalecido en los momentos que declino.

UNIMINUTO  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Centro Regional Urabá

### **Tatiana Marcela Bastidas Turizo**

A todos aquellos que han creído en mí sinceramente: a mi mamá, hermana, a mis compañeros Heiler y Camila, a los profesores y

A mis niños que con su vida hacen feliz la mía: Samuel y Samantha.

## Agradecimientos

Agradecemos profundamente a la docente Liliam María Sánchez Correa y al señor Edinson Fernando Rúa Fonseca, por brindarnos su tiempo, dedicación, esfuerzo y conocimientos fuertes para el desarrollo y culminación de este gran proyecto.

Asimismo, expresamos nuestra gratitud a la Corporación Universitaria Minuto de Dios, institución que nos brindó la oportunidad de formación superior de alta calidad e inspiración al implantarnos las mejores bases desde el ser para la culminación de nuestros esfuerzos.

Finalmente, a todo el cuerpo de tutores que se encontraron involucrados en cada una de las etapas de nuestra carrera profesional de inicio a fin, aportando sabiduría, y distintos elementos de valor para nuestra vocación como futuros Administradores de Empresas.



## Tabla de Contenido

1	Resumen .....	17
2	Abstrac.....	18
	Keywords.....	18
3	Introducción.....	19
4	Antecedentes: Cable vía .....	23
5	Título .....	28
6	Problema de investigación.....	28
	6.1 Descripción del problema .....	28
7	Planteamiento del problema .....	32
	7.1 Esquematización del problema .....	33
8	Justificación.....	34
9	Objetivo de la Investigación.....	37
	9.1 Objetivo general.....	37
	9.2 Objetivos específicos .....	37
10	Marco referencial.....	38
	10.1 Estado del arte.....	38
	10.2 Estado del arte internacional.....	38
	10.3 Investigaciones nacionales.....	40
	10.4 Investigaciones locales.....	43
11	Metodología.....	45
12	Marco teórico.....	49
	12.1 Transporte de recolección de fruta.....	49
	12.2 Transporte aéreo por cable.....	49

12.3	Tipo de movimiento.....	49
12.3.1	Vaivén.....	49
12.3.2	Instalación.....	50
12.4	Automatización.....	50
12.5	Automatizar.....	50
12.6	Mantenimiento.....	50
12.7	Tipos de Mantenimiento.....	51
12.7.1	Mantenimiento Correctivo.....	51
12.7.2	Mantenimiento Correctivo no planificado.....	51
12.7.3	Mantenimiento Correctivo planificado.....	51
12.7.4	Ventajas Mantenimiento Correctivo.....	51
12.7.5	Desventajas Mantenimiento Correctivo.....	52
12.7.6	Mantenimiento Preventivo.....	52
12.7.7	Mantenimiento Preventivo Planificado.....	52
12.7.8	Mantenimiento Basado en Condición o Predictivo.....	52
12.7.9	Ventajas Mantenimiento Preventivo.....	53
12.7.10	Desventajas Mantenimiento Preventivo.....	53
12.8	Plan de Mantenimiento Preventivo.....	53
12.9	Tareas de Mantenimiento.....	54
12.10	Auditoría de mantenimiento.....	55
12.11	Registro Mantenimiento.....	55
12.12	Ficha Técnica Mantenimiento.....	55
12.13	Sistema de cable vía.....	56



12.14	Estructura del sistema se cable vía.....	56
12.15	Partes del cable vía.....	57
12.16	Beneficios de la implementación del sistema cable vía.....	61
12.17	Desventajas de la implementación del sistema cable vía.....	62
13	Marco conceptual .....	63
13.1	El transporte.....	63
13.1.1	Transporte externo.....	64
13.1.2	Transporte interno.....	64
13.1.3	Transporte de carga en la agricultura.....	64
13.1.4	Transporte de fruta en la recolección.....	65
13.1.5	Mecanismos de transporte de carga en áreas rurales.....	65
13.1.6	Transporte aéreo por cable.....	65
13.2	Garrucha.....	66
13.3	Partes de una garrucha.....	66
Tabla 1.	.....	66
<i>Partes de una garrucha</i>	.....	66
13.4	Sistema de lubricación .....	67
Tabla 2.	.....	67
<i>Sistema de lubricación</i>	.....	67
13.5	Cables eléctricos.....	69
13.6	Partes de un cable eléctrico.....	69
13.7	Tipos de conductores eléctricos .....	70
13.8	Tipos de aislamientos de cables eléctricos.....	72

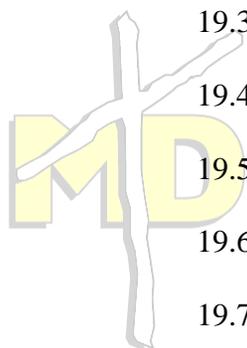


13.9	Tipos de aislamientos de cable .....	73
13.10	Tipos de acero de alto carbono.. .....	74
14	Marco Legal.....	75
14.1	Artículo 1º.....	75
14.1.1	Cable aéreo.....	76
14.1.2	Transporte por cable .....	76
14.1.3	Transporte de carga.....	76
14.2	La Ley 31 de 1925. ....	76
14.2.1	Artículo 1º.....	76
	Tabla 3. ....	77
	<i>Tasas patentes de invención.....</i>	<i>77</i>
15	Resultados y discusión.....	79
	Tabla 4. ....	82
15.1	Momento metodológico.....	83
15.2	Diseño de la investigación .....	83
15.3	Línea y sublínea de investigación .....	83
15.4	Método de investigación.....	83
15.5	Recolección de fuentes primarias .....	83
15.6	Recolección de fuentes secundarias.....	84
15.7	Aspectos administrativos del proyecto. ....	84
15.7.1	Supervisión. ....	84
15.7.2	Presupuesto. ....	84
	Tabla 5. ....	84

<i>Descripción maquinaria prototipo</i> .....	84
Tabla 6. ....	85
<i>Costos del proyecto</i> .....	85
15.7.3    Cronograma de actividades.....	86
15.7.4    Análisis e interpretación de datos. ....	86
15.8    Guía para la construcción de la fase diagnóstica, como insumo primario para la creación de un prototipo para el sector bananero de la región de Urabá. ....	87
15.8.1    Metodología para la construcción del diagnóstico del prototipo. .	87
15.9    Análisis de datos de la visita de campo. ....	87
15.9.1    Descripción de los problemas y necesidades identificadas según la visita de campo y la primera prueba del prototipo en el cable vía.....	87
Tabla 7. ....	87
<i>Fallas del prototipo</i> .....	87
15.10    Registro fotográfico de la visita a campo .....	89
15.11    Formatos de campo pruebas del prototipo.....	93
Tabla 8. ....	93
<i>Prueba funcionalidad del prototipo</i> .....	93
Tabla 9. ....	93
<i>Variable velocidad del prototipo</i> .....	93
Tabla 10. ....	94
<i>Calidad de limpieza que realiza el prototipo</i> .....	94
Tabla 11. ....	94
<i>Variable distancia que puede recorrer el prototipo</i> .....	94



Tabla 12. ....	95
Tabla 13. ....	95
<i>Calidad de engrase que realiza el prototipo.....</i>	<i>95</i>
16 Conclusiones.....	96
17 Recomendaciones .....	98
18 Referencias .....	99
19 Anexos.....	103
19.1 Anexo 1. Prueba 1 velocidad que alcanza el prototipo.....	103
19.2 Anexo 2. Funcionalidad del prototipo. ....	104
19.3 Anexo 3.....	105
19.4 Anexo 4.....	106
19.5 Anexo 5.....	107
19.6 Anexo 6.....	108
19.7 Anexo 7.....	109
19.8 Anexo 8.....	110



## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> .....	66
<i>Partes de una garrucha</i> .....	66
<b>Tabla 2</b> .....	67
<i>Sistema de lubricación</i> .....	67
<b>Tabla 3</b> .....	77
<i>Tasas patentes de invención</i> .....	77
<b>Tabla 4</b> .....	82
<b>Tabla 5</b> .....	84
<i>Descripción maquinaria prototipo</i> .....	84
<b>Tabla 6</b> .....	85
<i>Costos del proyecto</i> .....	85
<b>Tabla 7</b> .....	87
<i>Fallas del prototipo</i> .....	87
<b>Tabla 8</b> .....	93
<i>Prueba funcionalidad del prototipo</i> .....	93
<b>Tabla 9</b> .....	93
<i>Variable velocidad del prototipo</i> .....	93
<b>Tabla 10</b> .....	94
<i>Calidad de limpieza que realiza el prototipo</i> .....	94
<b>Tabla 11</b> .....	94
<i>Variable distancia que puede recorrer el prototipo</i> .....	94
<b>Tabla 12</b> .....	95

<b>Tabla 13</b> .....	95
<i>Calidad de engrase que realiza el prototipo</i> .....	95



## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b>	<i>Sistema descrito por Webb en 1977.</i> .....	24
<b>Figura 2.</b>	<i>Diseño publicado por Mohd Solah Deraman y Mohammad Borhan Selamat en 2004.</i> .....	27
<b>Figura 3.</b>	<i>Esquematzación del problema</i> .....	33
<b>Figura 4.</b>	.....	57
	<i>Torre simple completa</i> .....	57
<b>Figura 5.</b>	.....	58
	<i>Poste terminal</i> .....	58
<b>Figura 6.</b>	.....	58
	<i>Cable simple</i> .....	58
<b>Figura 7.</b>	.....	59
	<i>Caja de transferencia</i> .....	59
<b>Figura 8.</b>	.....	59
	<i>Gancho para garrucha</i> .....	59
<b>Figura 9.</b>	.....	60
	<i>Conectores</i> .....	60
<b>Figura 10.</b>	.....	69
	<i>Grasera</i> .....	69
<b>Figura 11.</b>	.....	70
	<i>Conductor de alambre desnudo</i> .....	70
<b>Figura 12.</b>	.....	71
	<i>Conductor de alambre aislado</i> .....	71

<b>Figura 13.</b> .....	71
<i>Conductor de cable flexible</i> .....	71
<b>Figura 14.</b> .....	72
<i>Conductor de cordón</i> .....	72
<b>Figura 15.</b> .....	73
<i>Tipo de cable dúplex</i> .....	73
<b>Figura 16.</b> .....	73
<i>Acero en alto carbono</i> .....	73
<b>Figura 17.</b> .....	74
<i>Acero de carbono</i> .....	74
<b>Figura 18.</b> .....	79
<i>Diagrama de flujo ensamble y funcionalidad del prototipo</i> .....	79
<b>Figura 19.</b> .....	80
<i>Prototipo con cepillos de limpieza</i> .....	80
<b>Figura 20.</b> .....	80
<i>Prototipo con sistema de engrase</i> .....	80
<b>Figura 21.</b> .....	81
<i>Instalación cepillos de limpieza</i> .....	81
<b>Figura 22.</b> .....	81
<i>Instalación sistema de engrase</i> .....	81
<b>Figura 23.</b> .....	86
<i>Cronograma de actividades</i> .....	86
<b>Figura 24.</b> .....	89

*Prototipo construido* ..... 89

**Figura 25.**..... 90

*Prototipo en trayectoria recta* ..... 90

**Figura 26.**..... 91

*Prototipo en función con 24 voltios 9.0 amperios.* ..... 91

**Figura 27.**..... 92

*Prototipo en función con 12 voltios 4.6 amperios.* ..... 92

**Figura 28.**..... 103

**Figura 29.**..... 104

**Figura 30.**..... 105

**Figura 31.**..... 106

**Figura 32.**..... 107

## 1 Resumen

Este proyecto genera una propuesta innovadora para el mantenimiento automático del cable vía que se utiliza como transporte para trasladar la fruta en fincas de la región de Urabá y todo el país colombiano en el sector turístico, el cual será, la realización de un prototipo, que se caracteriza por ser automático, de creación propia. Especificando a través de visitas de campo y reuniones con directivos de fincas bananeras, cómo se realizará el proceso que ejecute la limpieza y engrase para facilitar su deslizamiento sobre otra superficie. Se analizan también los costos de elaboración del equipo de limpieza del cable vía, para la logística de traslado de todo tipo de fruta y se formulan estrategias contingentes que permitan que el producto se conserve en condiciones correctas durante su traslado. La metodología utilizada se fundamenta en la revisión documental, diseño y prueba del prototipo, especificaciones técnicas y registro de fallas mediante formatos que midan las variables necesarias para su corrección y pueda ser industrializado. Dentro de estos resultados y discusiones se presenta el diseño del flujograma requerido en la construcción del producto, prueba en el cable y prueba de funcionalidad, presentando este nuevo diseño de forma automática y garantizando la rentabilidad de este mismo en las empresas que utilizan los cable vía como medio de transporte para su fruta y para el sector turístico, reemplazando a su vez la mano de obra que requiere el mantenimiento actual, disminuyendo en gran manera el índice de accidentalidad laboral y contaminación del medio ambiente que el mantenimiento actual del cable vía genera.

**Palabras clave:** cable vía, diseño del prototipo, cables aéreos, flujograma de procesos, funcionalidad de prototipos, automatizado.

## 2 Abstrac

This project generates an innovative proposal for the automatic maintenance of the cableway that is used as transport to transport the fruit in farms in the Urabá region and throughout the Colombian country in the tourism sector, which will be the realization of a prototype, which It is characterized by being automatic, self-created. Specifying through field visits and meetings with directors of banana farms, how the process that executes the cleaning and greasing will be carried out to facilitate its sliding on another surface. The costs of manufacturing the cleaning equipment for the cableway are also analyzed, for the logistics of transporting all types of fruit, and contingent strategies are formulated that allow the product to be preserved in correct conditions during its transfer. The methodology used is based on documentary review, prototype design and testing, technical specifications and fault recording through formats that measure the variables necessary for its correction and can be industrialized. Within these results and discussions, the design of the flowchart required in the construction of the product, cable test and functionality test is presented, presenting this new design automatically and guaranteeing its profitability in companies that use cable via as a means of transport for its fruit and for the tourism sector, in turn replacing the workforce that current maintenance requires, greatly reducing the rate of occupational accidents and environmental pollution that the current maintenance of the cableway generates.

**Keywords:** cableway, prototype design, overhead cables, process flowchart, prototype functionality, automated.

### 3 Introducción

El siguiente proyecto, presenta un prototipo, el cual se caracteriza por ser automático, de creación propia, especializado en realizar el mantenimiento y/o engrase del cable vía de forma autónoma, para facilitar el transporte en todo momento de la fruta en la zona bananera, región especialista en la agricultura, principalmente en productos transformados que pueden surgir a partir del banano, desde alimentos procesados (chips, harinas, deshidratados, conservas y pulpas) y artesanías de fibra, hasta productos que implican mayor investigación e infraestructura como biocombustible y alimentos funcionales con alto valor farmacéutico y nutricional, por ello este es el protagonista del nombre de la región, por lo tanto, dicha agricultura es de economía campesina, además pretendemos disminuir el índice de accidentalidad laboral en el campo bananero por esta labor.

Dicho dispositivo se espera poder industrializar, luego de ser sometido a las diferentes pruebas en el cable vía, con sus distintas variables (distancia que alcanza a recorrer, velocidad, estabilidad, limpieza, engrase), el prototipo con sus piezas será sometido a tres pruebas (1, 2, 3), demostrando que las piezas elegidas, para su construcción, sean las indicadas para el cumplimiento de su objetivo y a su vez, poderse comercializar en la zona de Urabá a las distintas comercializadoras internacionales encargadas de la exportación de banano, tales como BANASAN, UNIBAN, BANACOL, comercializadoras de gran prestigio en el país y la región por la gran representación internacional gracias a su venta en destinos como en “el continente europeo con el 73% del fruto, pues hasta 31 de sus países son los principales socios comerciales para los bananeros”, como lo publica (sectorial, 2017) en su página web.

El cable vía es un sistema de transporte agroindustrial aplicado a terrenos con bajas pendientes (menores a 7%) y que utiliza un cable tensado de acero “rígido-fijo” y una serie de

elementos estructurales, los cuales nos permiten transportar internamente en las plantaciones de flores, banano, palma, frutas y otros, los productos de cosecha, hacia las salas de clasificación (en postcosechas y/o empacadoras) o centros de acopio, después de ser cultivados y cortados utilizado cuando se requiere movilizar los productos por largas extensiones, estrechos espacios, ondulados e irregulares terrenos. También se usa para ceba intensiva de ganado o “feedlot”, movimiento de frutas, camarones, café y materiales o insumos en los cultivos, ingenieros analpes maneja estos sistemas de transporte como proyectos de obra civil y mecánica. (Ingenieros Analpes, 2020, p.1).

El primer cultivo industrializado de banano comenzó a cultivarse desde los años 1970 en la zona del Urabá antioqueño. Esta industria en la actualidad se caracteriza por ser una de las principales actividades económicas de la región, generadoras de empleo y de actividad económica promotora de desarrollo social y económico.

Asimismo Robinson (2011) establece que “la actividad bananera, al igual que la mayoría de actividades agrícolas, es altamente demandante de mano de obra, tanto en cantidad como en calidad” (p.11)

La primera agroindustria generada en la zona de Urabá fue PASABAN (banana pasa), siendo el banano sus potencialidades, posterior a eso se siguieron haciendo cultivos solamente del sector primario. Además geográficamente el golfo de Urabá, es una zona muy importante para el desarrollo del país, sobre todo considerado como la mejor esquina de América, es una subregión en la que predominan la ganadería, la agroindustria, la explotación de madera, la agricultura y el turismo. Sus tres zonas, establecidas por sus características geográficas y poblacionales, la zona Norte, que incluye a Arboletes, Necoclí, San Juan de Urabá y San Pedro de Urabá; la zona Centro, que incluye a Apartadó, Carepa, Chigorodó, Mutatá y Turbo; la zona

Atrato Medio, que incluye a Murindó y Vigía del Fuerte, constituyen el eje bananero de Antioquia, siendo este el principal rublo de exportación de su agroindustria. (Toro, 2019, p.1)

Dicha región se encarga de la recolección y distribución de frutos tales como el banano verde para la venta a las distintas comercializadoras internacionales encargadas de su exportación, a través de algunas empresas de la región, comercializadoras de gran prestigio en el país y la región por la gran representación internacional gracias a su venta en destinos como en “el continente europeo con el 73% del fruto, pues hasta 31 de sus países son los principales socios comerciales para los bananeros”, según la publicación realizada por (Sectorial, 2017) en su página web.

Para cumplir de la forma más eficiente, es necesario analizar las fallas actuales que contempla el mantenimiento del sistema de transporte (cable vía), que utilizan algunas de estas empresas bananeras de la región de Urabá, pues a través de la visita de campo, se pudo evidenciar que no es el sistema más adecuado para el traslado y seguridad de las frutas, si éste no tiene un mantenimiento adecuado y con periodicidad, contribuyendo a los daños de estas mismas y demás factores negativos presentados en varias ocasiones, por lo cual, es necesario el planteamiento de posibles soluciones, con el fin de proporcionar mejoras en factores como seguridad, tiempo, costos y demás elementos de importancia para garantizar la eficiencia de este sector, y mejores alternativas para el plan de exportación directa que se está desarrollando y esperan llevar a la realidad en un futuro.

Dentro de los resultados y discusiones esperados, se realizara el diagrama de flujo del ensamble del prototipo, la construcción del prototipo, pruebas 1, 2 y 3 en el cable vía, en las cuales se medirán las variables: velocidad, distancia, estabilidad, tiempo, limpieza y engrase, se determina la viabilidad del prototipo, se determina el impacto ambiental que genera el engrase

manual y automático mediante videos tomados en la visita de campo, los cuales describen este proceso, luego de haber completado las 3 pruebas del prototipo, se espera que científicamente quede completamente funcional y pueda ser industrializado y/o comercializado en las fincas bananeras de la región de Urabá.



#### 4 Antecedentes: Cable vía

Es importante mencionar que cuando se habla de la experiencia de los palmicultores en el exterior surgen múltiples términos

En la literatura internacional, el tema de la adopción de cable vías para la recolección y evacuación de fruto de palma de aceite hizo su aparición en los años setenta. En 1977, Webb planteó su uso como una alternativa para cosechar cultivos sembrados en terrenos con pendientes elevadas. Describió un sistema utilizado en banano, que podría funcionar para palma de aceite, en el que el extremo superior del cable es fijado a un poste en la parte más elevada de la colina y el extremo inferior a un punto de despacho, en la parte inferior de la misma.

En el trayecto del cable, a cada cierta distancia se ubican unos puntos colectores en donde son cargadas las mallas con los racimos. Éstas se encuentran atadas a un cable sin fin que se mueve en torno a unas ruedas ubicadas en los puntos terminales del sistema.

En el área de despacho, que se recomienda esté en la parte baja de la colina para darle una mayor altura al cable en el punto terminal, después de descargar los racimos de las mallas, éstas se transfieren al cable de subida, que las devuelve a los puntos colectores para ser recargadas (Figura 1). Finalmente, Webb argumenta que además de poder ser usado este sistema para áreas con pendientes elevadas, tiene la ventaja de minimizar la compactación de suelos.

**Figura 1.** *Sistema descrito por Webb en 1977.*



Fuente. Esta imagen corresponde a la percepción de los autores de lo reportado por Webb en 1977.

Luego, en 1981, Geesink presenta la experiencia de una de las plantaciones de la Compañía Bananera de Costa Rica, ubicada al sur de ese país cerca a la costa pacífica, que dejó de sembrar banano para abrirle paso al cultivo de la palma de aceite. La empresa decidió heredar la infraestructura del cable vía diseñada para el primer cultivo, y utilizarla en el de la oleaginosa. En su trabajo, Geesink describe el sistema de cable vía, sus componentes (entre los que se destaca el desarrollo de una canasta para la evacuación del fruto) y sus costos operacionales, y presenta un estimativo de la inversión.

El cable vía descrito tiene dos formas de operar, dependiendo de si la línea de cable que atraviesa los lotes (cable secundario) alimenta o no a una línea principal. La diferencia radica en que en el segundo caso, cuando termina la línea secundaria, el fruto llega a un punto de acopio, en donde se descarga el fruto a los camiones. En la otra opción, cuando la línea secundaria alimenta a la primaria, un tractor de ocho caballos de fuerza hala el tren de mallas (máximo cinco toneladas) por toda la vía principal hasta una tolva de descargue donde se cargan directamente los camiones. El autor destaca, entre otras

ventajas, que el sistema se puede utilizar en épocas de lluvia, sin que cause compactación alguna en los suelos o daño a las raíces de las palmas.

Es importante resaltar que la canasta en la que se transporta el fruto por el cable vía es un diseño de la Compañía Bananera de Costa Rica, con capacidad de carga de 150 kilogramos.

Otro desarrollo de sistemas de cable para la evacuación de fruto fue reportado en el año 2000 por Hak Wan, y en 2001 por Tiksun y Hak Wan. Este sistema se llama Cable Sawit, y fue diseñado en la región de Sabah (Malasia), para evacuar los racimos de palma de aceite en áreas montañosas, como respuesta al alto costo de construcción y mantenimiento de vías.

El sistema de cable está atado en sus extremos a dos postes terminales en la parte superior y en la parte inferior de la colina. El cable, de nueve mm de espesor, se amarra a unas torres de hierro galvanizado de cinco cm de diámetro. Los racimos se cargan en una canasta que gradualmente se desliza por acción de la gravedad, y que cuando llega al poste terminal se desengancha de un extremo para permitir el descargue de los frutos a un remolque estacionado allí previamente. Las líneas del cable se ubican cada 200 m.

Entre las ventajas que se destacan de este sistema están la alta recuperación de frutos sueltos, el mínimo daño causado a los racimos, las bajas pérdidas de cosecha, el ahorro sustancial en obras de construcción y mantenimiento de carreteras (según los autores, se disminuye la densidad de vías de 120 m/ha a 40 m/ ha), y la posibilidad de sembrar alrededor de cinco palmas más por hectárea.

El desarrollo más reciente, citado en la literatura, es del Mpob (Malaysian Palm Oil Board), que fue publicado en 2004 por Mohd Solah Deraman y Mohammad Borhan

Selamat. La contribución de este sistema es que facilita la recolección de fruto en áreas sembradas en terrazas con pendientes elevadas. Entre las ventajas reportadas por los autores están la facilidad de acceso a los lotes, debido al tamaño, especialmente en época de lluvia; la posibilidad de operar en pendientes superiores al 60%; el bajo requerimiento energético previsto para el motor que controla la longitud del cable de halado, y el hecho de que además de la evacuación de racimos, el sistema puede ser usado para el transporte de fertilizantes y otros insumos. Este sistema está compuesto por un cable principal, un cable de halado, canastas para evacuar los racimos, dos torres y un bloqueador de cadena. Los autores lo describen de la siguiente manera:

Una de las torres se ubica en la parte superior de la colina, y la otra en la parte inferior, a una distancia de 150 metros. Cada extremo del cable principal se ata a una torre, sobre la línea se cuelga el bloqueador de cadena, que sostiene la canasta de recolección. La posición de la canasta es controlada por el cable de halado, que se despliega de un tambor operado por un motor de cinco caballos de fuerza ubicado en el poste superior. La canasta se detiene en cada terraza y, por medio del ajustador de cadena, se ubica su altura canastada manera que se facilite la recolección (Figura 2). Cuando la canasta alcanza el área de descargue, se abre en la base para que el fruto caiga en un camión.

**Figura 2.** *Diseño publicado por Mohd Solah Deraman y Mohammad Borhan*

*Selamat en 2004.*



Fuente. Esta imagen corresponde a la percepción de los autores de lo reportado por Webb en 1977.

Finalmente, teniendo como base los siete años de uso del sistema, los autores hacen un análisis comparativo de los costos de construcción y mantenimiento de las vías y los del cable vía. La conclusión es que los costos asociados al cable son respectivamente de 19 y 96% inferiores a los de las vías (Fontanilla y Castiblanco, 2009, p.54).

## 5 Título

Diseño de prototipo automatizado para mantenimiento de cableado transportador

## 6 Problema de investigación

### 6.1 Descripción del problema

La economía de la región de Urabá está basada en la agronomía, agroindustria, comercialización de productos y servicios, la agroindustria bananera es el sector económico predominante en la región de Urabá, la región representa un área sembrada de 50 mil hectáreas, con exportaciones por 71,7 millones de cajas al año por valor de US \$585 millones. (ICA. 2021, p.1).

Las grandes extensiones de cultivo de plátano, banano, entre otros, de esta región requieren de un cableado para poder hacer el transporte de las frutas y los insumos, a través de las grandes hectáreas de producción hasta los lugares de almacenamiento y distribución como lo son centros de acopio y empacadoras, por lo tanto, el mantenimiento de estos cableados es manual y con grasa, primero se hace una limpieza del cableado y luego se engrasa, generando costos adicionales al proceso productivo y a la vez enfermedades que se generan en el cuerpo de quienes hacen este trabajo, las consecuencias que pueden predeterminar las altas exposiciones al sol, el deterioro permanente de los metales y estructuras, ya que es una labor que no se puede realizar constantemente por los altos costos que genera.

El proyecto de investigación planteado bajo el esquema de diseño industrial, a través de los prototipos que se ven en los cableados y poleas, aprovechando el alto impacto que tiene el diseño tecnológico automático modelo estilo barredora, se desarrollara la polea de engrase que permita hacer la limpieza y el engrase de los cableados transportadores de forma autónoma,

disminuyendo el impacto ambiental que genera el derretimiento de las grasas y los accidentes laborales en las personas que realizan esta labor.

Una de las mayores problemáticas que se presenta en la labor de limpieza y mantenimiento del cable transportador, es cuando el operario está utilizando la estopa para la limpieza, esto genera posibles accidentes en su cuerpo, ya que sus manos pueden ser aprisionadas por las ruedas de la garrucha, mientras este realiza la función, seguida de y en consecuencia de dicho proceso no cumple con los estándares ni condiciones mecánicas, ergonómicas y ambientales exigidas para la limpieza de este tipo de cableado transportador, pues al no tener técnicas adecuadas, ni haber un sistema más seguro para el mantenimiento de este mismo, genera una alta tasa de accidentes laborales para las empresas comercializadoras de banano y plátano de la región, generando pérdidas económicas.

En Colombia, los trabajadores del sector agrícola están más expuestos a peligros y riesgos laborales debido a la naturaleza de las actividades que desarrollan. Según la OIT (2022), la mayor parte de los agricultores en el mundo son trabajadores de fincas familiares, espacios de trabajo en donde es más difícil contar con el conocimiento y los medios para prevenir enfermedades y lesiones.

Es importante mencionar que cuando se habla de los riesgos presentes en el cultivo de banano son muy variados y se generan en los diferentes procesos,

Son el resultado del uso de máquinas, equipos, herramientas e insumos, que utiliza el trabajador para ejecutar las actividades y labores del proceso productivo. Algunos de ellos pueden tener efectos negativos en la salud de los trabajadores, como accidentes y

enfermedades, así como otras consecuencias tales como estrés, envejecimiento prematuro y hasta la muerte. (Corbana, 2016, p.18).

Por otro lado como menciona la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Roma, (2017):

Los riesgos están asociados a cada parte del proceso en particular, los cuales se pueden resumir en los siguientes.

#### ***Riesgos biomecánicos***

- Caídas a nivel generado por las condiciones y estado del terreno por los que transita.
- Cortaduras en partes del cuerpo del Colero y Puyero debido al uso de la herramienta cortante.
- Golpes y cortaduras en el Garruchero generados por el descarrilamiento de la garrucha.

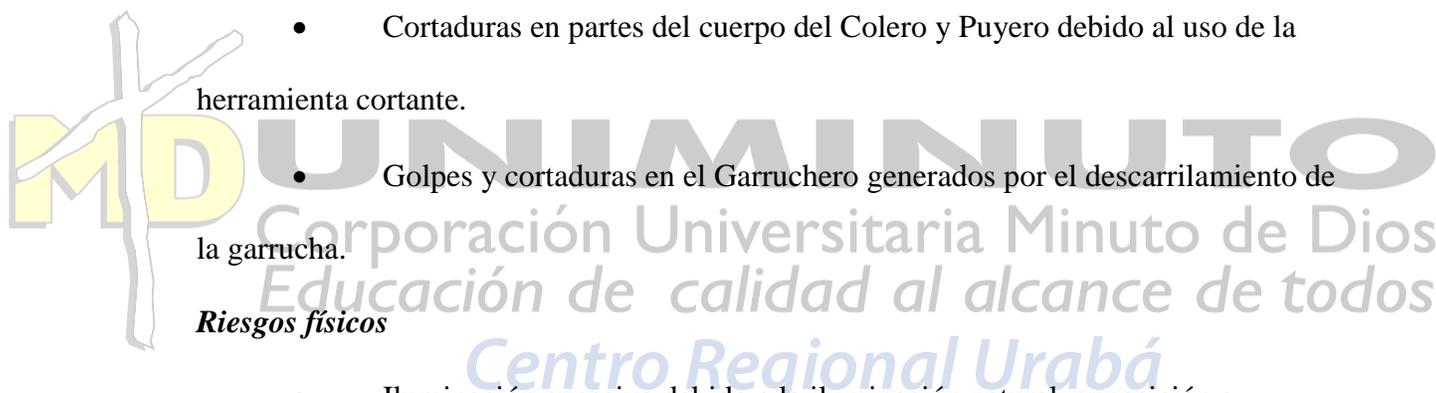
#### ***Riesgos físicos***

- Iluminación excesiva debido a la iluminación natural, exposición a radiación ultra violeta proveniente del sol.
- Estrés por calor debido a las altas temperaturas por la exposición a la radiación solar.

#### ***Riesgos biológicos***

- Causados por las picaduras de insectos y/o mordeduras de animales como culebras, arañas que se encuentran entre las manos de los racimos.

#### ***Riesgos ergonómicos***



- Por sobre-esfuerzos cuando el Puyero tiene que hacer fuerza a la herramienta para el corte, el Colero tiene que mantener el equilibrio del racimo cuando los transporta al cable vía y el Garruchero tiene que halar la fila de racimos hasta la empacadora. Esto puede ocasionar problemas osteo-musculares como esguinces en la región lumbar y hernias lumbares.

La agricultura ha evolucionado desde que el hombre se volvió sedentario, en nuestro caso la actividad bananera no es ajeno a esta dinámica; comenzando desde su manejo como planta silvestre que era cosechada y exportada en racimos para posteriormente ser embalada en cajas de cartón en clúster y/o manos como lo es en la actualidad. De la misma el riesgo mecánico de atrapamiento aparece debido a la incorporación de procesos como el riego a través de motores estacionarios para abastecer del agua al cultivo a través del sistema de gran cañón y/o subfoliar.

La incorporación del proceso de enfunde del racimo con una bolsa impregnada de insecticida que para llevarlo a cabo tiene que el trabajador subir alturas superiores a los 3 metros con el riesgo de caídas a diferente nivel; la necesidad de cuidar la calidad de la fruta se incorpora el sistema de transporte a través del predio por medio de una herramienta garrucha que se desplaza sobre un cable de acero con el riesgo de golpes/cortes por herramientas; el nacimiento de la planta empacadora y el cuidado que requiere el material de embalaje hace que se introduzca el pegado del cartón en bodegas ubicadas a más de 3 metros de altura para ser direccionados por medio de un alimentador con el riesgo de caídas a diferente nivel. (Mususumbay y Dután, 2016, p.1)

## 7 Planteamiento del problema

En las fincas de la región de Urabá, hemos hallado un problema, el cual radica en que han aumentado los índices de accidentalidad en la labor de garruchero en el cable vía, debido a que la limpieza y engrase se realiza aproximadamente cada ocho días y no es posible realizarlo en su totalidad, puesto que las estructuras de cable vía son de gran magnitud, esta situación conlleva a un aumento de la necesidad de realizar mantenimiento a los cableados transportadores de forma más periódica y práctica, precisamente porque las lluvias en la región cada vez se intensifican más, provocando daños en sus estructuras las cuales son: “cable simple, torres simples (tipo arco, pórtico, ménsula), postes terminales (o de final), torres terminales (o de final), curvas simples, curvas automáticas, cajas de paso o transferencia, paso niveles o vías, pórticos rígidos, glorietas y bahías”. (Ingenieros Analpes, 2022, p.1). Las fuertes lluvias humedecen dichas estructuras, los fuertes rayos de sol las calientan, creando cúmulos de grasa y desgaste, que no permiten un desplazamiento correcto de las garruchas que trasladan la fruta. Esto genera una problemática en la empacadora, porque los garrucheros tardan más para llevar los racimos de bananos a la empacadora y por ende el despacho hacia la exportación llega con horas tardías, produciendo adicional a eso horas extras a los trabajadores. Esto nos lleva a formular la siguiente pregunta:

**¿Será posible diseñar un prototipo de polea engrasadora automatizada funcional, cómo una propuesta de mejora para el mantenimiento de los cable vía?**

## 7.1 Esquematización del problema

Figura 3. Esquematización del problema



Fuente: elaboración propia.

## 8 Justificación

En el procesamiento del banano se utiliza un método de traslado desde el cultivo hacia el área de procesamiento y empaque de la fruta, este método de transporte consiste en un cable vía, el cual es operado de manera manual por una o dos personas, es un método muy utilizado en las fincas ya que los beneficios son muy altos, como bajo costo en el mantenimiento, aumento del área de siembra y confiabilidad en el transporte, se utiliza como sistema sustituyente en las vías convencionales de acuerdo con el potencial que aún sigue teniendo en el sector bananero, la alta demanda de banano a nivel regional. (ICA. 2021, p.1). nos surge la idea de diseñar un prototipo que evite riesgos químicos, físicos y/o mecánicos a los técnicos que realicen la labor de mantenimiento, este dispositivo generará también un impacto económico para las empresas comercializadoras de banano y plátano, porque reducirá el tiempo en la limpieza, distribución de la grasa, costos y tiempo de trabajo para las mismas.

Es conveniente tener en cuenta los ámbitos que se abordarán para destacar la importancia del proceso de mejora que se le brindará a las empresas comercializadoras de banano y plátano de la región de Urabá, por ello, en el sentido práctico, es necesario considerar la solución a la que se dará planteamiento, para beneficiar a estas empresas y demostrar un mejor desarrollo a corto y largo plazo en el momento de realizar los mantenimientos de los cableados transportadores, la cual se basa en la ineficiencia al limpiar y engrasar el cable, ya que esto debe ser manual; con la idea de minimizar el riesgo de pérdidas económicas, enfermedades a largo plazo de quien realiza esta labor, contaminaciones al medio ambiente, daños en las estructuras y canales, o caídas y golpes fuertes del empleado que hace este mantenimiento, lo cual deteriora su calidad de vida y

demás consecuencias a las que se encuentra expuesto cuando utilizan grasas y técnicas inadecuadas poco o nada oportunas para su mantenimiento, los cuales son vitales para preservar estado original del sistema, prolongar su vida útil de partes y elementos, aumentando la productividad durante el manejo de cosecha y actividades de siembra; a su vez evita gastos extras en mantenimientos correctivos de carácter urgente, sumándose también la pérdida de tiempo y costos.

Es así, como también se podrá encontrar influencias positivas en el ámbito social, caracterizado por ser uno de los entornos de mayor importancia para estas empresas, pues la mayoría de sus empleados se destacan por ser personas de la región, todo con el fin de saber aprovechar el entorno, además con la propuesta, se espera que tanto la fincas bananeras, como dichas personas cuenten con un mejor mantenimiento del cableado transportador, y a su vez a la hora de transportar los productos, fruto de su arduo trabajo y desempeño a lo largo de cada uno de los procesos, beneficiando la economía de estas comunidades así como también del sector bananero.

En cuanto al aspecto teórico, se espera que dicha propuesta sea una herramienta de utilidad tanto para la empresas de la región como para todas aquellas áreas encargadas del manejo de mantenimiento de cableado transportador, puesto que se aplicarán estrategias actuales y funcionales en esta área, con el fin de fortalecer innovar en uno de los campos más importantes dentro de comercialización de banano principalmente, incentivando a la mejora interna de la misma, y así mismo garantizar un proceso interno exitoso.

El mantenimiento preventivo y correctivo del cable transportador actualmente permite tener en óptimas condiciones el funcionamiento de este sistema de transporte, por eso es importante que personal altamente capacitado los intervengan periódicamente de forma manual,

durante la operación de proceso de trabajo se pueden presentar situaciones de sobre cargas, desgastes de elementos, exceso de humedad del suelo y elementos fortuitos debido a fenómenos naturales. Para el engrase del cable, el operario se posiciona en su garrucha de dotación con sus herramientas de trabajo, una carpa para evitar que la grasa se derrame sobre su piel, un recipiente para depositar la grasa contaminada y una estopa grasera para anexar la grasa nueva.

Esto puede tardar horas dependiendo el trayecto del cable que deba limpiar y engrasar.

De acuerdo a la limpieza y mantenimiento del cable transportador actualmente; podemos afirmar que el proyecto expuesto, es muy rentable porque es un dispositivo ligero y fácil de posicionar en el cable transportador, solo con programarlo y darle la carga necesaria para que empiece su recorrido. Si vemos como se trabaja actualmente podemos decir que este prototipo disminuirá el tiempo de trabajo; lo que nos quiere decir que será más productivo en el tiempo que el cable transportador esté disponible para ser operado.

Como bien sabemos que estamos en una transición de protección del medio ambiente este dispositivo tiene muchos beneficios porque está diseñado especialmente para que evite los derramamientos de la grasa que se va a extraer del cable y dosifique solo lo necesario de la nueva grasa.

## 9 Objetivo de la Investigación

### 9.1 Objetivo general

Diseñar un prototipo automatizado funcional para aumentar la eficiencia y eficacia en el mantenimiento y lubricación del cable vía.

### 9.2 Objetivos específicos

- Diseñar el prototipo automatizado.
- Determinar si el prototipo es funcional o no, mediante la aplicación del diagrama de flujo.
- Probar el prototipo en el cable vía con sus diferentes variables, velocidad, estabilidad, distancia que recorre, engrase, limpieza.
- Precisar la viabilidad técnica del prototipo, para poder ser industrializado y comercializado.
- Comparar el impacto ambiental que genera en medio ambiente, el sistema de mantenimiento manual (actual) con el automatizado (propuesto).



## 10 Marco referencial

### 10.1 Estado del arte

### 10.2 Estado del arte internacional

En el año 2018 el autor-editor CEDEPAS norte los corales 289 urbanización santa Inés de Perú, en su proyecto titulado “Un Pueblo, un Producto para la Instalación del Sistema de Producción del banano orgánico para exportación en Pacanga la libertad” definió, Aspectos generales del cable vía, ¿Qué es el cable vía?, beneficios del cable vía, partes del cable vía, aspectos que se deben tener en cuenta para la construcción del cable vía, especificaciones del cable vía, manejo y uso del cable vía, mantenimiento del cable vía. Su propuesta contribuye al actual proyecto, al establecer los parámetros de calidad necesarios para el mantenimiento del cable vía, proporcionando las condiciones idóneas en la mantenibilidad de calidad, tiempo y recursos necesarios para mantener este sistema en adecuadas condiciones. (Cedepas, 2018, p.5).

En el año 1994 el ingeniero agrónomo Manoel Aboboreira Neto, de Costa Rica, en su trabajo de grado titulado “principales labores del cultivo de banano” analizó las características de las labores del campo, específicamente las de acarreo, donde nos menciona las labores del carrero las cuales son: “debe cuidar todo el material que se le entrega, además debe ayudar al conchero a colgar el racimo en los rodines (pues agiliza el trabajo). Luego debe manejar con cuidado para evitar el roce entre los racimos y en consecuencia dañar los dedos. Su análisis

contribuye al proyecto mostrando la responsabilidad que tienen los carreros y concheros en el momento de realizar las maniobras en el campo donde se cultiva el banano, así como los daños que pueden sufrir los dedos al momento de ser cortada y trasladada debido a su roce.

(Aboboreira, 1994, p.15).

En el año 2018 los autores Edgardo Murrieta Medina y Hugo Palma Moscoso de Perú, en su proyecto titulado “manual de buenas prácticas de cosecha y postcosechas de banano y plátano”, analizaron las diferentes formas de traslado del banano y plátano, mencionando: “el traslado es la actividad relacionada al transporte de racimos de plátano o banano al centro de acopio, el cual se puede realizar de las siguientes formas:

- **Traslado en almohadilla.** El transporte debe realizarse por racimos y con un material de amortiguación (almohada), esta forma de transporte se puede realizar si el centro de acopio se encuentra cerca a la plantación.
- **Traslado por yunta.** En este traslado se utiliza una yunta, la cual debe ir colocada de forma transversal al hombro (un racimo hacia adelante y otro hacia atrás).

Este traslado del racimo es una modalidad adecuada para la variedad de banano moquisho o baby banana”.

Además mencionan el beneficio de un buen traslado el cual permite conservar la calidad de la fruta y evita causar golpes y heridas, causantes del deterioro de la fruta. Ellos recomiendan mediante su análisis utilizar el cable vía para las grandes extensiones de siembra y distancia prolongada de traslado, pues es un transporte ágil, que evita golpes a la fruta y reduce costos de operación. El análisis contribuye en el proyecto, describiendo los procesos que a través de la historia han sido utilizados para el transporte de banano y plátano, soportando la utilidad de

nuestro proyecto, siendo el cable vía el mejor medio de transporte para esta fruta. (Murrieta, s.f, p.1)

En el año 2021 en Guayaquil, el estudiante Jarny Vidal Ruiz Sánchez, de la carrera ingeniería industrial, en su trabajo de grado titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos e infraestructuras de las fincas pertenecientes a la empresa ORODELTI S.A.” analizó los tipos de mantenimientos, los cuales son el mantenimiento predictivo en el cual se definen instrucciones recomendaciones de mantenimiento en función de los parámetros ya conocidos; el mantenimiento preventivo se efectúa de que los en base a criterios para disminuir la probabilidad de que los equipos tengan una falla. El mantenimiento correctivo se efectúa después del fallo de los equipos o instalaciones ya sea por finalización de vida útil o alguna emergencia adherente. Su propuesta contribuye al actual proyecto orientando nuestra propuesta del prototipo automático funcional, para poner en conocimiento a las fincas bananeras de la zona de Urabá los tipos de mantenimiento existentes y darlos a conocer. (Ruiz, 2021, p.30)

### **10.3 Investigaciones nacionales**

En el año 2020, el estudiante Alfonso Díaz Dorado, de la facultad de ciencias agrícolas, programa de ingeniería agronómica de montería, en su proyecto de grado titulado “acompañamiento y evaluación de labores de campo y su incidencia en la calidad postcosechas del cultivo de banano”, presento a través de la revisión de la literatura el origen y distribución del banano “Se supone que todas las especies de banano hoy conocidas proceden de una especie con semillas, oriunda del archipiélago malayo, Filipinas y otras regiones de Asia sudoccidental. Desde la antigüedad, las hojas de banano se han utilizado en estas zonas para producir fibra, y su

fruto, como alimento, aunque al principio contenía muchas simientes. Con el transcurso del tiempo, se produjeron mutaciones que dieron lugar a frutos sin semilla (Ramos, 2008). El banano pasó de Asia a África, y posteriormente a América, cuyos habitantes lo aceptaron de inmediato.

De hecho, la dispersión fue tan rápida que su cultivo se adelantó en ocasiones a los conquistadores españoles, lo que llevó a algunos historiadores a considerar al banano oriundo de América (RAMOS, 2008). Las generalidades del banano, Colombia es un país netamente agrícola, destacándose el cultivo de banano como la más importante fuente de divisas, desarrollo socioeconómico y potencial productivo de la región de Urabá. El sector bananero Colombiano tiene un impacto masivo en la generación de empleos directos e indirectos en lo relacionado con el mantenimiento y cosecha de cultivos de banano durante todo el año, lo cual no sucede de la misma forma en otros cultivos (Párraga y Galarza, 2009). El cultivo de banano es la cuarta fruta más importante a nivel mundial y es catalogada como vital en la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales por ser una excelente fuente de carbohidratos (Navas, 2008), su investigación aporta al proyecto datos importantes y relevantes en los orígenes y generalidades de la fruta comercializadora, dando cumplimiento a nuestras finalidades, la cual es la creación de un nuevo prototipo automático funcional, para realizar el mantenimiento del cable vía, medio de transporte utilizado para el traslado de la fruta. (Díaz, 2020, p.21,22)

En el año 2009 en el mes de noviembre, los autores Carlos Andrés Fontanilla D. Ingeniero de producción agroindustrial y Jhon Sebastián Castiblanco. Economista, en su documento titulado “cable vía en la cosecha de palma y aceite”, analiza los componentes y funcionamiento de los cable vías de la siguiente manera: “El sistema de cable vía, además de ser utilizado en palma de aceite, es común en otros cultivos como flores y banano. Aunque los diseños son especiales para cada sistema, el principio de su funcionamiento es el mismo. Se trata

de una infraestructura por la que se extiende un cable de acero galvanizado templado, sostenido por unas torres, ancladas en el suelo y aseguradas con unas cuñas, y ubicadas en fila a una distancia homogénea (el cable principal se aferra por medio de unas chanelas a un gancho “J”, que cuelga de la torre). Sobre el cable de acero ruedan unas garruchas distanciadas por unos separadores, de las cuales cuelgan los extremos de las mallas o las canastas, en las que se deposita el fruto”. Cuando se enganchan los separadores que sostienen las mallas, éstas forman un tren, facilitando de esa manera el transporte del fruto. Dependiendo de la cantidad de carga que se deba transportar, se puede utilizar un tractor aéreo o un operario para halar el tren de mallas desde el campo hasta los puntos de cargue de camiones o de descargue en planta de beneficio, cuando el sistema llega hasta allí. Es importante anotar que para facilitar la logística del proceso de evacuación de fruto, la cosecha debe organizarse de tal forma que se pueda concentrar el mayor número de operarios en una misma área y que se disminuya el tiempo de desplazamiento del tractor aéreo o del operario que evacua las mallas del campo. Esta investigación, nos soporta nuestro proyecto, describiendo el uso del cable vía, ya que este sirve para el traslado de diferentes tipos de frutos e insumos, nos orienta su forma de uso. ( Fontanilla, Castiblanco, 2009, p.56)

En el año 2015, la estudiante Diana Carolina Cubillos, Ronald David de León Barrios, Belkis Karina Martínez Daza, Stephany Margarita Mejía Pabón de la Universidad Sergio Arboleda escuela de postgrado, especialización en gerencia logística, en su estudio titulado “estudio comparativo entre el sistema tradicional y el uso de cable vía en los cultivos del proyecto agrícola tillava”, analiza el concepto de sistema de cable vía mencionando: “el sistema cable vía es utilizado por empresas nacionales como internacionales, se implementa para la evacuación de los frutos en zonas de cosechas de palma de aceite y posee un mayor grado de

mecanización. A través de los años las empresas proveedoras del sistema cable vía han generado mejoras al sistema por medio de implementación de tecnología, mejoras en su parte de ingeniería y ofreciendo capacitación a los trabajadores que desarrollaran la operación de descargue sea en el sector palmero como bananero. El sistema de cable vía es una alternativa que genera valor para el proceso de recolección y evacuación del fruto de palma africana, que mantiene la calidad de la cosecha recolectada y ayuda a reducir pérdidas y disminuir costos en la operación.

Este sistema se caracteriza, por ser instalado entre los diferentes lotes que comprenden la plantación, con un diseño acorde con las características de la plantación y es fijado para maximizar la evacuación de los racimos de fruto hacia el punto de acopio, su análisis, fundamenta nuestro proyecto, mostrando la importancia de este transporte. (Cubillos Parra et al. 2015)

#### **10.4 Investigaciones locales**

En el año 2021 el estudiante Jaison David Heredia Ortega de la Universidad de Córdoba, facultad de ciencias agrícolas, en su trabajo de grado titulado “seguimiento y evaluación de labores agronómicas del cultivo de banano (musa AAA), en la zona de Urabá Antioquia, en la empresa banaexport s.a.s. “historia del banano en Colombia De acuerdo con la Fundación Unibán (Fundauiban, 2021), en Colombia, el cultivo organizado del banano comenzó a finales del Siglo XIX, cuando las transnacionales bananeras llegaron a la región del Magdalena y posteriormente a Urabá para manejar la producción y comercialización de esta fruta en el país. En el año de 1965, las corporaciones multinacionales United Brands (Chiquita), Castle & Cooke (Dole) y Delmonte, controlaban la tecnología, el cultivo, el transporte, el mercadeo y las finanzas del banano en el mundo. Hasta entonces, los intentos de crear compañías regionales para vender banano en los Estados Unidos y Europa, con el fin de mejorar las condiciones de los productores,

no habían tenido éxito. Este monopolio de la industria bananera llevó a un destacado grupo de colombianos, vinculados a las actividades agrícolas y pecuarias de la región de Urabá, a crear la Unión de Bananeros de Urabá S.A., el 26 de enero de 1966, con el propósito de vender la fruta en los mercados internacionales. En abril de 1969 Unibán realizó el primer contrato de venta en el exterior, como reacción a la baja del 20% en el precio que ofrecía United Brands a los productores colombianos de banano. Este mismo año, Colombia exportó 32.000 toneladas de banano, de las cuales el 88% correspondió a Frutera de Sevilla, subsidiaria de United

Brands y sólo un 12% a Unibán. Un año más tarde, su participación se elevó al 58% del total exportado, su investigación fundamenta el marco teórico de nuestro proyecto. (Heredia,

2021, p.21)



## 11 Metodología

Esta investigación está fundamentada en el método inductivo con enfoque cuantitativo, cualitativo y un alcance exploratorio, porque se está diseñando, para revisar las necesidades y parte primero del diseño, la explicación de la literatura y recolección de datos para poder demostrar si el dispositivo es funcional.

Según Francis Bacon (2022) el razonamiento inductivo es aquel razonamiento que obtiene los axiomas del razonamiento a partir de los sentidos y hechos particulares. A grandes rasgos, el método inductivo se lleva a cabo de acuerdo a tres pasos o etapas consecutivas, que son:

- ***Se observa el fenómeno de interés.*** Este paso es común a prácticamente todos los métodos de la ciencia, y consiste en obtener información del mundo real mediante el uso de los sentidos y de instrumentos de medición
- ***Se establecen patrones posibles.*** Esto quiere decir que, a partir de la comparación y cotejo de datos, se busca alguna correlación que resulte reveladora o que sea lo suficientemente común como para suponerlo general.(p.1)
- ***Se construye una teoría.*** Se compone una conclusión general, o sea, que intenta dar cuenta de todos los fenómenos posibles acordes al caso.

Analizar de forma real las situaciones a abordar, en este caso, en el planteamiento en cuanto al análisis realizado al momento de generar las ideas a desarrollar para el beneficio de las empresas comercializadoras de banano.

Como característica fundamental de este tipo de investigación también está la parte en la que se debe definir un análisis de la situación, detallando también los procesos que conlleva cada paso a seguir dependiendo las conclusiones que se tomen, para esto, se tuvo en cuenta la información suministrada por algunas empresas comercializadoras de banano, y también los datos que se recopilaron al momento del análisis de la situación problema.

Desde un principio se contempló que este documento se trataría de un proyecto basado en una investigación científica.

- Como primera medida, fue necesaria la realización de una visita de campo a una finca de la región, en donde se llevó a cabo una exhaustiva observación para conocer mejor el proceso de limpieza y mantenimiento actual del cable transportador.
- Luego se realizó una visita a una de las fincas productoras asociadas, brindando un mejor acercamiento con los procesos habituales para el mantenimiento del cable vía.
- Con ayuda de personal directivo de estas empresas, se tuvieron acercamientos, con el fin de recopilar los datos necesarios para afianzar mejor en la situación actual de las compañías en lo que confiere al mantenimiento del cable vía.
- Es así como se determinó que una de las mayores problemáticas que se debía abordar prontamente era el sistema actual de limpieza y engrase que utilizan en la actualidad.

- Dependiendo de esta identificación, se desarrolla la propuesta valor para otorgar una posible solución a los requerimientos de las fincas bananeras.
- Preparación del informe, en donde se plasmará de forma detallada el análisis e interpretación de datos.
- Presentación del dispositivo industrial automatizado a las diferentes áreas de interés para su implementación y uso.

Conforme a las necesidades identificadas a la hora de realizar el análisis de los diferentes requerimientos de las empresas comercializadoras de banano, se pudo identificar que el mejor método para aplicar en el desarrollo de este prototipo automatizado, es la investigación con enfoque cuantitativo y cualitativo, determinando los costos de implementación, operación y mantenimiento de este mismo, de insumos, los gastos asociados al recurso humano, y de las herramientas indispensables para llevar a cabo la operación , y un alcance exploratorio aplicativo, “pues este se caracteriza por el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población” como lo postula (Hernández, 2003, cap.1).

Para poder entrar a definir las especificaciones técnicas del prototipo automático funcional, es necesario primero conocer las necesidades del cliente, en este caso las empresas dedicadas al proceso de cosecha y producción de banano a nivel nacional, que no tienen un panorama muy alentador de la situación actual del país, que si bien abren algunas puertas a mercados internacionales, ponen en jaque a los productores que no poseen las herramientas para poder competir con mercados internacionales, de aquí parte la importancia de comprender la articulación de variables y agentes que intervienen en la cadena productiva del banano con el

propósito de generar valor y por consiguiente mayor competitividad en las empresas que desarrollan esta actividad.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado, se logra evidenciar un proceso de mantenimiento y engrase del cableado transportador poco tecnificado y tradicional, donde se parte de una secuencia de procesos completamente manuales, que evidencian entonces la necesidad de intervenir en este caso el proceso de mantenimiento y engrase del cable vía, proceso previo al transporte de la fruta a la empacadora, realizado de manera manual simplemente con una estopa y un balde con grasa, este proceso es de carácter fundamental para poder garantizar la calidad del producto y su adecuado transporte, además hasta el momento no está tecnificado.



## 12 Marco teórico

### 12.1 Transporte de recolección de fruta

El transporte de fruta se ha desarrollado junto con la mecanización para la recolección, esto ha sido un reto en el desarrollo tecnológico debido a que es variable según la forma del árbol, la ubicación y resistencia mecánica del fruto junto con el alto costo para el buen desarrollo del equipo. Debido a estas razones es más factible promover la recolección manual con ayuda de estructuras y sistemas mecánicos que generen mayor rendimiento en estos procesos.

(Universidad Politécnica de Madrid, 1994, p.1).

### 12.2 Transporte aéreo por cable

El transporte aéreo por cable es un medio empleado para satisfacer necesidades de movilidad para personas o carga. En la movilización de carga es muy utilizado para cultivos como el banano, la palma, las flores, cítricos y ganadería. Se presenta con frecuencia en zonas de topografía montañosa o gran pendiente, siendo un medio de transporte muy efectivo por su capacidad de carga y posibilidad de recorrer largos trayectos en un tiempo relativamente corto.

(Aceros, 2020, p.1).

El diseño de un sistema de transporte por cable tiene variables como la pendiente, capacidad de carga, tipo de vehículo, forma de manejo y demás, debido a esto se puede clasificar según sus características.

### 12.3 Tipo de movimiento

#### 12.3.1 Vaivén

El vehículo transportador se mueve sobre un cable guía en ambos sentidos, dando un movimiento de ida y vuelta.

### **12.3.2 Instalación**

La construcción del proyecto de limpieza y aplicador de grasa al cable transportador por cable se debe tener en cuenta los siguientes ítems:

- La ubicación de la garrucha limpiadora al cable vía
- Establecimiento del puesto de control, incluye conexiones eléctricas, revisar el funcionamiento mecánico, instalación de grasa y liquido limpiador y agarre del sistema tractor
- Verificar la comunicación entre el receptor y el emisor
- Realizar un pequeño ensayo.

### **12.4 Automatización**

La Automatización es la regulación y control de procesos, control secuencial o lógico de procesos. (López, 2010, pag.9)

### **12.5 Automatizar**

Automatizar un proceso es conseguir que, aplicando el mecanismo de feedback funcione sin intervención humana (Gonzales, 2004, pag.19).

### **12.6 Mantenimiento**

Se define como el grupo de técnicas usadas para conservar en operación durante un tiempo prolongado y con un rendimiento superior, un equipo que se encuentra en la línea de proceso de una instalación.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse

los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción.

Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos. (Garrido, 2013, p.1).

### **12.7 Tipos de Mantenimiento.**

Basados en el primer escenario de la norma UNE-EN 13306, se pueden dividir en dos grandes tipos de mantenimiento, teniendo en cuenta la diferencia entre las tareas realizadas por cada una.

#### **12.7.1 Mantenimiento Correctivo**

Son las tareas llevadas a cabo con el fin de realizar la reparación de averías o fallas que se presentan en equipos y maquinarias, teniendo como base que este tipo de mantenimiento requiere de cambio de piezas o reparaciones con lo cual se deba retirar el equipo de la producción este puede ser planificado o no planificado.

#### **12.7.2 Mantenimiento Correctivo no planificado**

Se lleva a cabo de manera forzosa o imprevista debido a una falla en el equipo y se debe realizar inmediatamente con el fin de retornar el equipo a operación evitando la menor pérdida de tiempo fuera de la producción.

#### **12.7.3 Mantenimiento Correctivo planificado**

Se lleva a cabo en un tiempo estipulado después de ejecutar diversos diagnósticos en el sistema encontrando los momentos oportunos para efectuar las respectivas reparaciones o cambios de piezas en los equipos.

#### **12.7.4 Ventajas Mantenimiento Correctivo**

Alarga la vida útil de los equipos.

Se puede programar con anticipación en caso de tener diagnósticos previos.

Se puede utilizar la información de las reparaciones para mejorar el inventario de repuestos considerando las fallas que presentan.

#### ***12.7.5 Desventajas Mantenimiento Correctivo***

Se pueden presentar fallas en el momento que se ejecute la reparación.

El precio se eleva teniendo en cuenta que en ocasiones se deben realizar cambios de piezas.

Los tiempos de detención de la producción pueden cambiar debido a que no se puede asegurar el tiempo de reparación.

#### ***12.7.6 Mantenimiento Preventivo***

Es aquel que se ejecuta de manera programada y se efectúa periódicamente con el objetivo principal de prevenir el surgimiento de averías o fallos en los equipos y evitar los paros imprevistos de los equipos en la producción.

Los diversos criterios utilizados para el mantenimiento están basados en el tiempo, la condición o la oportunidad.

#### ***12.7.7 Mantenimiento Preventivo Planificado***

Se ejecuta periódicamente asignando actividades basadas en un plan predeterminado teniendo en cuenta las horas de operatividad del equipo. La frecuencia con la cual se generan órdenes de trabajo está establecida según una tabla de criterios creada al realizar las inspecciones iniciales del equipo.

#### ***12.7.8 Mantenimiento Basado en Condición o Predictivo***

Se lleva a cabo después de implementar tecnologías que realizan análisis de los parámetros o condiciones de los equipos y basado en los criterios adquiridos por estos medios se

genera un plan de mantenimiento efectivo garantizando la detección de fallas tempranas y evitando detenciones en la producción.

### **12.7.9 Ventajas Mantenimiento Preventivo**

Disminuyen las detenciones imprevistas en los equipos.

Se mantiene la eficiencia en la producción, debido a que se alarga la vida útil de los equipos.

Se evitan averías y tiempos muertos en las respectivas reparaciones.

El costo se reduce en comparación con el mantenimiento correctivo.

Se logra realizar una depuración en los inventarios de repuestos, manteniendo las existencias según las prioridades de mayor consumo.

### **12.7.10 Desventajas Mantenimiento Preventivo**

Se necesita que el personal tenga experiencia en el equipo basados en las recomendaciones de los fabricantes.

No se logra determinar de manera exacta el desgaste de los componentes de los equipos.

## **12.8 Plan de Mantenimiento Preventivo**

Se conforma por un grupo de actividades preventivas programadas que se ejecutaran a partir de una inspección realizada a los equipos. Estas inspecciones serán implementadas de manera periódica y repetitiva, y su respectivo tiempo de ejecución estará determinado por una frecuencia que permita prevenir fallas en los equipos.

El plan de mantenimiento será integrado por los siguientes componentes:

- El nombre que lo identifica.
- El régimen que determina si el control se llevara por fechas o lecturas
- Las partes y subpartes del equipo que se requiere incluir.

- Las actividades de mantenimiento que deben efectuarse a cada parte y subparte.
- La frecuencia con que debe realizarse cada una de las actividades. En casos específicos podría ser necesario decidir a qué componente del equipo debe asignarle una vida útil, y de cuánto tiempo deberá ser esta.
- La especialidad de quien realiza la actividad.
- La prioridad de la actividad.
- Un cronograma con imágenes de las partes críticas a inspeccionar.
- Los criterios de la revisión y métodos a realizar para cada caso.
- Si las fechas de las inspecciones se realizan fuera de tiempo, serán de gran valor los comentarios o hallazgos que se detecten, así como su nueva reprogramación de revisión.
- La frecuencia en la revisión de los equipos o componentes puede ajustarse conforme el historial de los mismos o la experiencia del personal de mantenimiento.

(Medrano, 2017)

## 12.9 Tareas de Mantenimiento

- Las tareas de mantenimiento que se aplican en un preventivo son:
- Limpieza: Es el proceso que se realiza periódicamente con el fin de mantener los equipos libres de impurezas y de esta manera evitar fallas en el funcionamiento en el equipo.
- Inspección y revisión: mediante la observación de los equipos se busca obtener la mayor cantidad de información acerca de su funcionamiento y el estado físico actual.

- Ajuste o calibración: Debido a cambios en el funcionamiento del equipo, se busca a través de la corrección de algunas de sus partes, lograr retornar a producción con su apropiado funcionamiento.
- Cambio de piezas: Teniendo en cuenta los posibles desgastes en el equipo, se realiza el reemplazo de partes por otras que permitan volver la maquina a su buen funcionamiento operativo.
- Lubricación: Realizando la aplicación de líquidos en periodos establecidos y teniendo siempre como base las indicaciones del fabricante.

### **12.10 Auditoría de mantenimiento**

Es el medio por el cual se busca realizar la comprobación del estado actual del mantenimiento de una empresa, revisando la gestión del departamento de mantenimiento, buscando los puntos de mejora y las actividades requeridas para el mejoramiento de los resultados.

### **12.11 Registro Mantenimiento**

Es un documento en el cual permite relacionar diversos actos y sus particularidades, en el caso explícito del mantenimiento nos permite consignar todas aquellas actividades que realizamos sobre un equipo y mantenerlos como una base de datos que permita ser consultada.

### **12.12 Ficha Técnica Mantenimiento**

Es una hoja de datos que permite establecer características específicas de un equipo y el accionar en este caso de las actividades de mantenimiento y las normas a seguir para desempeñar dichas acciones mediante parámetros establecidos previamente.

### 12.13 Sistema de cable vía

El sistema cable vía es utilizado por empresas nacionales como internacionales, se implementa para la evacuación de los frutos en zonas de cosechas de palma de aceite y posee un mayor grado de mecanización. A través de los años las empresas proveedoras del sistema cable vía han generado mejoras al sistema por medio de implementación de tecnología, mejoras en su parte de ingeniería y ofreciendo capacitación a los trabajadores que desarrollaran la operación de descargue sea en el sector palmero como bananero.

El sistema de cable vía es una alternativa que genera valor para el proceso de recolección y evacuación del fruto de palma africana, que mantiene la calidad de la cosecha recolectada y ayuda a reducir pérdidas y disminuir costos en la operación.

Este sistema se caracteriza, por ser instalado entre los diferentes lotes que comprenden la plantación, con un diseño acorde con las características de la plantación y es fijado para maximizar la evacuación de los racimos de fruto hacia el punto de acopio. (Cubillos de león et al, 2015, p.14, 15)

### 12.14 Estructura del sistema de cable vía

Este sistema consta de diversos elementos que conforman su estructura los cuales se dividen en elementos primordiales y complementarios, los primordiales son:

Torres simples, torres y postes terminales, cable simple, caja de transferencia y vías o paso de niveles.

Los elementos complementarios son: Switches, ganchos, conectores, abrazaderas, tractor aéreo, mallas o canecas para transportar el fruto, garruchas y barras.

Por otro lado, se puede considerar que la inversión inicial para la infraestructura del sistema de cable vía genera unos costos altos, lo que puede causar diversas expectativas en el

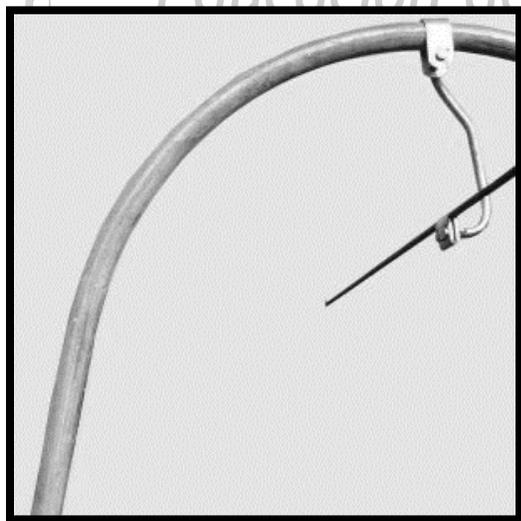
momento de observar este sistema como una opción viable, teniendo en cuenta que según las características del cultivo y su naturaleza se determinarán los componentes y el diseño deberá ser específico para maximizar su función en el cultivo, con el fin de generar mayor eficiencia en la evacuación del fruto de palma y mantener su calidad.

Es esencial, para la implementación del sistema de cable vía y maximizar su funcionamiento, que el cultivo se encuentre debidamente organizado con una adecuada distribución de los lotes desde el momento de su siembra, esto facilita la evacuación del fruto y ayuda al operario en el número de movimientos que tenga que ejecutar para la carga del fruto, menor tiempo de desplazamiento de los operarios dentro del cultivo agilizando la operación, reduciendo tiempos, costos y daños al fruto. (Cubillos de león et al, 2015, p.16, 17)

#### 12.15 Partes del cable vía

**Figura 4.**

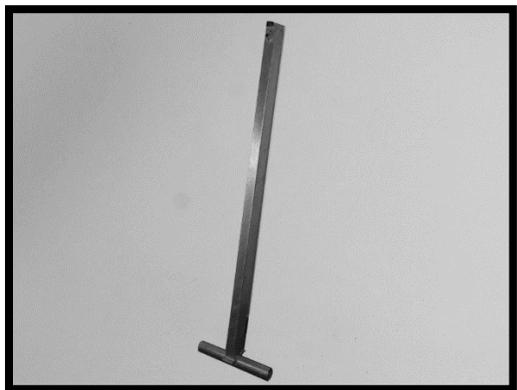
*Torre simple completa*



Fuente: Fundiciones Toro Ramírez

**Figura 5.**

*Poste terminal*



Fuente: Fundiciones Toro Ramírez.

**Figura 6.**

*Cable simple*

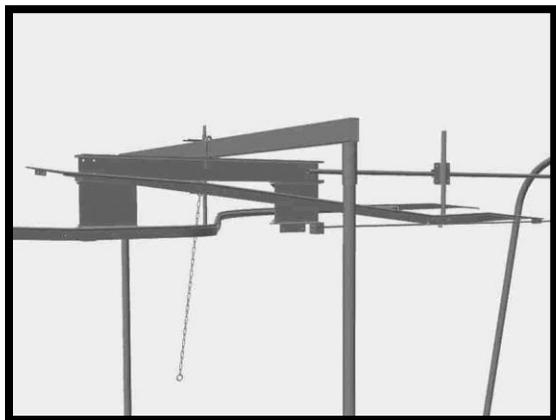


Fuente: Fundiciones Toro Ramírez.

**UNIVERSITARIA MINUTO**  
Universitaria Minuto de Dios  
calidad al alcance de todos  
*Regional Urabá*

**Figura 7.**

*Caja de transferencia*



Fuente: Fundiciones Toro Ramírez.

**Figura 8.**

*Gancho para garrucha*



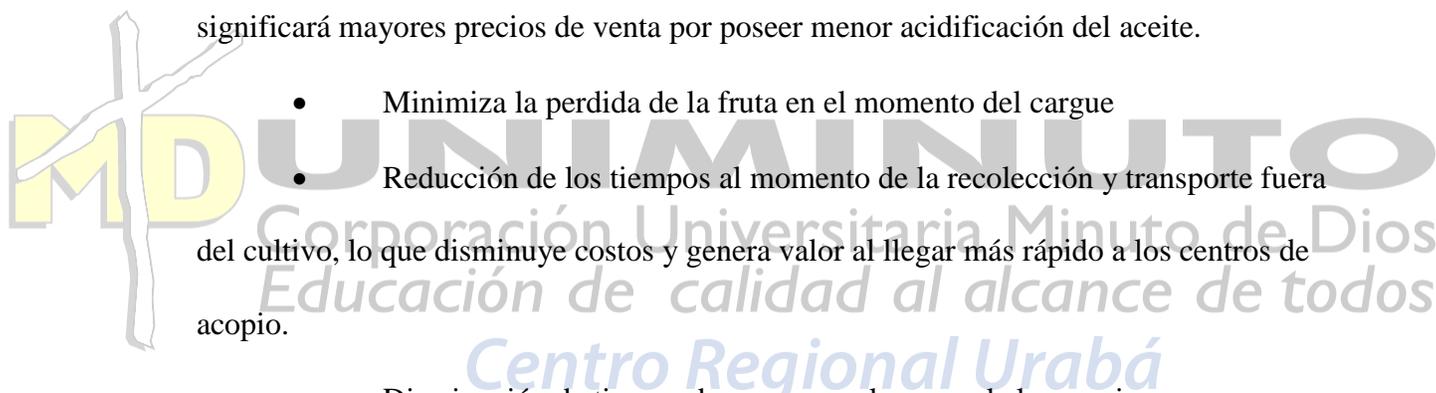
Fuente: Fundiciones Toro Ramírez.

**Figura 9.***Conectores*

Fuente: Fundiciones Toro Ramírez.

### 12.16 Beneficios de la implementación del sistema cable vía

- La implementación de la evacuación del fruto por medio de cable vía, genera menor daño al fruto, el cual sufre menos golpes durante su transporte a los centros de acopio.
- Un fruto con menores daños, dará como resultados un producto de mayor calidad, en este caso en particular una aceite de palma con calidades adicionales, lo que significará mayores precios de venta por poseer menor acidificación del aceite.
- Minimiza la pérdida de la fruta en el momento del cargue
- Reducción de los tiempos al momento de la recolección y transporte fuera del cultivo, lo que disminuye costos y genera valor al llegar más rápido a los centros de acopio.
- Disminución de tiempo de espera en el cargue de los camiones que trasladan los frutos desde el centro de acopio a las plantas de extracción de aceite.
- Menor esfuerzo físico por parte de los operarios, reduciendo la exigencia física que degenera la salud de los empleados, reduciendo costos por problemas de salud ocupacional, creando un ambiente de trabajo sano y con menor desgaste físico.
- Fácil traslado de los insumos, el equipo y el personal.
- Permite operar sin importar las condiciones del terreno o del clima, por lo tanto garantiza el transporte del fruto todo el tiempo, incluso en épocas de lluvia.
- Paso sobre caños, ríos, carreteras, evitando la construcción de puentes.



- Bajo costo mantenimiento y mayor durabilidad.
- Incremento en la capacidad del transporte.
- Liberación del área productiva.
- Garantiza la productividad. (Cubillos de león et al,2015, p.12, 13)

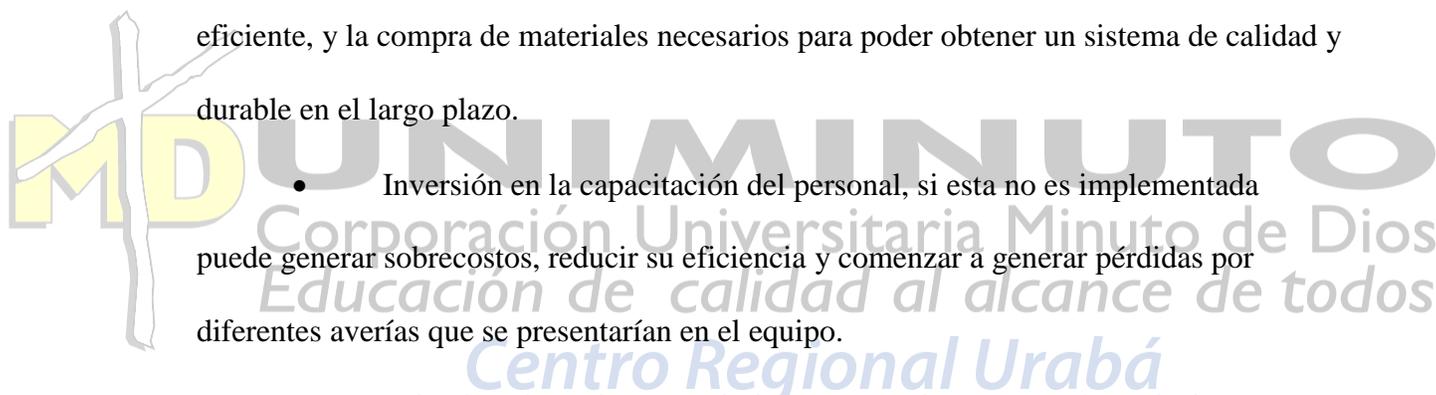
### 12.17 Desventajas de la implementación del sistema cable vía

- El sistema se caracteriza por poseer una infraestructura fija y poco flexible lo que hace que los materiales utilizados para la implementación del sistema en un cultivo sean poco viables para ser implementado en otro cultivo de palma.

- Su implementación requiere una inversión considerable, para un diseño eficiente, y la compra de materiales necesarios para poder obtener un sistema de calidad y durable en el largo plazo.

- Inversión en la capacitación del personal, si esta no es implementada puede generar sobrecostos, reducir su eficiencia y comenzar a generar pérdidas por diferentes averías que se presentarían en el equipo.

- Falta de cultura de mantenimiento preventivo, para poder reducir costos y desgastes en el sistema, que al no ser tratados oportunamente podrían generar disminución en la eficiencia de la evacuación del fruto y pérdidas económicas. (Cubillos de león et al, 2015, p.13, 14).



## 13 Marco conceptual

### 13.1 El transporte.

Se puede definir como el movimiento de personas o bienes de un punto inicial a un destino. Existen variados tipos de transporte: terrestre, aéreo, férreo, marítimo, y se puede dar de forma multimodal o complementaria entre ellos. Es prestado por empresas públicas o privadas las cuales deben tomar la responsabilidad del traslado bajo las normas correspondientes, dependiendo el tipo o modalidad de dicho servicio.

La rama encargada de las diferentes operaciones que realiza una empresa es la logística, desde la obtención de materias primas hasta la entrega del producto final a sus clientes, entre ellas está el desplazamiento de la mercancía, manejando la funcionalidad de este dentro y fuera de la compañía. Según esto se pueden clasificar dos clases de transporte:



13.1.1 **Transporte externo.** Este tipo de transporte es el encargado de llevar los productos desde la fábrica a los clientes, ya sean puntos de distribución o entregas directas. Se da mediante diferentes medios que cumplan con los requerimientos del producto para mantener su buen estado, cumplir con la ubicación y tiempo de entrega.

13.1.2 **Transporte interno.** Corresponde a las máquinas o técnicas usadas para el traslado y manipulación de productos dentro de las instalaciones de una empresa o bodega. Su implementación genera un flujo interno de mercancía a través de elementos tecnológicos intentando la evolución en aspectos importantes como la ergonomía, automatismos, seguridad laboral, entre otros. (Systems, s.f.) Estos sistemas son variables según procesos e instalaciones buscando la obtención de los mejores resultados posibles enfocados en satisfacer las necesidades del cliente en este tipo de transporte se basan modalidades de trabajo como la producción en masa o en cadena, la automatización o procesos a través de bandas, cable carril, transportadores neumáticos, hidráulicos, entre otros.

13.1.3 **Transporte de carga en la agricultura.** En la agricultura se presenta el conjunto de técnicas, instalaciones o maquinarias que ayudan a movilizar los productos, herramientas o personas en el interior del cultivo. El medio de transporte más utilizado por nuestros campesinos colombianos son los animales de carga, a diferencia de los sectores importantes de la agricultura nacional, en donde se han implementado variados modelos tecnológicos que facilitan procesos y mejoran tiempos.

**13.1.4 Transporte de fruta en la recolección.** El transporte de fruta se ha desarrollado junto con la mecanización para la recolección, esto ha sido un reto en el desarrollo tecnológico debido a que es variable según la forma del árbol, la ubicación y resistencia mecánica del fruto junto con el alto costo para el buen desarrollo del equipo. Debido a estas razones es más factible promover la recolección manual con ayuda de estructuras y sistemas mecánicos que generen mayor rendimiento en estos procesos. (Universidad Politécnica de Madrid, 1994)

**13.1.5 Mecanismos de transporte de carga en áreas rurales.** La implementación de diversos sistemas de transporte de carga se ha basado en desarrollos mecánicos, eléctricos y electrónicos, presentando diversos modelos que resuelven una misma problemática y generando una variedad de posibilidades a implementar en función de la estructura, manejo, costo y demás factores que condicionen el sistema.

**13.1.6 Transporte aéreo por cable.** Es un medio empleado para satisfacer necesidades de movilidad para personas o carga. En la movilización de carga es muy utilizado para cultivos como el banano, la palma, las flores, cítricos y ganadería. Se presenta con frecuencia en zonas de topografía montañosa o gran pendiente, siendo un medio de transporte muy efectivo por su capacidad de carga y posibilidad de recorrer largos trayectos en un tiempo relativamente corto. (Aceros, 2020). El diseño de un sistema de transporte por cable tiene variables como la pendiente, capacidad de carga, tipo de vehículo, forma de manejo y demás, debido a esto se puede clasificar según sus características.

### 13.2 Garrucha.

Es un sistema de poleas compuesto de dos grupos, uno fijo y otro móvil. Se pone en movimiento por medio fijando un Cable de acero afianzada por varios arcos de tubos galvanizados en sus laterales y en sus extremos fijados al suelo con concretos. Las poleas se desplazan libremente horizontal.

### 13.3 Partes de una garrucha.

**Tabla 1.**

*Partes de una garrucha*

Cantidad	Accesorio
2	Tornillos modelo T10
2	Platina con perforaciones laterales pasantes
4	Conos modelo T10
4	Pin I-32
2	Balineras 6201-2RS
2	Ruedas modelo T10
1	Buje separador de patín
1	Pin «pata-coja»
2	Tuercas de seguridad
1	Cadena completa (2 argollas)
1	Gancho modelo T10

Fuente. Elaboración propia.

**Descripción**

1. Capacidad de carga: 90Kg
2. Ideal para cable de 3/8", 7/16" y 1/2"
3. Sistema de rodamiento con base en balineras (rodamientos) selladas
4. Material de las ruedas: hierro gris
5. Acabado: galvanizado en frío (zincado)
6. Producto apto únicamente para transporte agrícola y de material inerte.

### 13.4 Sistema de lubricación

Para usar en sistemas de lubricación progresivos la bomba de lubricación P 203 es versátil, compacta y económica. Puede alimentar hasta 150 puntos de lubricación, según la longitud de la línea. Cuenta con una carcasa con motor integrado, depósito con paleta de agitación, elemento de bombeo con válvula de seguridad, boquilla de llenado y partes para conexión eléctrica. Esta potente bomba puede impulsar hasta tres elementos de bombeo y puede estar equipado con control de bajo nivel (con o sin tablero de control).

Características y beneficios. Placas de circuitos impresos opcionales con diferentes configuraciones operativas rango de tipos de depósito ofrecidos para aplicaciones de CC y CA variedad disponible de elementos de bombeo para salida diferente

**Tabla 2.**

*Sistema de lubricación*

<b>Fluido</b>	para aceite de lubricación, de grasa
<b>Accionamiento</b>	Eléctrica

<b>Tecnología</b>	de pistón
<b>Sector</b>	Industrial
<b>Aplicaciones</b>	de lubricación, para vehículo móvil, para maquinaria, de arranque progresivo
<b>Instalación / movilidad</b>	estacionaria
<b>Tensión eléctrica</b>	24 V, 12 V, 230V, 115 V
<b>Otras características</b>	compacta, con depósito, con control remoto, con controlador integrado, de múltiples salidas
<b>Caudal</b>	Maxima.: 0,004 l/min (0,00106 us gal/min)
	Minima.: 0,0007 l/min (0,00018 us gal/min)
<b>Presión</b>	350 bar (5.076,321 psi)
<b>Diámetro de salida</b>	0,3 in

Fuente. Elaboración propia

**Figura 10.***Grasera*

Bomba de lubricación de accionamiento eléctrico P203-s.f.recuperado:

<https://www.skf.com/es/products/lubrication-management/system-components/pumps-and-pump-units/p203>

**13.5 Cables eléctricos.** Un cable eléctrico es un elemento fabricado y pensado para conducir electricidad. El material principal con el que están fabricados es con cobre (por su alto grado de conductividad) aunque también se utiliza el aluminio que, aunque su grado de conductividad es menor también resulta más económico que el cobre.

### 13.6 Partes de un cable eléctrico

Los cables eléctricos están compuestos por el conductor, el aislamiento, una capa de relleno y una cubierta. Cada uno de estos elementos que componen un cable eléctrico cumple con un propósito que vamos a conocer a continuación:

**13.6.1.1** *Conductor eléctrico.* Es la parte del cable que transporta la electricidad y puede estar constituido por uno o más hilos de cobre o aluminio.

**13.6.1.2** *Aislamiento.* Este componente es la parte que recubre el conductor, se encarga de que la corriente eléctrica no se escape del cable y sea transportada de principio a fin por el conductor.

**13.6.1.3** *Capa de relleno.* La capa de relleno se encuentra entre el aislamiento y el conductor, se encarga de que el cable conserve un aspecto circular ya que en muchas ocasiones los conductores no son redondos o tienen más de un hilo. Con la capa de relleno se logra un aspecto redondo y homogéneo.

**13.6.1.4** *Cubierta.* La cubierta es el material que protege al cable de la intemperie y elementos externos.

## 13.7 Tipos de conductores eléctricos

Recordamos que el conductor es el componente que transporta la electricidad.

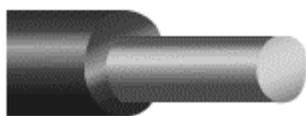
**Figura 11.**

*Conductor de alambre desnudo*



Conductor alambre desnudo, s.f. recuperado de: <https://intensity.mx/es/blog/conceptos-basicos-de-conductores-electricos>

Es un solo alambre en estado sólido, no es flexible y no tiene recubrimiento, un ejemplo de uso este tipo de conductores es la utilización para la conexión a tierra en conjunto con las picas de tierra.

**Figura 12.***Conductor de alambre aislado*

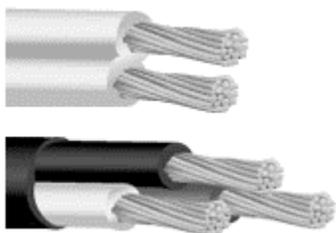
Conductor alambre aislado, s.f. recuperado de: <https://intensity.mx/es/blog/conceptos-basicos-de-conductores-electricos>

Es exactamente lo mismo que el conductor de alambre desnudo con tan solo una diferencia, en este caso el conductor va recubierto de una capa de aislante de material plástico para que el conductor no entre en contacto con ningún otro elemento como otros conductores, personas u objetos metálicos. El alambre aislado se utiliza mucho más que el cobre desnudo tanto en viviendas como oficinas.

**Figura 13.***Conductor de cable flexible*

Conductor de cable flexible, s.f. recuperado de: <https://intensity.mx/es/blog/conceptos-basicos-de-conductores-electricos>

El cable eléctrico flexible es el más comercializado y el más aplicado, está compuesto por multitud de finos alambres recubiertos por materia plástica. Son tan flexibles porque al ser muchos alambres finos en vez de un alambre conductor gordo se consigue que se puedan doblar con facilidad, son muy maleables.

**Figura 14.***Conductor de cordón*

Conductor de cordón, s.f. recuperado de: <https://intensity.mx/es/blog/conceptos-basicos-de-conductores-electricos>

Están formados por más de un cable o alambre, se juntan todos y se envuelven de manera conjunta por segunda vez, es decir, tienen el propio aislamiento de cada conductor más uno que los reúne a todos en un conjunto único.

**13.8 Tipos de aislamientos de cables eléctricos.** Recordamos que casi todos los cables tienen una capa de recubrimiento o aislamiento para prevenir que entren en contacto unos con otros y provoquen un cortocircuito.

Se puede identificar el tipo de aislamiento que tiene un cable en las inscripciones que aparecen sobre él, son abreviaciones del inglés. Los cables que se utilizan para instalaciones en viviendas y oficinas son: THN, THW, THHW y THWN. El significado de estas abreviaturas es el siguiente:

- 1 - T (Thermoplastic): Aislamiento termoplástico (este lo tienen todos los cables).
- 2 - H (Heat resistant): Resistente al calor hasta 75° centígrados (167° F).
- 3 - HH (Heat resistant): Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° F).
- 4 - W (Water resistant): Resistente al agua y a la humedad.
- 5 - LS (Low smoke): Este cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.

6 - SPT (Service parallel thermoplastic): Esta nomenclatura se usa para identificar un cordón que se compone de dos cables flexibles y paralelos con aislamiento de plástico y que están unidos entre sí. También se denomina cordón dúplex.

### 13.9 Tipos de aislamientos de cable

**Figura 15.**

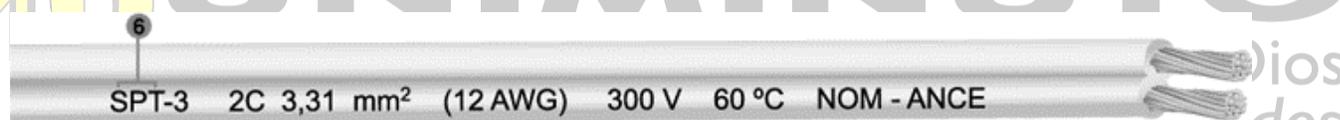
*Tipo de cable dúplex*



Tipo de cable dúplex, s.f. recuperado de: <https://intensity.mx/es/blog/conceptos-basicos-de-conductores-electricos>

**Figura 16.**

*Acero en alto carbono*



Acero en alto carbono, s.f. recuperado de: <https://intensity.mx/es/blog/conceptos-basicos-de-conductores-electricos>

El acero al carbono es un tipo de acero que cuenta con una aleación de elementos, los cuales son el hierro y el carbono. El principal componente de este material es el carbono, y es un tratamiento térmico el que determina las propiedades de este material, que puede ser aleado no solo con hierro, sino también con manganeso para incrementar sus propiedades. Es un material maleable, lo que lo hace de mucha utilidad para la fabricación de perfiles de construcción.

Es un producto considerado como un material de alta resistencia y de baja aleación, aunque existen diferentes categorías en las que se puede dividir, dependiendo de la cantidad de

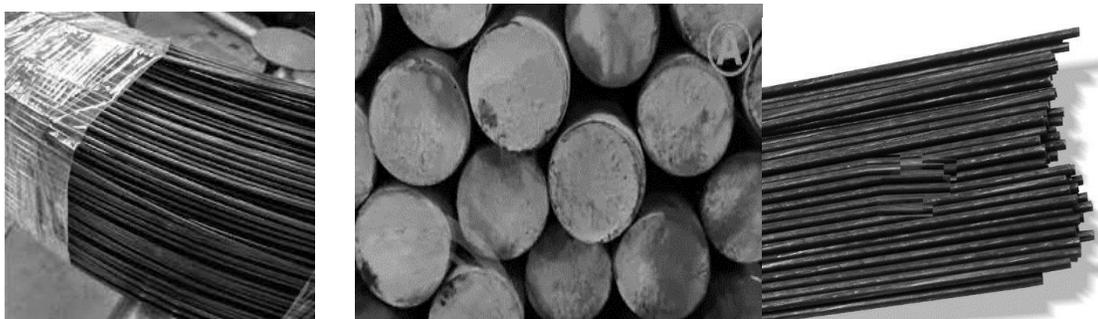
carbono utilizada. Es un material que puede tomar cualquier forma, razón por la cual tiene mucha utilidad en la industria de la construcción.

**13.10 Tipos de acero de alto carbono.** Los diferentes tipos de acero al carbono se utilizan en aplicaciones que requiere de un aumento en el material respecto a la resistencia y el desgaste que pueden tolerar, y que son difíciles de lograr con otro tipo de aleación, ya que dichos elementos pueden resultar más caros o difíciles de conseguir.

Por ello, al acero al carbono se le utiliza para la fabricación de elementos para la industria automotriz, como es en el caso de las carrocerías, así como tiene una gran aplicación en la industria manufacturera, tanto como materia prima como también en la construcción de maquinaria de trabajo. De igual forma, se puede aprovechar en la fabricación e tuberías, cascos de barcos, construcciones metálicas (perfiles de acero), piezas de maquinaria, clavo, cerraduras, motores, ferrocarriles, etc.

**Figura 17.**

*Acero de carbono*



Acero de carbono, s.f., recuperado de: <https://jnaceros.com.pe/blog/acero-inoxidable-acero-al-carbono/>

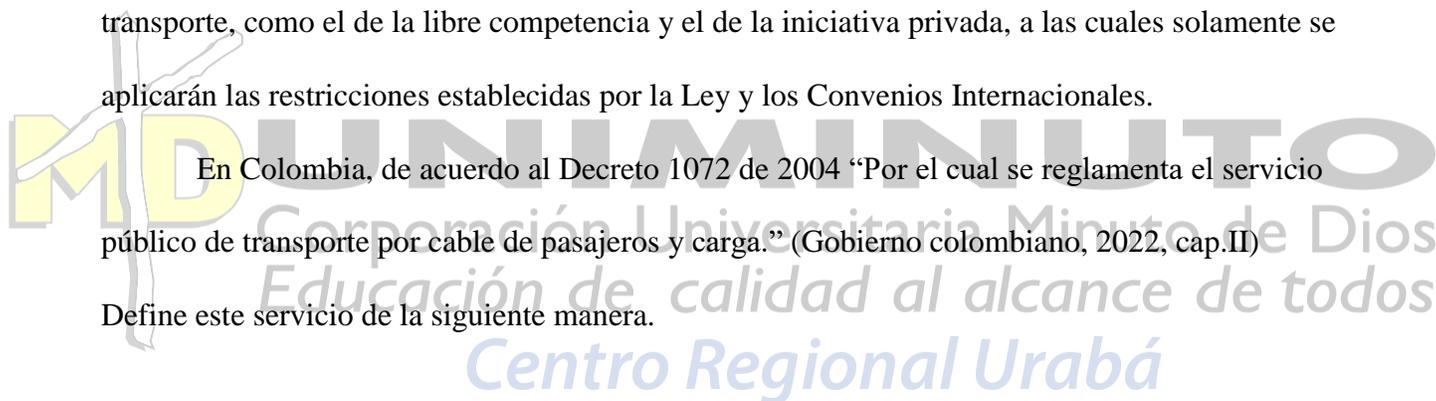
## 14 Marco Legal

Para la reglamentación jurídica del proyecto de investigación, que es la construcción de un prototipo automatizado, que realice la limpieza y engrase del cableado transportador de fruta, se identifican mediante pruebas los elementos necesarios para la construcción de la fase diagnóstica que sirvan de insumo para su industrialización, se tiene en cuenta la siguiente normativa.

14.1 **Artículo 1º.** Tiene como objeto reglamentar el transporte público por cable y a las empresas prestadoras de este servicio, a fin de que ofrezcan un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de los principios rectores del transporte, como el de la libre competencia y el de la iniciativa privada, a las cuales solamente se aplicarán las restricciones establecidas por la Ley y los Convenios Internacionales.

En Colombia, de acuerdo al Decreto 1072 de 2004 “Por el cual se reglamenta el servicio público de transporte por cable de pasajeros y carga.” (Gobierno colombiano, 2022, cap.II)

Define este servicio de la siguiente manera.



14.1.1 **Cable aéreo:** Es un sistema compuesto por cables aéreos, en los cuales los vehículos están soportados por uno o más cables, dependiendo del tipo de mecanismo a utilizar, los vehículos son propulsados por un cable tractor o simultáneamente por un sistema de cable sustentador y cable tractor.

14.1.2 **Transporte por cable:** Los sistemas de transporte por cable se clasifican en cuatro grandes grupos: teleférico, cable aéreo, cable remolcador y funicular.

14.1.3 **Transporte de carga.** Es aquel destinado a satisfacer las necesidades generales de movilización de cosas de un lugar a otro, en cabinas o vehículos soportados por cables, a cambio de un precio o tarifa, bajo la responsabilidad de la empresa o entidad operadora legalmente constituida y debidamente habilitada en esta modalidad.

## **14.2 La Ley 31 de 1925, hace referencia a las patentes de invención y decreta.**

14.2.1 **Artículo 1º.** Los nuevos descubrimientos, invenciones, mejoras o perfeccionamientos en todos los ramos de la industria, confieren a sus autores el derecho exclusivo de explotación por el tiempo indicado en esta Ley, y en las condiciones que en ella se expresan.

Este derecho exclusivo de explotación en todo el territorio de la República, se justifica con títulos expedidos por el Gobierno Nacional, bajo el nombre de patentes de invención, otorgados en la forma que esta misma Ley determina.

Asimismo, el gobierno colombiano (2022) establece que “las tasas de patentes de invención según la superintendencia de industria y comercio para el año 2022 serán las siguientes” (p.1).

**Tabla 3.***Tasas patentes de invención*

<b>Patentes de invención-solicitudes nacionales</b>			
Modalidad	En línea	En físico	Descuento
Solicitud Patente de Invención (contiene el derecho a presentar las 10 primeras reivindicaciones), incluidas las modificaciones relacionadas con el cambio de solicitante por cesión de la solicitud, momento de la publicación, modificación del resumen, inventor, datos de prioridad o datos de solicitud PCT y correcciones de errores materiales (se entenderá en todo caso correcciones de errores materiales posteriores a la concesión)	\$88.000	\$109.000	N/A
Examen de Patentabilidad de una solicitud de Patente de Invención	\$1.363.000	\$1.632.500	25%*
Reivindicación adicional para Patente de Invención (a partir de la undécima 11° reivindicación)	\$44.500	\$52.500	N/A
Invocación de una prioridad	\$227.000	\$276.500	N/A

**Fuente, (Superintendencia de industria y comercio, 2022)**

Por otro lado como menciona la superintendencia de industria y comercio (2022):

En Colombia, se define una patente como un privilegio que le otorga el Estado al inventor como reconocimiento de la inversión y esfuerzos realizados por éste para lograr una

solución técnica que le aporte beneficios a la humanidad. Dicho privilegio consiste en el derecho a explotar exclusivamente el invento por un tiempo determinado. (p.1)

Según la superintendencia de industria y comercio (2022) los documentos para solicitar una patente son:

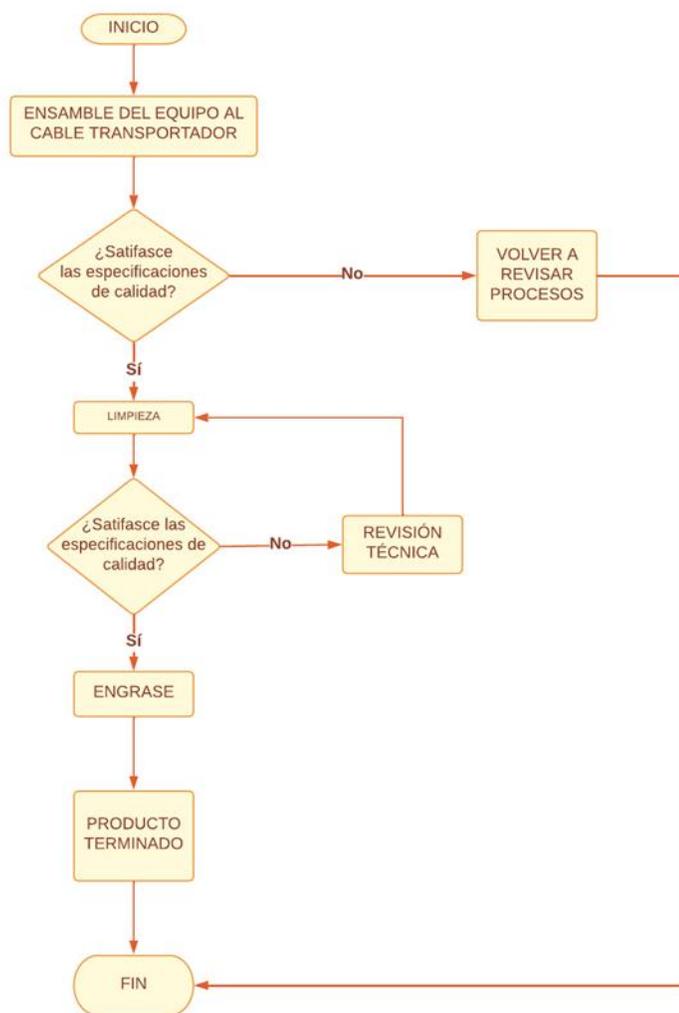
1. Un formulario al que se denomina petitorio en caso de presentarlo en físico o en caso de hacerlo en línea a través de SIPI el usuario se registra e ingresa la información requerida.
2. Resumen.
3. La descripción del invento.
4. Las reivindicaciones.
5. Figuras o ejemplos.
6. El comprobante de pago de la tasa establecida (la cual cambia cada año),
7. Si se presenta por intermedio de un abogado debe presentarse el poder otorgado a éste. El poder no necesita de presentación personal, autenticación o legalización y podrá otorgarse mediante documento privado.
8. Si la solicitud la hace una empresa, no es necesario aportar el certificado de existencia y representación legal de la persona jurídica solicitante. La SIC podrá consultar los registros públicos de los Certificados de Existencia y Representación de las Cámara de Comercio.
9. Copia del contrato de cesión o bien del contrato en virtud del cual se presume la cesión cuando el solicitante no sea el inventor, por ejemplo: contrato de prestación de servicios o de trabajo.

## 15 Resultados y discusión

A continuación se muestran los resultados y discusión obtenidos del proyecto.

**Figura 18.**

*Diagrama de flujo ensamble y funcionalidad del prototipo*



Fuente. Elaboración propia.



**MINUTO**  
Ministerio de Educación  
al alcance de todos  
en Urabá

**Figura 19.**

*Prototipo con cepillos de limpieza*



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 20.**

*Prototipo con sistema de engrase*



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 21.**

*Instalación cepillos de limpieza*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 22.**

*Instalación sistema de engrase*



Fuente. Elaboración propia

Tabla 4.

Ficha técnica del prototipo.

	<b>DISEÑO DE PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA MANTENIMIENTO DE CABLEADO TRANSPORTADOR</b>	CODIGO	0.0001
		FECHA	22/11/2022
	FICHA TECNICA DEL EQUIPO	VERSION	0.0001
MAQUINA-EQUIPO	Limpiadora de grasa		
VALOR DE COMPRA	\$ 1.500.000		
MARCA	HETACA		
UBICACIÓN	CABLE VIA		
SECCION	MANTENIMIENTO		
GARANTIA EN MESES	12 Meses		
FECHA DE MANENIMIENTO	Cada 6 meses		
<b>DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA</b>			
<p>EL limpiador de grasa de cable transportador, es creado con láminas de acero, Motorreductor, garrucha y control remoto. El limpiador del cable vía es alimentado mediante un par de batería de 12v, su altura es de 67 cm, su ancho es de 35 cm y su largo es de 20cm, su peso es de 10.4 libras.</p>			
<b>DATOS TECNICOS</b>		<b>FUNCION</b>	
TENSION	12V-24V	Esta máquina se será utilizado para la limpiar y lubricar el cable transportador, con el fin que el cable sea más rápido y eficiente el mantenimiento del sistema de traslado de fruta, en el campo hacia el área de procesamiento, permite aplicar la cantidad de grasa necesaria para el uso óptimo del cable vía.	
INTENSIDAD	50-60Hz		
POTENCIA	84Kw		
PARTES	Tablero de control		
	Motorreductor		
	Garrucha		
	Grasera		
	Cepillo limpiador		
	Kit de arrastre		
	Baterías		
	Manguera		
<b>RECOMENDACIONES DE USO</b>			
Se recomienda realizarles un chequeo a todas las partes móviles y conexiones eléctricas, antes del encendido del equipo, posteriormente realizarle uno o dos ensayos para confirmar que el equipo			

reconozca todos sus sensores, posicionar, revisar carguen de la grasa y líquidos necesarios para el desengrase.	
<b>PRECAUCIONES</b>	
Revisar manual de instrucciones, usar los equipos de protección personal, tener una distancia entre uno a dos metros, no ubicarse debajo del equipo.	
<b>MANTENIMIENTO DE OPERACIÓN</b>	<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>
Para su mantenimiento debe intervenir por personal certificado, que tenga las herramientas necesarias, verificar el estado de las baterías, verificar que la temperatura no supere los 70° en el motor de desplazamiento y de engrase, tensionar cadena.	MZ133 CS18 B/Obrero BQ/1 Heiler Urango Hoyos, María Camila Buitrago, Tatiana Marcela Bastidas Tel: 3145777571 Email: vulkanfox@gmail.com

Fuente. Elaboración propia.

### 15.1 Momento metodológico

### 15.2 Diseño de la investigación

### 15.3 Línea y sublínea de investigación

De acuerdo con los lineamientos establecidos por la Corporación Universidad Minuto de Dios. La presente investigación está en la línea de “Innovaciones sociales y productivas” y en la sublínea de “TIC aplicadas a las organizaciones productivas.” (UNIMINUTO, 2022)

### 15.4 Método de investigación

El método de investigación empleado en este trabajo es el inductivo-deductivo, por tal motivo se utilizarán las herramientas propias de este como lo son razonamiento lógico – toma de decisiones.

### 15.5 Recolección de fuentes primarias

En la recolección de fuentes primarias se utilizarán las siguientes herramientas:

- Visita de campo
- Ingenieros mecánicos

## 15.6 Recolección de fuentes secundarias.

En la recolección de fuentes secundarias se utilizarán las siguientes herramientas:

- Búsqueda en internet
- Búsqueda bibliográfica

## 15.7 Aspectos administrativos del proyecto.

### 15.7.1 Supervisión.

La supervisión del proyecto será realizada por el docente que la Corporación Universitaria Minuto de Dios, propuso, el cual también hará el respectivo seguimiento.

### 15.7.2 Presupuesto.

**Tabla 5.**

*Descripción maquinaria prototipo*

Descripción Maquinaria	Cantidad	Consumo y Mantenimiento	Valor total
Garrucha	1 unidad	15 días	\$ 30.000
Kit de arrastre	1 unidad	5 años	\$ 41.000
Batería 12v 12 Amperios	1 unidad	5 años	\$ 160.000
Kit Control Remoto	1 unidad	5 años	\$ 54.300
Motorreductor	1 unidad	5 años	\$ 385.000
Grasera	1 unidad	15 días	\$ 590.000
Capello Limpia cadena	2 unidad	60 días	\$ 25.000

<b>Desengrasante multiusos</b>	<b>1 galón</b>	<b>30 días</b>	<b>\$ 21.500</b>
			<b>\$ 1.306.800</b>

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 6.**

*Costos del proyecto*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor/Unitario</b>	<b>Valor/Total</b>
Viáticos			100.000
Papel carta	1 resma	11.000	11.000
Fotocopias	100	100	10.000
Gasolina			40.000

Fuente. Elaboración propia.

### 15.7.3 Cronograma de actividades.

**Figura 23.**

*Cronograma de actividades*

Actividad	Agosto							Septiembre							Octubre					Noviembre								
	5	10	15	18	22	27	30	2	6	12	17	21	26	28	30	3	7	10	13	17	24	29						
Revisión bibliográfica	■																											
Planteamiento del problema		■																										
Problema de investigación			■																									
Objetivos				■																								
Justificación					■																							
Metodología						■																						
Marco referencial							■																					
Marco teórico								■																				
Marco conceptual									■																			
Marco legal										■																		
Inicio Diseño de prototipo											■																	
Construcción del prototipo												■																
Realización formatos para visita de campo													■															
Visita de campo														■														
Realización informe de analisis de datos															■													
Análisis de literatura																■												
Análizar artículos																	■											
Ordenar trabajo																		■										
Corregir errores																			■									
Entrega final																												
Presentación del proyecto de investigación																												

**Fuente.** Elaboración propia.

### 15.7.4 Análisis e interpretación de datos.

Se inicia recordando que el informe final de este trabajo de grado consiste en identificar los elementos para construir la fase diagnóstica que sirva de insumo para construir un prototipo que ejecute de forma autónoma el mantenimiento (limpieza, engrase) del cable vía.

En ese orden de ideas y después de la prueba del prototipo en el cable vía de la finca Villa del Rosario ubicada en la vereda la piña comunal san Jorge cerca al municipio de Nueva Colonia de Turbo Antioquia, se logró construir una guía la cual servirá de brújula para el equipo que va a desarrollar dicho prototipo.

## 15.8 Guía para la construcción de la fase diagnóstica, como insumo primario para la creación de un prototipo para el sector bananero de la región de Urabá.

### 15.8.1 Metodología para la construcción del diagnóstico del prototipo.

Para la construcción de un diagnóstico, el equipo de trabajo que se constituyó, debe tener especial cuidado en la metodología a emplear, para ello se realizara la visita de campo y se aplicaran los formatos con las diferentes variables, para efectuar la prueba del prototipo y diagnosticar de esta forma sus fallas.

## 15.9 Análisis de datos de la visita de campo.

El día 30 de octubre de 2022, se realizó la visita de campo a la finca Villa del Rosario ubicada en la vereda la piña comunal san Jorge cerca al municipio de Nueva Colonia de Turbo Antioquia, donde se realizó la primera prueba del prototipo en el cable, donde se logró tener un diagnóstico preciso.

### 15.9.1 Descripción de los problemas y necesidades identificadas según la visita de campo y la primera prueba del prototipo en el cable vía.

**Tabla 7.**

*Fallas del prototipo*

Componentes	Problema o necesidad	Causas	Propuesta
Preparativos	Falla en la organización al momento de llevar el equipo necesario para realizar la primera prueba.	Falta de control remoto que dirige el prototipo.	Desarrollar acciones de mejora con el fin de mejorar la realización de las siguientes pruebas.
Problemas mecánicos	Falla en la velocidad del prototipo.	El funcionamiento del prototipo con una batería de 12voltios 4.6 amperios, fue inadecuado, logro recorrer 10 metros en	Se debe adecuar el prototipo la batería de 24 amperios, ya que esta es la adecuada para su correcto funcionamiento.

		2 minutos, el funcionamiento del prototipo con una batería de 24 voltios 9.0 amperios, fue el esperado, logro recorrer 10 metros en 1 minuto con 10 segundos.	
Diseño del prototipo	Falla en el diseño del prototipo.	Problema del paso del prototipo a través de los ganchos y chanelas	Se debe ajustar el diseño del prototipo para que pueda hacer el recorrido de forma correcta a través de los ganchos y chanelas del cable vía.

Fuente. Elaboración propia.



## 15.10 Registro fotográfico de la visita a campo

Figura 24.

*Prototipo construido*



Fuente. Elaboración propia.

MD

MINUTO  
Universitaria Minuto de Dios  
al alcance de todos  
Regional Urabá

**Figura 25.**

*Prototipo en trayectoria recta*



Fuente. Elaboración propia.

MINUTO  
Universitaria Minuto de Dios  
al alcance de todos  
Centro Regional Urabá

**Figura 26.**

*Prototipo en función con 24 voltios 9.0 amperios.*



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 27.**

*Prototipo en función con 12 voltios 4.6 amperios.*



Fuente. Elaboración propia.

MO

NUTO  
aria Minuto de Dios  
al alcance de todos  
al Urabá

### 15.11 Formatos de campo pruebas del prototipo.

**Tabla 8.**

*Prueba funcionalidad del prototipo*

Funcionalidad del prototipo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
Garrucha	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Kit de arrastre	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Batería 12voltios 4.6 Amperios	X			0	No cumplió con el resultado esperado	NO
Kit Control Remoto	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Motorreductor	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Grasera	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Capello Limpia cadena	Pendiente			0	Se ensayarán en la segunda y tercera prueba	Pendiente
Desengrasante multiusos	Pendiente			0	Se ensayarán en la segunda y tercera prueba	Pendiente

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.**

*Variable velocidad del prototipo*

Variable: velocidad que alcanza el prototipo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
De punto (a) a punto (b)	✓			1	Velocidad esperada	SI
De punto (c) a punto (d)	✓			1	Velocidad esperada	SI
De punto (e) a punto (f)	✓			1	Velocidad esperada	SI

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.***Calidad de limpieza que realiza el prototipo*

Variable: calidad de limpieza	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
De punto (a) a punto (b)	✓			1	Cumple con alta calidad de limpieza	SI
De punto (c) a punto (d)	✓			1	Cumple con alta calidad de limpieza	SI
De punto (e) a punto (f)	✓			1	Cumple con alta calidad de limpieza	SI

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 11.***Variable distancia que puede recorrer el prototipo*

Variable: distancia que recorre el prototipo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
Cantidad de metros recorridos	10metros en 1minuto				Objetivo esperado	SI
Cantidad de metros recorridos	20 metros 2 minutos				Objetivo esperado	SI
Cantidad de metros recorridos	30 metros 3 minutos				Objetivo esperado	SI

Fuente. Elaboración propia

Tabla 12.

*Variable estabilidad del prototipo en funcionamiento*

Variable: estabilidad del prototipo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
Trayectoria recta	✓			1	Tuvo estabilidad	SI
Trayectoria curva	✓			1	Tuvo estabilidad	SI
Trayectoria en cuchillas	✓			1	Tuvo estabilidad	SI

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 13.

*Calidad de engrase que realiza el prototipo*

Variable: calidad de engrase	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
De punto (a) a punto (b)	✓			1	Cumple con alta calidad de engrase	SI
De punto (c) a punto (d)	✓			1	Cumple con alta calidad de engrase	SI
De punto (e) a punto (f)	✓			1	Cumple con alta calidad de engrase	SI

Fuente. Elaboración propia.

## 16 Conclusiones

Durante la realización de este proyecto, se pudo evidenciar las falencias que presenta el sistema actual de limpieza y mantenimiento del cableado transportador, el cual se refiere al sistema de transporte que utilizan en la actualidad las fincas bananeras y el área turística para el transporte de la fruta, desde el campo hasta la empacadora.

Por culpa de esta problemática, el rendimiento en el momento de transportar la fruta a través del cableado transportador, se encuentra comprometido, pues las falencias de este modo radican principalmente en el tipo de mantenimiento manual que están realizando, imposibilitando una mejor economía para las fincas bananeras, exponiendo las frutas a gran inseguridad y pérdidas económicas para las mismas.

Por tal razón, se propuso como la mejor alternativa, crear este dispositivo automático funcional, que cumpla con los requerimientos internos y más altos estándares de las fincas bananeras y el área turística en la limpieza y engrase del cableado transportador, no solo en el tipo de dispositivo que deban utilizar, sino en la opción más conveniente para efectuar legalmente este tipo de proceso, cumpliendo con los diferentes lineamientos de seguridad y calidad pertinentes, creando una mejor reputación para estas empresas con la idea de disminuir accidentes laborales en las personas que realizan esta tarea de forma manual y ahorro gran ahorro económico que representa para estas mismas.

De igual manera, otorgándole gran interés al tema de costos en mantenimiento que manejan en la actualidad las fincas bananeras para su sistema de transporte (cableado

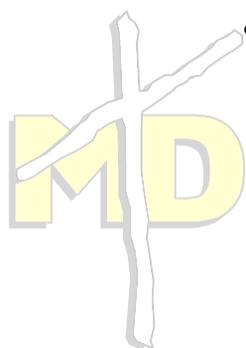
transportador), diferenciando el valor del mantenimiento actual, demostrando que la mejor alternativa para el futuro y mejor desarrollo de estas empresas bananeras de la región de Urabá siempre será el uso de este dispositivo automático funcional, aunque los costos incrementen significativamente, se garantiza que su rendimiento y recuperación serán positivos.



## 17 Recomendaciones

Una vez concluido el proyecto, se considera interesante investigar sobre otros aspectos relacionados con los mecanismos del prototipo y se propone:

- Extender los estudios expuestos en este proyecto a nuevos avances tecnológicos, como lograr que el dispositivo pase de ser automatizado, a utilizar tecnología 5G, 4G, o que este pueda ser totalmente autónomo y tomar decisiones.
- Aplicar el proyecto en otras áreas como lo son el servicio público de cable aéreo como teleféricos, sector turístico, otros cultivos como lo son palma de aceite y otras áreas que usen el cableado transportador.
- Luego de la primera prueba del prototipo, se recomienda que esté puede pasar a la fase de industrialización y desarrollo comercial.



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
*Educación de calidad al alcance de todos*  
*Centro Regional Urabá*

## 18 Referencias

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Agricultura, O. d.

(2017). *Manual de seguridad y salud en la industria bananera*. Obtenido de

<https://www.fao.org/3/i8078s/i8078s.pdf>

Agrupecuario, I. C. (16 de Abril de 2021). ICA. Obtenido de ICA: [https://www.ica.gov.co/noticias/ica-](https://www.ica.gov.co/noticias/ica-declaro-uraba-libre-fusarium-raza-4-tropical)

[declaro-uraba-libre-fusarium-raza-4-tropical](https://www.ica.gov.co/noticias/ica-declaro-uraba-libre-fusarium-raza-4-tropical)

Analpes, I. (2019). *Analpes*. Obtenido de Analpes: <https://www.analpes.com/productos/cable-vias/>

Buitrago, M. C. (2 de Noviembre de 2022). *YouTube*. Obtenido de

<https://www.youtube.com/shorts/IV7cgGVrepl>

Buitrago, M. C. (2 de Noviembre de 2022). *YouTube*. Obtenido de

<https://youtube.com/shorts/n95V0QI3vzU?feature=share>

Carlos Andres Fontanilla, J. S. (30 de Noviembre de 2009). *Cable vía en la cosecha de palma*. Obtenido de

Cable vía en la cosecha de palma: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/1465-Texto-1465-1-10-](file:///C:/Users/Admin/Downloads/1465-Texto-1465-1-10-20120719.pdf)

[20120719.pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/1465-Texto-1465-1-10-20120719.pdf)

Colombia, G. d. (14 de Abril de 2004). *Función pública*. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=13070>

colombia, G. d. (s.f.). *Superintendencia de industria y comercio*. Obtenido de

<https://www.sic.gov.co/patentes>

Corbana, C. C. (2016). *Manual de buenas practicas en salud ocupacional en el sector bananero*. Obtenido

de

[https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/manuales\\_guias/guias/Manual%20de%2020Buenas%20Practicas%20en%20Salud%20Ocupacional%20del%20Sector%20Bananero.pdf](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/manuales_guias/guias/Manual%20de%2020Buenas%20Practicas%20en%20Salud%20Ocupacional%20del%20Sector%20Bananero.pdf)

Diana Cubillos, R. d. (25 de Agosto de 2015). *ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL USO DE CABLE*. Obtenido de ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL USO DE CABLE:

<https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1282/Estudio%20comparativo%20entre%20el%20uso%20tradicional%20y%20el%20uso%20de%20cable%20%20via.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Diaz. (15 de abril de 2020). *acompañamiento y evaluación de labores de campo y su incidencia en la calidad postcosecha del cultivo de banano*. Obtenido de

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2682/d%C3%ADazdoradoalfonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Edgardo Murrieta, H. P. (s.f.). *Manual de buenas practicas de cosecha y postcosecha de plátano y banano*. Obtenido de Manual de buenas practicas de cosecha y postcosecha de plátano y

banano: [https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual\\_poscosecha\\_banano](https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_poscosecha_banano)

Heredia. (Junio de 2021). *seguimiento y evaluación de labores agronómicas del cultivo de banano (musa AAA), en la zona de Urabá Antioquia en la empresa banaexport S.A* . Obtenido de

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4195/JAISON%20DAVID%20HEREDIA%20ORTEGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Inox, M. M. (18 de julio de 2019). *Engrasado de cable via*. Obtenido de YouTube:

[https://www.youtube.com/watch?v=rQbWrw\\_w1DA](https://www.youtube.com/watch?v=rQbWrw_w1DA)

Juriscal. (7 de marzo de 1925). *Sistema unico de información normativa*. Obtenido de Ministerio de justicia y del derecho: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1587465>

Murrieta, p. (s.f.). *Manual de buenas prácticas de cosecha y postcosecha de platano y banano*. Obtenido de [https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual\\_poscosecha\\_banano](https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_poscosecha_banano)

Murusumbay Dután, C. J. (enero de 2016). *Identificación de los factores de riesgos mecánicos en la Bananera* .

Murusumbay Dután, C. J. (8 de Enero de 2016). *Identificación de los factores de riesgos mecánicos en la Bananera* . Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21172>

Murusumbay Dután, C. J. (8 de enero de 2016). *Identificación de los factores de riesgo mecánicos en la bananera*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21172>

Neto, I. A. (1994). *Principales labores del cultivo de banano*. Obtenido de Principales labores del cultivo de banano: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90013518.pdf>

Noria. (1 de Octubre de 2015). *Fundamentos de lubricación de cables de acero*. Obtenido de

Fundamentos de lubricación de cables de acero: <https://noria.mx/lublearn/fundamentos-de-lubricacion-de-cables-de-acero/>

Norte, C. (23 de febrero de 2018). *Cedepas Norte*. Obtenido de Manual del cable vía:

[https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual\\_cable\\_via.pdf](https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_cable_via.pdf)

Omar Castro, M. L. (Febrero de 2019). *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO* .

Obtenido de PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO :

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2307/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Omar Jose Castro Martínez, M. C. (Febrero de 2019). *Trabajo de grado*. Obtenido de Trabajo de grado:

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2307/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruiz. (11 de agosto de 2021). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos e infraestructura de las fincas pertenecientes a la empresa Orodelti S.A.* Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21068/1/UPS-GT003424.pdf>

Sánchez, J. V. (11 de Agosto de 2021). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos.* Obtenido de Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21068/1/UPS-GT003424.pdf>

Toro, M. P. (15 de septiembre de 2019). *El mundo.com.* Obtenido de <https://www.elmundo.com/noticia/Urabauna-economia-del-banano-y-el-turismo/377578>

trabajo, O. I. (23 de Junio de 2022). *OIT.* Obtenido de OIT: [https://www.ilo.org/lima/sala-de-prensa/WCMS\\_849431/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/lima/sala-de-prensa/WCMS_849431/lang--es/index.htm).



## 19 Anexos.

## 19.1 Anexo 1. Prueba 1 velocidad que alcanza el prototipo.

Figura 28.

*Velocidad que alcanza el prototipo.*

Variable: velocidad que alcanza el prototipo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
De punto (a) a punto (b)	✓			1	Velocidad esperada	SI
De punto (c) a punto (d)	✓			1	Velocidad esperada	SI
De punto (e) a punto (f)	✓			1	Velocidad esperada	SI

Fuente. Elaboración propia.

## 19.2 Anexo 2. Funcionalidad del prototipo.

Figura 29.

Funcionalidad del prototipo

Funcionalidad del prototipo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
Garrucha	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Kit de arrastre	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Bateria 12v 12 Amperios	X			0	No cumplió con el resultado esperado	NO
Kit Control Remoto	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Motorreductor	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Grasera	✓			1	Cumplió con el resultado esperado	SI
Capello Limpia cadena	Pendiente			0	Se ensayara en la segunda y tercera prueba	Pendiente
Desengrasante multiusos	Pendiente			0	Se ensayara en la segunda y tercera prueba	Pendiente



Fuente. Elaboración propia.

EDUCACION DE CALIDAD AL ALCANCE DE TODOS

Centro Regional Urabá

## 19.3 Anexo 3.

Figura 30.

*Estabilidad del prototipo*

Variable: estabilidad del prototipo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
Trayectoria recta	✓			1	tuvo estabilidad	SI
Trayectoria curva	✓			1	tuvo estabilidad	SI
Trayectoria en cuchillas	✓			1	tuvo estabilidad	SI



Fuente. Elaboración propia.

**MD UNIMINUTO**  
 Corporación Universitaria Minuto de Dios  
*Educación de calidad al alcance de todos*  
 Centro Regional Urabá

## 19.4 Anexo 4.

Figura 31.

*Calidad de limpieza que realiza el prototipo.*

Variable: calidad de limpieza	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
De punto (a) a punto (b)	Pendiente			0	Se ensayara en la segunda y tercera prueba	Pendiente
De punto (c) a punto (d)	Pendiente			0	Se ensayara en la segunda y tercera prueba	Pendiente
De punto (e) a punto (f)	Pendiente			0	Se ensayara en la segunda y tercera prueba	Pendiente

Fuente. Elaboración propia.

## 19.5 Anexo 5.

Figura 32.

*Distancia que recorre el prototipo.*

Variable: distancia que recorre el prototipo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
Cantidad de metros recorridos	10 metros en 1 minuto			0	Objetivo esperado	SI
Cantidad de metros recorridos	20 metros en 2 minutos			0	Objetivo esperado	SI
Cantidad de metros recorridos	30 metros en 3 minutos			0	Objetivo esperado	SI



Fuente. Elaboración propia.

Corporación Universitaria y Técnica de la Educación de calidad al alcance de todos  
**Centro Regional Urabá**

## 19.6 Anexo 6.

*Calidad de engrase del prototipo*

Variable: calidad de engrase	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
De punto (a) a punto (b)	✓			1	Cumple con alta calidad de engrase	SI
De punto (c) a punto (d)	✓			1	Cumple con alta calidad de engrase	SI
De punto (e) a punto (f)	✓			1	Cumple con alta calidad de engrase	SI

Fuente. Elaboración propia.



## 19.7 Anexo 7.

*Calidad de engrase del prototipo*

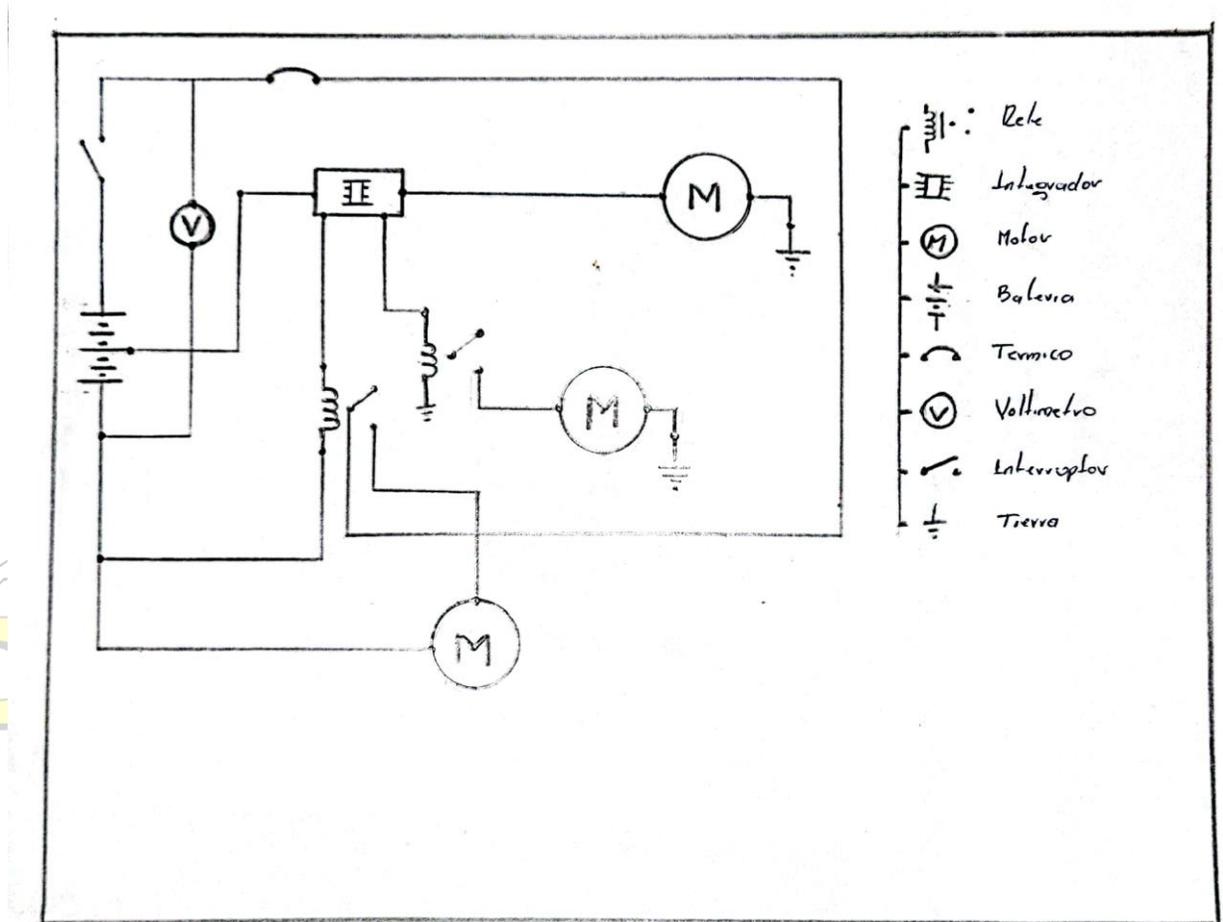
Variable: calidad de limpieza	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Total puntos	Observaciones	Aprobado (SI/NO)
De punto (a) a punto (b)	✓			1	Cumple con alta calidad de limpieza	SI
De punto (c) a punto (d)	✓			1	Cumple con alta Calidad de limpieza	SI
De punto (e) a punto (f)	✓			1	Cumple con alta Calidad de limpieza	SI

Fuente. Elaboración propia.



## 19.8 Anexo 8.

*Plano eléctrico del prototipo*



Fuente. Elaboración propia.