

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



T E S I S

**ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE TRANSPORTE MENOR DE
MADERA ESCUADRADA DE *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. ENTRE
CABLE AÉREO Y ACÉMILA, EN EL CENTRO POBLADO LA RAMADA –
BAMBAMARCA – CAJAMARCA.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:
ROCÍO ROJAS ROMÁN

ASESOR:
Ing. ANDRES HIBERNON LOZANO LOZANO

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: ROCÍO ROJAS ROMÁN
DNI: 46081693
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal
2. Asesor: Ing. Andrés Hibernon Lozano Lozano
Facultad/Unidad UNC: Ciencias Agrarias
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE TRANSPORTE MENOR DE MADERA ESCUADRADA DE *Pinus patula* Schiede ex Schldl.et Cham. ENTRE CABLE AÉREO Y ACÉMILA, EN EL CENTRO POBLADO LA RAMADA – BAMBAMARCA – CAJAMARCA".
6. Fecha de evaluación: 26/08/2023
7. Software anti plagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 13%
9. Código Documento: D173137116
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión 12/06/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr/> Ing. Andrés Lozano Lozano DNI: 26617742

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

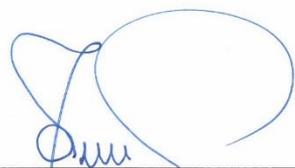
En la ciudad de Cajamarca, a los once días del mes de marzo del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 521-2023-FCA-UNC, de fecha 18 de diciembre del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE TRANSPORTE MENOR DE MADERA ESCUADRADA DE *Pinus patula* Schiede ENTRE CABLE AÉREO Y ACÉMILA EN EL CENTRO POBLADO DE LA RAMADA - BAMBAMARCA - CAJAMARCA"**, realizada por la Bachiller **ROCÍO ROJAS ROMÁN** para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las once horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las doce horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



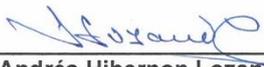
Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela
PRESIDENTE



Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos
SECRETARIO



Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro
VOCAL



Ing. Andrés Hibernon Lozano Lozano
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos Padres José y Virginia

A mi hija Alessia.

A mi esposo Frans.

A mis queridos hermanos Eligio, Pedro, Juan, Paul,
Félix, Nila, Teo.

AGRADECIMIENTOS

A mí asesor Ing. Andrés Lozano Lozano por su tiempo y dedicación en la elaboración del proyecto y ejecución de la tesis.

A mis compañeros de estudio Ing. Yanira, y Ronald que siempre me brindaron su apoyo y los ánimos necesarios para la culminación de mi investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRAC	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación de la investigación	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Objetivo	3
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Aprovechamiento forestal en plantaciones forestales	6
2.2.2. Operaciones de saca de madera	6
2.2.3. Transporte menor.....	6
2.2.3.1. Transporte forestal con animales	7
2.2.3.2. Transporte por cable aéreo	7
2.2.4. Costos de transporte y rendimiento	8
2.2.5. Rendimiento.....	9
2.2.6. Depreciación	9
2.2.6.1. Métodos de depreciación	10
2.2.7. Periodos	11
2.2.7.1. Tiempos	11
2.2.8. Métodos de cronometraje	11
2.2.9. Madera escuadrada	12
2.2.9.1. Cubicación de la madera.....	12
2.3. Definición de términos	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Ubicación geográfica y características del área de estudio	14
3.1.1. Suelos y topografía.	14
3.1.2. Cobertura vegetal.....	14

3.1.3. Actividades económicas en el lugar	14
3.2. Materiales y equipos.....	16
3.3. Metodología.....	17
3.3.1. Descripción del sistema de cable aéreo	17
3.3.2. Descripción del transporte por acémila.....	19
3.3.3. Recopilación de datos	19
3.3.4. Procesamiento de datos	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. Costos de transporte por sistema de cable aéreo	22
4.1.1. Rendimiento en volumen.....	22
4.1.2. Depreciación del sistema de cable aéreo	23
4.2. Costos de transporte por acémilas	25
4.2.1. Rendimiento en volumen.....	25
4.2.2. Depreciación de las acémilas.....	26
4.2.3. Comparación de los dos sistemas	27
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
5.1. Conclusiones.....	30
5. Recomendaciones.....	30
V.BIBLIOGRAFIA CITADA	31
ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rendimiento promedio por día del volumen de madera transportado en el cable aéreo.....	22
Tabla 2: Depreciación del sistema de cable aéreo	24
Tabla 3: Costos de alquiler del transporte de madera por acémilas.....	25
Tabla 4: Rendimiento promedio por día del volumen transportado en acémilas.....	25
Tabla 5: Depreciación diaria y anual del sistema por acémilas.....	26
Tabla 6: Costo comparativo del transporte menor de madera escuadrada en ambos sistemas.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del área de investigación.....	15
Figura 2: Tendido de los cables.....	17
Figura 3: Sistema de cable aéreo.....	18
Figura 4 : Sujeción de cables en el árbol mástil en la zona de cargado.....	59
Figura 5: Cable tensionado.....	59
Figura 6 : Postes mástiles en el área de descarga.	59
Figura 7: Postes mástiles en el área de descarga.....	59
Figura 8 : Zona de amortiguación de la madera	60
Figura 9: Sistema de poleas (polea móvil).....	60
Figura 10: Sistema de poleas (líneas de vida de arnés).....	60
Figura 11: Cargado de madera en cable.....	60
Figura 12: Control del tiempo de traslado de la madera.....	61
Figura 13: Sistema de frenado.....	61
Figura 14: Frenado del cable con carga.....	61
Figura 15: Transporte de madera por cable aéreo.....	61
Figura 16: Madera apilada trasportada por cable aereo.....	62.
Figura 17: Transporte de madera en acémilas.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Costo de inversión del transporte de madera por el sistema de cable aéreo ..	36
Anexo 2: Costos de instalación del sistema de cable aéreo.	36
Anexo 3: Registro del volumen por viaje, tiempo efectivo y tiempo total del sistema por cable aéreo, del sexto día de evaluación.	37
Anexo 4: Resumen de volumen de madera transportada en el sistema de cable aéreo	53
Anexo 5: Tiempo promedio del transporte en el cable aéreo.	53
Anexo 6: Tiempos determinados en el traslado de madera mediante acémilas en el día sexto.	54
Anexo 7: Resumen del volumen de madera transportada en 6 días con 3 acémilas.	56
Anexo 8: Tiempo promedio del ciclo cargado, traslado, descargado y retorno en acémila.	56
Anexo 9: Glosario	56
Anexo 10: Panel fotográfico	59

RESUMEN

La presente investigación se realizó en una plantación de 1.5 ha de *Pinus patula* de 15 años de edad, ubicado en el centro poblado La Ramada, a 15.5 km al noreste de la ciudad y distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc y departamento de Cajamarca; con el objetivo de determinar los costos de transporte de madera escuadrada mediante dos sistemas de transporte: por cable aéreo y por acémilas. La metodología consistió en realizar 859 viajes por cable aéreo y 36 viajes por acémila, en 12 días de evaluación (6 días para cada sistema) donde se registró datos del tiempo y volumen. Mediante cálculos se determinó el rendimiento en volumen de carga por día y la depreciación en ambos sistemas. Los resultados obtenidos del costo del transporte de madera escuadrada por el sistema de cable aéreo a una distancia de 500 m fue de S/ 9.20 m⁻³; en un día de trabajo se realizó 143 viajes, transportando un volumen promedio de 16.47 m³ de madera escuadrada y en acémila el costo de transporte en una distancia de 670 m fue de S/ 88.81 m⁻³; en un día de trabajo con 3 caballos y realizando 6 viajes diarios se transportó un volumen promedio de 2.2 m³ de madera escuadrada, por lo que el esfuerzo físico y condiciones biológicas de los caballos es una desventaja ante el empleo de la tecnología, dando como resultado un bajo rendimiento en volumen y un alto costo de transporte por m³ a comparación del sistema por cable aéreo.

Palabras claves: *Pinus patula*, costos, extracción, cable aéreo, acémila

ABSTRACT

The present research was carried out in a 1.5 ha plantation of 15-year-old *Pinus patula*, located in the La Ramada town center, 15.5 km northeast of the city and district of Bambamarca, province of Hualgayoc and department of Cajamarca.; with the objective of determining the costs of transporting squared wood through two transport systems: by aerial cable and by mules. The methodology consisted of making 859 trips by aerial cable and 36 trips by pack animal, in 12 days of evaluation (6 days for each system) where time and volume data were recorded. Through calculations, the performance in cargo volume per day and the depreciation in both systems were determined. The results obtained from the cost of transporting squared wood by the aerial cable system at a distance of 500 m was S/ 9.20 m⁻³; In one work day, 143 trips were made, transporting an average volume of 16.47 m³ of squared wood and in mules, the cost of transportation over a distance of 670 m was S/ 88.81 m⁻³; In a day of work with 3 horses and making 6 daily trips, an average volume of 2.2 m³ of squared wood was transported, so the physical effort and biological conditions of the horses is a disadvantage when using technology, resulting in low volume performance and high transportation cost per m³ compared to the aerial cable system.

Keywords: *Pinus patula*, costs, extraction, aerial cable, mule

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del comercio de la madera, uno de los costos es el de su transporte y esto constituye un aspecto esencial en el costo de producción de madera transformada.

En el aprovechamiento de las plantaciones forestales el transporte menor de la madera es una actividad que puede generar costos considerables dependiendo de la topografía, acceso y distancia en el que se encuentra la plantación por el cual el mecanismo que se emplee será determinante en los costos totales de extracción (Tolosana 2009).

Los sistemas para transportar madera han evolucionado tecnológicamente a lo largo de los años, el arrastre se lo realizaba inicialmente con caballos, mulas, bueyes y otros, así como transportaban por los cauces de los ríos hasta el lugar de acopio. El uso único de animales como alternativa no es factible, pues los operadores forestales no cuentan con la cantidad de acémilas adiestrados para arrastrar los volúmenes requeridos de madera (Acosta et al., 2004). Sin embargo en la actualidad sigue siendo un sistema tradicional de transporte de madera en algunos lugares del Perú, debido a las extracciones de madera en pequeñas cantidades, a las condiciones topográficas y a la falta de vías de transporte.

La técnica de transporte conocida como extracción por cable aéreo es propio de zonas montañosas, debido a las condiciones topográficas, climáticas, falta de vías y escasa mano de obra que resulta costosa. (Anaya & Christiansen 1986).

Por lo cual, la presente investigación tiene como objetivo determinar los costos del transporte menor de madera escuadrada mediante un sistema de cable aéreo por gravedad y mediante acémila para comparar y demostrar cuál de los dos métodos es más rentable en la extracción, además puede servir como consulta y herramienta de planificación a las personas y/o empresas que se dediquen al aprovechamiento de madera en lugares con topografía y distancias similares.

1.1. Justificación de la investigación

En el aprovechamiento de las plantaciones forestales el transporte menor de la madera es una actividad que puede generar costos considerables dependiendo de la topografía, acceso y distancia en cual se encuentra la plantación, por lo cual el mecanismo que se emplee será determinante en los costos totales de extracción. A lo largo de los años, el arrastre se lo realizaba con caballos, mulas, bueyes y otros, hasta el lugar de acopio pero el uso único de animales como alternativa no es factible, pues los operadores forestales no cuentan con la cantidad de acémilas adiestrados para arrastrar los volúmenes requeridos de madera, así como no sería viable en cantidades industriales. Por lo cual los sistemas de transporte han evolucionado tecnológicamente, una de ellas es la técnica de transporte por cable aéreo que es propio de zonas montañosas. La importancia de realizar el presente estudio de investigación es con el fin de obtener los costos de transporte menor de madera escuadrada mediante un sistema de cable aéreo y mediante el uso de acémilas

Esta investigación servirá como base para futuras investigaciones y será una herramienta de planificación para los pequeños y/o empresas que se dediquen al aprovechamiento de madera en lugares con topografía y distancias similares

1.2. Planteamiento del problema

En el centro poblado de La Ramada existen plantaciones forestales que están aptas para ser aprovechadas, pero el transporte de la madera desde el bosque hasta la vía principal lo realizan a través de caballos, ya que los terrenos en su mayoría son accidentados, con pendientes pronunciadas, dando como resultado un bajo rendimiento en cuanto al volumen de madera que se transporta y un alto costo por m³. Por ello se planteó la instalación de un sistema de cable aéreo por gravedad el cual opera en favor de

la pendiente. Con esta investigación se determinará los costos de transporte menor de madera escuadrada mediante el sistema de cable aéreo y mediante el uso de acémilas.

1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el costo de transporte menor de madera escuadrada de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham mediante cable aéreo o la utilización de acémilas, en el Centro Poblado La Ramada, distrito de Bambamarca, Cajamarca?

1.4. Objetivo

Determinar los costos de transporte menor de madera escuadrada de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham mediante cable aéreo y acémila, en El centro Poblado de La Ramada – Bambamarca, Cajamarca.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Castro (2002) hizo un estudio con la finalidad de determinar costos de transporte de madera aserrada bajo los dos sistemas tradicional con acémilas y por cable aéreo en la comunidad de Durango (Provincia de Esmeraldas) Ecuador, La metodología para llegar a determinar los costos de extracción para cada sistema fue la siguiente: Inicialmente se determinó el sitio de estudio, posteriormente se analizó los costos por año de trabajo, seguidamente los tiempos efectivos y rendimiento de transporte, costo de transporte US\$ m⁻³. Los resultados obtenidos del análisis de los dos sistemas para el transporte de madera en una distancia de 339 m, fueron que el sistema de cable aéreo es la más recomendada por ser la menos costosa, por alcanzar mejor velocidad de desplazamiento de la carga por el cable, obteniendo un rendimiento de 9.66 m³ de madera por día, En base a la información analizada entre los dos sistemas sobre las ventajas se determinó que es más beneficioso realizar el transporte por el sistema de cable aéreo, por ser más productivo y el más fácil en operaciones de instalación y desinstalación.

Añazco et al., (2010) realizaron propuestas para una gestión forestal sostenible; en la región amazónica, tuvo como objetivo determinar el costo del transporte de la madera por el sistema de cables y por caballos. Obteniendo los siguientes resultados: el costo de transporte se reduce de US\$ 10 a US\$ 5,34 m⁻³, ya que se transportan 24 unidades/día con un caballo (cada unidad o pieza de madera es de 3m x 0,25m x 0,05m), mientras con el sistema de cables se transportan en promedio 150 unidades/ día de las mismas dimensiones.

Solarte (2016) realizó un estudio para determinar los costos de extracción de madera aserrada de *Dacryodes olivifera* Cuatrec. “copal” por cable aéreo y acémila en las

parroquias de Alto Tambo y Lita en el noroccidente del Ecuador, teniendo como objetivos: establecer los costos de instalación del sistema del cable aéreo para determinar rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada y comparar los costos de transporte a través del sistema de acémilas. Obteniéndose los siguientes resultados: el rendimiento del transporte de tablones por acémila fue inferior al transporte por cable aéreo, puesto con 8 acémilas y 2 viajes diarios se transportaron 64 tablones con un volumen de 1,92 m³, mientras que en 1 día en el sistema por cable aéreo se transportaron 3,16 m³. De igual forma se pudo determinar el costo de extracción por tablón fue de \$1,50 dólares americanos en el sistema de cable aéreo y \$2,32 dólares por tablón en el transporte por acémilas.

Así mismo Loechle (s.f) analizó los costos de aserrío con motosierra y transporte con mulas, de la especie *Prumnopitys harsmsiana* “romerillo rojo” en los bosques de neblina de San Ignacio – Cajamarca, el objetivo fue determinar los costos y rendimientos de madera rolliza a madera aserrada de romerillo rojo utilizando la motosierra como elemento cortante; y la determinación de costos de transporte con mulas de madera aserrada con motosierra. La metodología consistió en elaborar encuestas para recopilar información de campo que permita hallar los costos de las actividades de aprovechamiento y transporte forestal. Durante la investigación las labores fueron separadas en cuatro fases y en un tiempo total promedio por jornada de 4.6 h donde el viaje vacío representó el 38.37 %, el cargado 16.44 %, la descarga 7.51 % y el tiempo improductivo el 3.79 % del total de la jornada. El rendimiento del transporte diario por mula fue de 0.12 m³ o 51 pt este rendimiento puede variar de acuerdo a la especie que se está transportando y a la distancia de transporte. El costo de transporte con mulas fue de S/ 108.66 m³ o S/ 0.25 pt para una distancia de 6 km siendo este costo significativo comparado con el precio que se paga por la madera en el mercado que fue de S/ 0.80 pt.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aprovechamiento forestal en plantaciones forestales

Son un conjunto de acciones de operaciones, que conducen al aprovechamiento de los productos forestales madereros y no madereros, como corta, troceo, aserrado y transporte hasta el sitio de embarque (Tolosana, 2009). Así mismo Galindez (2019), indica que es un conjunto de todas las operaciones y/o actividades, incluidas la planificación previa y la evaluación posterior, que permiten la obtención de bienes y servicios del bosque.

2.2.2. Operaciones de saca de madera

La saca es el proceso de transporte de los árboles o rollizos desde la zona de corta hasta un cargadero o apartadero en la carretera. Existen varios sistemas de sacas reconocidos: saca por arrastre, saca con vehículos que transportan la carga levantada del suelo, saca con cable, saca aérea, saca con animales de tiro, entre otros. (Dennis, 2001).

2.2.3. Transporte menor

Se entiende por transporte menor al traslado de la madera desde el lugar de apeo hasta un patio o vía principal de acceso (camino forestal, carretera pública, río, ferrocarril canal) incluyendo las operaciones terminales. (Anaya & Christiansen, 1986). Las condiciones y el tamaño de cada rodal contribuyen al transporte menor, y la planificación dependerá de la cantidad de madera a extraer. (Bulla, 2013)

USAID (2006) señala que es una de las actividades del aprovechamiento tradicional de traslado de madera en troza, o aserrada desde el bosque de tala hasta la vía principal, ya sea de manera acuática, aérea, ferrocarril o terrestre que es la más común, mediante tracción animal o maquinaria, tiene mayor impacto ambiental; porque ocasiona la

destrucción a los suelos y vegetación, en el transporte por el movimiento manual de la madera.

2.2.3.1. Transporte forestal con animales

La extracción con animales tiene la ventaja por bajos costos en la actividad y posibilita la utilización de mano de obra poco especializada. Desde el punto de vista ambiental, su empleo es de bajo impacto porque el daño provocado al suelo y a la regeneración natural es reducido. (Alonzo & Gabriel, 2010). Así mismo la FAO (2013) señala que, los animales son los principales representantes de la fuerza de tiro en los trópicos y son más económicos para el transporte, transportando la madera desde el lugar de explotación hasta la carretera o punto de descarga, dependiendo de la zona o región en la que se utilice. García & Guerrero (2012) indican que su utilización se ha extendido a las plantaciones en áreas llanas debido a la falta de una opción altamente productiva.

Para Alonzo & Gabriel (2010), los caballos no puede trabajar más de 5-6 h día⁻¹. Pueden marchar a una velocidad de 3 Km/hora, durante 2:30 a 4 horas, además, Daniluk (2014) menciona que las mulas son los más utilizados porque se consideran más resistentes y realizan esfuerzos más largos. Pueden trabajar entre los 3 y 15 años, con 5 días de trabajo por semana y 2 días de descanso por semana para evitar agotarlos, su velocidad de trabajo oscila entre 2.5 y 4 km h⁻¹. Trabajan eficientemente en climas cálidos, son menos exigentes en alimentación. Con buenos cuidados y alimentación una mula puede trabajar 10 años; (250 días por año, 8 horas diarias). (Alonzo & Gabriel, 2010)

2.2.3.2. Transporte por cable aéreo

Este es el sistema más elemental de cables aéreos. El transporte se efectúa cuesta abajo gracias a la fuerza de gravedad y las pendientes más convenientes oscilan entre el 12 % y 65%. Este sistema es apropiado para zonas montañosas, es fácil de instalar, requiere poco personal, pero no se puede ejercer ningún control sobre la carga durante el

tiempo de recorrido. (Anaya & Christiansen, 1986). Es un método de extracción de madera propio de zonas abruptas y pocos accesibles donde el uso de maquinaria forestal no está recomendado. En el aprovechamiento americano está muy difundido en los aprovechamientos madereros, así mismo, es abundante su uso en países europeos como Austria, Suiza, Francia e Italia. (Taranco, 2012).

2.2.4. Costos de transporte y rendimiento

Coronel de Renolfi (2007) indica que el costo es el gasto financiero en el que incurre una empresa para obtener un bien o servicio. Para (Route, 2023) los costos de transporte se refiere a todos los gastos asociados con el movimiento de bienes de un lugar a otro, estos varían dependiendo del tipo de transporte elegido, así como la distancia a recorrer.

Zárate (2012) menciona que, el análisis de los costos en el abastecimiento forestal es uno de los factores importantes a evaluar para la selección de un método adecuado de aprovechamiento forestal. Es necesario identificar los puntos clave para realizar un análisis de costos que es específico para cada proyecto de aprovechamiento forestal y señalar cuáles son los medios para realizarlo y planear mejor sus actividades.

Coronel (2007) indica que la evaluación de los costos es elemental para la toma de decisiones empresariales, pues posibilita lo siguiente:

- Determina el resultado del negocio (beneficio o pérdida)
- Evalúa el nivel de competitividad en relación a los competidores
- Selecciona alternativas tecnológicas o de proceso.
- Controla la evolución de la empresa y corrige los desvíos
- Planifica futuras inversiones y conoce el capital que se necesita
- Analiza la incorporación de nuevos productos

Ledesma (2010) define al costo del rendimiento como el volumen y número de piezas fabricadas de diversos productos forestales, como la madera aserrada o en troza, producidas y transportadas durante un período de tiempo determinado, por hora o turno, para cada fase de operación en el sistema de aprovechamiento forestal. Para determinar los costos de rendimiento, se debe permitir establecer una producción según su monto de inversión, factores variables que influyen en la productividad, que pueden afectar los costos de operación.

2.2.5. Rendimiento

Orozco et al. (2006) mencionan que el rendimiento del producto transportado junto con la duración de trabajo productivo y el valor de dicho período de tiempo determinan la cantidad de producción y los costos que se generan en este proceso, por ejemplo, cuánta madera (metros cúbicos) del aprovechamiento llega al patio del aserradero o cuánto dinero se recibirá por cada unidad invertida. Para obtener datos del arrastre de madera, utilizan el análisis de tiempos y rendimientos para determinar el nivel de utilización, rentabilidad económica y factibilidad de una máquina o sistema, como la productividad de la mano de obra y llevar una buena planificación en las operaciones de arrastre (Bossi, 2007).

2.2.6. Depreciación

Coronel de Renolfi (2007) señala que es la pérdida de valor de un bien por su desgaste o uso que sufren, con el paso del tiempo, que dependen de la calidad, cuidados, condiciones y la cantidad anual de trabajo producida por el bien. Los activos fijos como edificios, maquinaria, vehículos, construcción, equipos y otros se deprecian debido a su uso y otros factores. (Ruiz, 2006)

Honduras (2007) indica que para calcular la depreciación debemos conocer:

- **El Costo del Activo:** este se refiere al precio original de compra o de adquisición.

- **La Vida Útil del Activo:** o sea la duración esperada del funcionamiento del equipo, planta o propiedad.

- **El Valor Residual Final:** a este también se le conoce como el valor de salvamento y es aquella parte del costo original del activo que se espera recuperar mediante venta o permuta del bien al final de su vida útil.

2.2.6.1. Métodos de depreciación

Honduras (2007) menciona a cuatro métodos de depreciación y son los siguientes:

- a. **Método línea recta:** en este método, el valor de los activos se reduce de forma igual durante cada periodo. Es el método más usado debido a su simplicidad y facilidad de cálculo. La fórmula es:

$$\text{Depreciación Anual} = \text{Costo} - \text{Valor Residual} / \text{Vida Útil}$$

- b. **Método de la unidad producida:** este método toma como base el número de unidades que puede producir una planta o equipo, el número de horas que trabajara usualmente o el número de kilómetros recorridos si se trata de un vehículo o maquinaria. La fórmula es :

$$\text{Depreciación por unidad: Costo} - \text{Valor Residual} / \text{Unidades Producidas, horas o Kilómetros}$$

- c. **Método de la suma de los dígitos de los años:** este método es más complejo. El valor de la depreciación anual es una cantidad decreciente para cada año de vida del equipo, maquinaria o vehículo.

$$\text{Depreciaron} = \text{SAD} \times \text{Años de vida Pendientes} / \text{denominador}$$

Dónde:

$$\text{La suma a depreciar (SAD)} = \text{Costo} - \text{Valor Residual}$$

$$\text{Calculo del denominador} = \text{Año} + (\text{Año} \times \text{Año}) / 2$$

d. **Método del doble saldo decreciente** : en este método no se deduce el valor residual ,se calcula una tasa o porcentaje anual de depreciación y se calcula de la siguiente forma = $(100 \% / \text{Vida útil}) \times 2$

2.2.7. Periodos

2.2.7.1. Tiempos

Los estudios de tiempos buscan información sobre los rendimientos del transporte de madera. El nivel de utilización (frecuencia) y la rentabilidad económica de una máquina se pueden calcular a partir de estos datos, así como la productividad de la mano de obra. (Bossi 2007).

Orozco, Brumer, & Quiroz (2006) refieren al tiempo completo durante cada actividad que se está evaluando. Si el objeto del estudio es un ser humano, se tienen horas-hombre si una máquina tiene horas, también se mide la producción de cada acción y la cantidad del producto en las operaciones se divide en tiempos productivos o utilizados y tiempos improductivos o no utilizados.

2.2.8. Métodos de cronometraje

Castro (2002) indica que los métodos de cronometraje utilizados para investigar los tiempos de transporte de madera se describen a continuación:

- **El cronometraje continuo:** muestra cómo se lleva a cabo el trabajo y registra el tiempo necesario para cada unidad o grupo de trabajo.
- **Cronometraje parcial de operaciones:** este método se usa cuando no se necesita un registro cronológico del desarrollo del trabajo; se registran en el formulario los tiempos absolutos necesarios para cada unidad o grupo de trabajo, haciéndose las anotaciones bajo los respectivos encabezamientos, de modo que puedan sumarse y evaluarse con facilidad. Este método requiere un profundo conocimiento del desarrollo del trabajo.

2.2.9. Madera escuadrada

2.2.9.1. Cubicación de la madera

Encinas (2009) menciona que, toda pieza aserrada por tener forma geométrica bien definida permite calcular su volumen con exactitud, empleando dos fases: la medición y la cubicación. El cálculo del volumen aserrado de una pieza se realiza mediante la siguiente fórmula según el sistema de unidades empleadas:

$$Pt = E'' \times A'' \times L' / 12$$

Dónde:

- Pt = Pie tablar
- E'' = Espesor de la madera en pulgadas
- A'' = Ancho de la madera en pulgadas
- L' = Largo de la madera en pies

2.3. Definición de términos

2.3.1. Cable de acero

Es el producto final que está formado por varios torones que están enrollados helicoidalmente alrededor de un alma que tiene suficiente flexibilidad para resistir esfuerzos de tracción (Anaya & Christiansen, 1986).

2.3.2. Árboles mástiles y postes mástiles.

Son los que están ubicados en los extremos del sistema de cable y su función es de soportar el tensionado del cable (Castro, 2002).

2.3.3. Acémila

Mula o macho de carga. Del árabe hispano “azzámila”, es el animal, asno, mulo u otro tipo de caballería, empleado como medio de transporte. Ha sido históricamente el

animal de carga en el comercio de los arrieros, aguadores, azacanes y otros oficios de origen medieval. (Española, 2019).

2.3.4. Madera escuadrada

Son piezas de madera maciza generalmente escuadrada, es decir, con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas, obtenidas por aserrado de madera en rollo o trozas de madera. Las dimensiones se obtienen por diversos cortes y despieces que buscan el mejor aprovechamiento del tronco. (Encinas, 2009)

2.3.5. Costo

Es el gasto financiero en el que incurre una empresa para obtener un bien o servicio. Es el pago que se recibe como compensación por la utilización de los factores de producción (trabajo, capital y recursos humanos) (Coronel de Renolfi, 2007)

2.3.6. Tiempos efectivos

Aquellos que están relacionados directamente con la producción, en nuestro caso con el transporte de madera escuadrada para los dos sistemas, cables aéreos y acémilas. (Coronel de Renolfi, 2007).

2.3.7. Cuartón

Pieza aserrada con un espesor variable de 45 a 101 mm inclusive, cuyo ancho alcanza 101 mm o más. (Encinas, 2009)

2.3.8. Pie tablar

Unidad de volumen representada por una pieza cuadrada de madera de un pie de lado por una pulgada de espesor, equivalente a la doceava parte del pie cúbico. (Encinas, 2009)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica y características del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en una de las plantaciones forestales del Sr. Gilmer Rojas Campos, del Centro Poblado La Ramada, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, a 15.5 km al Noreste de la ciudad de Bambamarca.

3.1.1. Suelos y topografía.

El área de estudio presenta una topografía accidentada con la presencia de áreas con pendientes que va desde el 15 % al 50 %. Los suelos son francos arenosos y van desde profundos hasta superficiales según la pendiente, además son pedregosos.

3.1.2. Cobertura vegetal

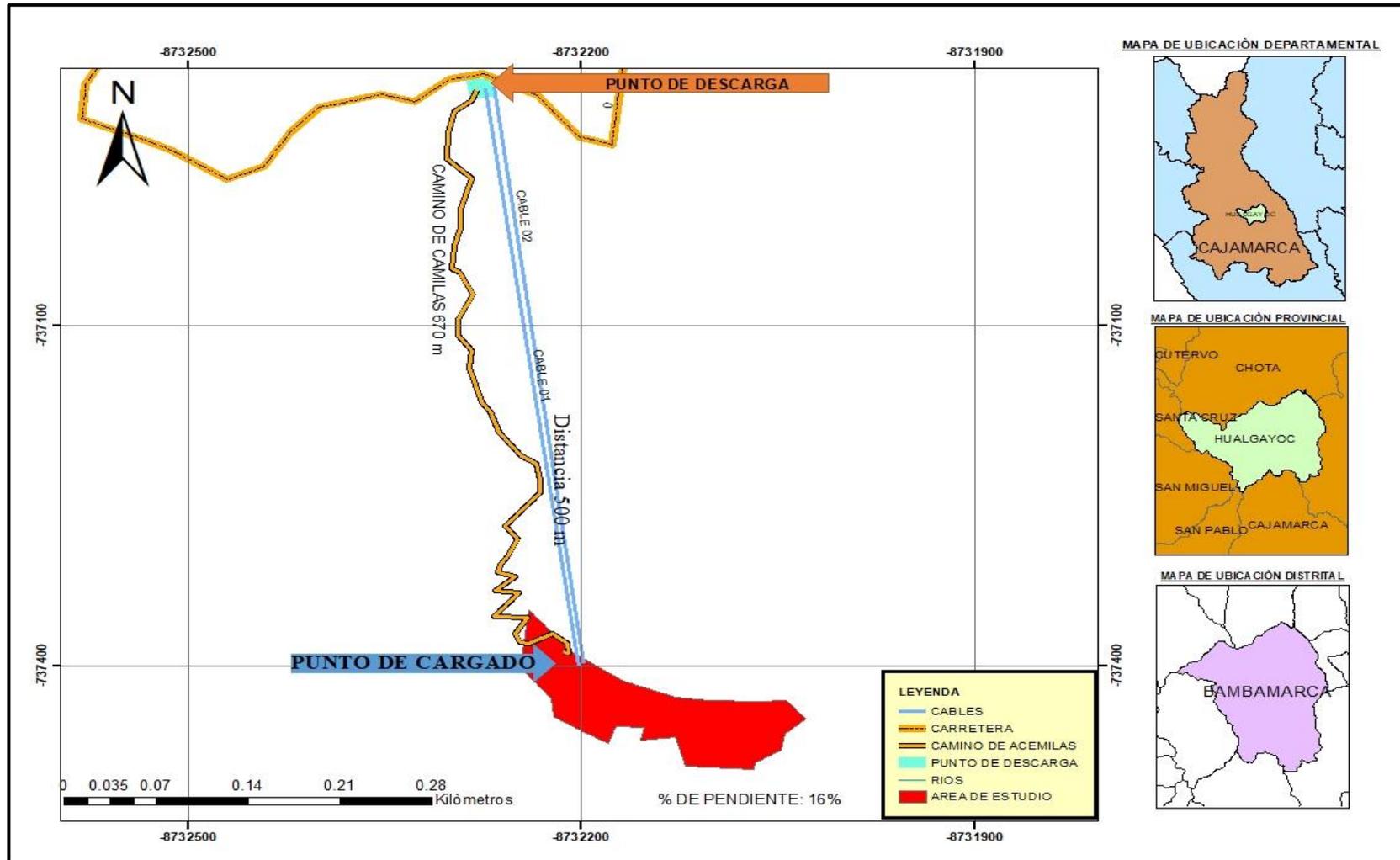
La cobertura vegetal es densa con presencia de pastos, arbustos y árboles los mismos que ayuda a evitar la erosión, asimismo, en el lugar donde se realizó el estudio existen plantaciones de *Pinus patula* de diferentes edades que varían desde los dos años hasta plantaciones de 20 años de edad, las parcelas varían de 0.5 a 7 ha, dichas plantaciones han sido instaladas con la ayuda del Programa PRONAMACHS y también con plantas obtenidas del vivero forestal descentralizado La Ramada de la Municipalidad distrital de Bambamarca.

3.1.3. Actividades económicas en el lugar

El potencial económico del lugar corresponde principalmente a la minería de carbón, agricultura (cultivos de maíz, papa, yuca) y forestal como la extracción de la madera de las plantaciones forestales y también extracción de leña de bosques naturales, que son fuentes de ingreso familiar, dichos productos son comercializados en la ciudad más cercana que es la ciudad de Bambamarca.

Figura 1

Ubicación geográfica del área de investigación



3.2. Materiales y equipos

- Cable de acero de 5/16 de diámetro
- Postes de madera de eucalipto y de pino
- Cable de nylon de ¼ de pulgada.
- Llantas usadas de vehículos.
- Grapas de acero.
- Laptop
- Motosierra
- Wincha
- Libreta de campo
- Cronómetro
- Tecele
- Poleas
- Cámara fotográfica

a) **Características de la plantación:** El área que se intervino fue de 1.5 ha de *Pinus patula* de 15 años de edad, el sistema de siembra fue a tres bolillos, tuvo intervención de podas más no de raleos. La topografía del terreno tuvo una pendiente de 16 %.

b) **Características de la madera escuadrada:** El transporte de la madera se realizó después de siete días de ser escuadrada. Se optó el transporte de madera escuadrada y no de rolliza debido a que al escuadrar ya no se transportaría las chapas, con lo cual se evita mayor peso en el carguío de las acémilas y en el manipuleo del sistema aéreo.

c) **Sistema de transporte de la madera en la zona**

Actualmente el transporte de la madera desde el bosque a la vía principal se lo realiza mediante el uso de caballos, debido a las condiciones topográficas de la zona puesto que por la pendiente que presentan las áreas de plantación no sería factible realizar aperturas de caminos forestales con maquinaria, ya que el costo es muy elevado y no justifica a la cantidad de madera que se va extraer.

3.3. Metodología

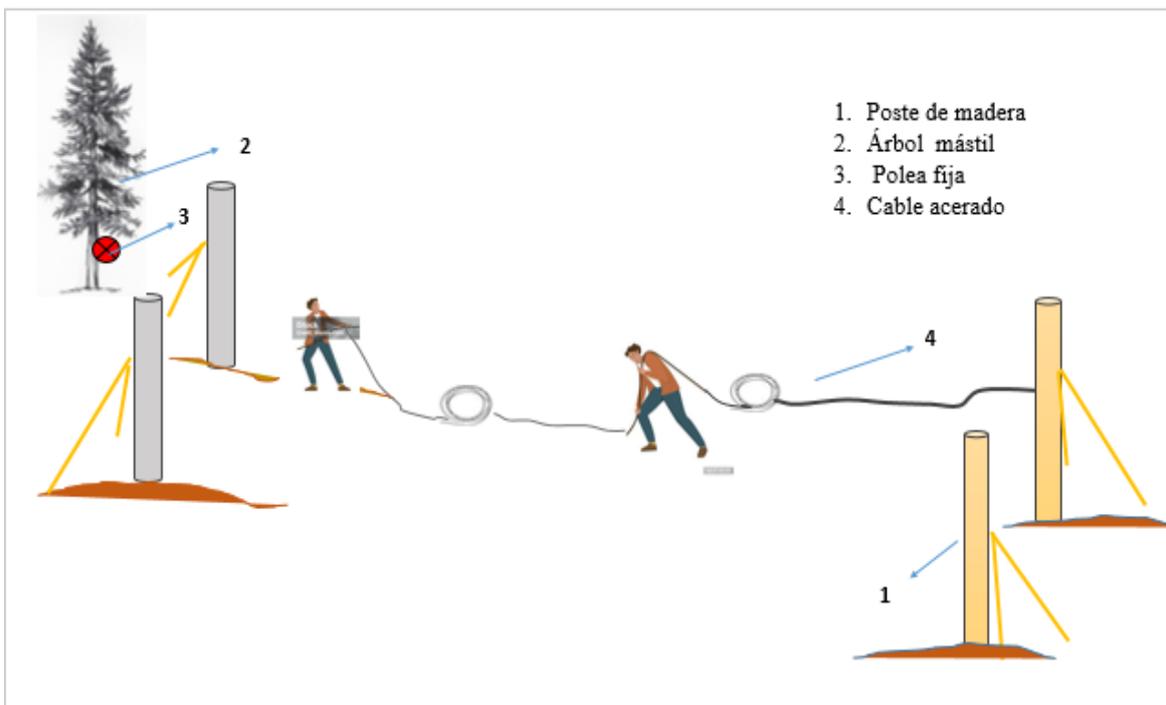
3.3.1. Descripción del sistema de cable aéreo

- **Reconocimiento del terreno:** Para la instalación del cable aéreo se hizo el reconocimiento del terreno con la finalidad de determinar distancias, altitud de punto de carga y descarga, direccionamiento de los cables aéreos, con el propósito de recabar información que permitió determinar el tamaño de los cables a instalar.

- **Tendido de los cables:** Para llevar a cabo el tendido de los cables se seleccionó dos árboles mástiles dentro del bosque de 15” de diámetro de *Pinus patula*, a 30 m del punto de carga, fue necesario fijar los cables en un árbol y luego en otro árbol con la finalidad de tener mayor seguridad en el sistema. En el punto de descarga no existían árboles mástiles por lo que fue necesario la instalación de dos postes, en los cuales se instalaron los dos cables aéreos, estos fueron instalados a un m de profundidad y la especie que se utilizó fue *Eucalyptus glóbulus* por su buena resistencia a la ruptura, las medidas de los postes fueron de 4 m de largo y 12” diámetro.

Figura 2

Tendido de los cables

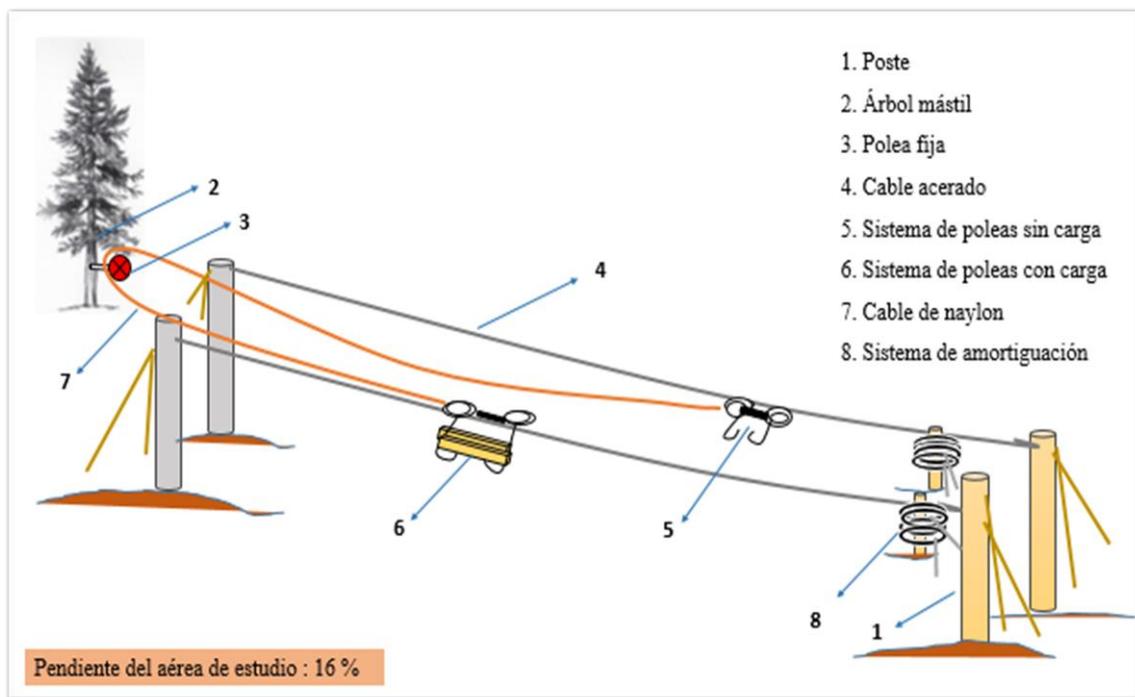


- **Tensionado de los cables:** Para tensionar los cables aéreos se utilizaron dos tecles con una capacidad de dos toneladas, además de eslingas y abrazaderas de acero. Una vez llegado al extremo del cable aéreo se dio dos vueltas en los árboles mástiles usando abrazaderas quedando fijo en este punto. Se utilizó eslingas de nylon para asegurar los dos tecles en el poste mástil en el lugar de descarga y para realizar el tensionado se usó un cable acerado con un ojal, en un extremo se acoplaba al tecla y el otro extremo al cable aéreo donde se aseguró con abrazaderas y alternando los dos tecles se logró el tensionado del cable.

- **Sistema de poleas:** en el sistema se utilizó 01 polea fija, 04 poleas móviles (2 poleas por cable), <04 líneas de vida de arnés (2 líneas de vida por cable), 1200 m de cable de nylon de 1/4". En la zona de carga se instaló una polea fija la cual sirvió para el vaivén del sistema de poleas. El sistema de poleas con carga se fijó al cable de nylon y se dejó que se traslade por la fuerza de gravedad hasta el punto de descarga, mientras tanto en la parte alta se fijó al cable de nylon el segundo sistema de poleas.

Figura 3

Sistema de cable aéreo



- **Sistema de amortiguación:** con el objetivo de evitar que la madera sufra daños en el transporte, puesto que cuando desciende la carga por la fuerza de gravedad puede dañarse, por ello se instaló dos postes de madera a 3 m de distancia de los postes mástiles, estos fueron protegidos con neumáticos usados, colocando unos sobre otros, para evitar daños por golpes. Asimismo, se colocó un poste de soporte en la parte posterior de tal manera que ayude a soportar la fuerza de impacto de carga y evitar que el poste se incline.

- **Frenado de carga:** Para realizar el frenado de la carga, un trabajador sostiene el cable utilizando guantes de cuero disminuyendo la aceleración y la velocidad con el que baja la carga.

- **Lugar de carga y descarga:** El lugar de carga fue limpiado de malezas, se construyó una pequeña plataforma para facilitar el trabajo y el desplazamiento del personal en el área al momento de cargar la madera. En el lugar de descarga no se tuvo dificultades puesto que el área era completamente plana y facilitaba muy bien el trabajo.

3.3.2. Descripción del transporte por acémila

Para transportar la madera por acémila se alquiló 3 caballos para la carga y 3 personas que se encargaron de las actividades de cargado, traslado, retorno y descargado. La ruta de traslado fue por un camino ya existente donde transitan personas y animales. La distancia que recorrieron los caballos desde el punto de carga hasta el punto de descarga fue de 670 m. El transporte de la madera fue por suspensión.

Para determinar el costo de transporte se consideró los costos de alquiler de los animales, salarios y rendimiento en volumen de carga/día, desde el bosque hasta la vía principal.

3.3.3. Recopilación de datos

Consistió en la observación directa y el registro inmediato en la libreta de campo del tiempo, volumen de madera transportada por viaje y por día, número de viajes por día

en ambos sistemas, durante 12 días de evaluación (6 días para cada sistema). Se utilizó cuatro personas para el transporte de madera en el sistema de cable aéreo; dos se ubicaron en el área de cargado, uno acopiando la madera al área de cargado y otro en el área de descargado. Para las acémilas fueron tres personas cada uno con una acémila, las mismas que se involucraron en las actividades de transporte con el fin de hacer más fácil la actividad. Los tiempos fueron cronometrados y anotados en cada viaje de trabajo así como:

- **Tiempo de carga:** se consideró desde el momento en que los operarios realizaron el primer contacto con la madera para colocarla en el sistema de cable aéreo y acémilas.
- **Tiempo de traslado:** es aquel que inicia al momento de descender la carga y culmina cuando ha llegado al punto de descarga.
- **Tiempo de descarga:** desde el momento en que los operarios inician la labor de descarga propiamente dicha.
- **Tiempo de retorno:** solamente en el caso de acémilas, puesto que en el cable aéreo como es un sistema de vaivén, el tiempo de traslado es el mismo que el de retorno.

Para determinar el costo de transporte de la madera mediante el sistema de cable aéreo y acémilas, desde el bosque hasta la vía principal se tuvo en cuenta la depreciación y los rendimientos de volúmenes por día para los dos sistemas. De tal modo obteniendo estos datos se realizó una comparación de los costos de transporte por los dos sistemas.

3.3.4. Procesamiento de datos

a) Cálculo del volumen

En la fase de gabinete se determinó el volumen promedio diario, utilizando las medidas de ancho, espesor y largo de cada cuartón que se habían anotado previamente en la libreta de campo; los mismos que se ingresaron a una tabla Excel donde insertando la formula $Pt = E'' \times A'' \times L'/12$ se calculó el volumen en pt, así mismo se realizó la

sumatoria de los volúmenes para cada viaje obteniendo un volumen promedio diario en pt, luego se convirtió a m³.

b) Cálculo de la depreciación

Para el análisis de la depreciación fue necesario determinar la vida útil de cada sistema, acémilas y cables aéreos, se consideró la adquisición de materiales y equipos para establecer los costos de cada uno de los sistemas, para lo cual se realizó una cotización de precios de mercado. Se calculó con la siguiente fórmula (Castro 2002):

$$D = (PC - VR) / N$$

- D= Depreciación
- N = Número de años de vida útil.
- PC= Precio de compra del equipo
- VR= Valor de reventa

c) Cálculo del costo de transporte menor de madera en el sistema de cable aéreo y por acémilas

Se utilizó las siguientes fórmulas:

- $m^3 / \text{día} = \text{pt}/424$
- **Total de costo jornales** = costo jornal * n° jornales
- **Costo del sistema diario** = depreciación diaria
- **Total costo diario** = (total de costo de jornales + costo del sistema diario + alquiler del sistema diario)
- **Costo/ m3 de madera** = m³ por día / total costo diario

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Costos de transporte por sistema de *cable aéreo*

El sistema del cable aéreo tuvo una inversión de S/ 3694 y un costo de instalación de S/ 390, como se puede observar en el anexo 1 y 2.

4.1.1. Rendimiento en volumen

El cálculo del volumen promedio diario, se realizó por viaje y por día. De esta forma se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 1

Rendimiento promedio por día del volumen de madera transportado en el cable aéreo.

Promedio	Unidad de medida	Volumen
Rendimiento por viaje	Pt	49.05
	m ³	0.11
Rendimiento por día	pt	6985
	m ³	16.47

En la Tabla 1 se puede observar que mediante el sistema de cables aéreos a una distancia de 500 m se transportó un volumen promedio diario de 6985 pt o 16.47 m³. El número de viajes promedio por día fue de 143, trabajando 8 horas diarias se transportó 360 cuartones. Esto puede visualizarse mejor en el Anexo 03 y el total de días evaluados en el anexo 4. Mientras lo registrado por Añazco et al. (2010), En su trabajo de extracción de madera aserrada mediante cables aéreos, realizado en la Amazonia ecuatoriana obtuvo un valor promedio diario de 5.625 m³; Solarte (2016), obtuvo un rendimiento de 3.16 m³ / día en una distancia de 1608 m; así como Castro (2004), en su estudio realizado en la comunidad de Durango, la extracción de madera de copal por

cables aéreos a favor de la pendiente a una distancia de 339 m, obtuvo un rendimiento de 9.66 m³ por día. Los resultados obtenidos en este estudio en cuanto a los rendimientos son mayores, a comparación con otros autores lo cual se debe al diseño del sistema que se utilizó en el presente estudio, ya que estuvo conformado por dos cables aéreos con un sistema de vaivén, en el que las poleas con carga de un cable aéreo, van conectadas a las poleas sin carga del segundo cable, lo que origina que la fuerza del cable con carga haga subir a su vez a las poleas sin carga, por lo que cuando se está descargando la madera también está cargando al mismo tiempo, obteniendo de esta forma un rendimiento mayor. Por otro lado, en el estudio que hicieron Solarte (2016) y Castro (2004), el diseño de sistema de cables aéreos fue diferente, por cuanto estaba conformado por un cable principal y un cable de tracción por lo que al momento de descender la carga lo hacía en favor de la pendiente pero al momento del retorno usaba el motor, ocasionando pérdida de tiempo, además hay mayor costo en el transporte al utilizar combustible y mantenimiento del motor.

Cabe recalcar que el transporte por cable aéreo será rentable dependiendo de la distancia y la cantidad de volumen de madera que se va extraer.

4.1.2. Depreciación del sistema de cable aéreo

Se estimó la depreciación anual y diaria que sufre la inversión de los materiales y equipos, se calculó en función a la vida útil o resistencia de cada uno de ellos, así tenemos que la depreciación total anual del sistema de cable aéreo es de S/ 4245 y la depreciación diaria del sistema es de S/11.64, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2*Depreciación del sistema de cable aéreo.*

	Cantida d	Costo	Costo total	Valor de retorno	Vida útil (años)	Depreci ación anual	Periodo de tiempo (días)	Depreciación diaria
Cable de acero	1	2400	2400	200	4	550	1	1.51
Poleas de sistema	5	50	250	0	0.25	1000	1	2.74
Cable de nylon	1	600	600	0	0.25	2400	1	6.58
Eslingas/lín eas de vida	4	20	80	0	2	40	1	0.11
Postes mástiles	4	20	80	0	2	40	1	0.11
Postes para neumáticos	2	10	20	0	2	10	1	0.03
Postes de refuerzo	2	10	20	0	2	10	1	0.03
Instalación de sistema	1	390	390	0	2	195	1	0.53
TOTAL						4245		11.64

Para determinar el costo del transporte de la madera por cable aéreo se consideró el rendimiento del volumen que se transportó en 1 día de trabajo, así mismo se tuvo en cuenta la depreciación que sufre diariamente el sistema, teniendo estos datos se determinó el costo de 1 m³ de madera escuadrada usando la siguiente fórmula:

$$\text{Costo / m}^3 \text{ de madera} = \text{total costo diario} / \text{m}^3 \text{ por día}$$

$$C = 151.64 / 16.47$$

$$C = S/ 9.20$$

Entonces el costo por m³ fue de S/ 9.20, en una distancia de 500 m. Utilizando cuatro trabajadores en un día de trabajo se transportó 16.47 m³.

4.2. Costos de transporte por acémilas

Se consideró el alquiler de las acémilas con sus respectivas monturas y mano de obra como se observa en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3

Costos de alquiler del transporte de madera por acémilas

	Cantidad	Costo diario (s/)	Costo total (s/)
Acémilas	3	30	90
Mano de obra	3	35	105
Total			195

4.2.1. Rendimiento en volumen

Se registró el volumen de madera transportada de cada viaje y por día. Así se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4

Rendimiento promedio por día del volumen transportado en acémilas.

Promedio	Unidad de medida	Volumen
Rendimiento por viaje	pt	156.9
	m ³	0.37
Rendimiento por día	pt	935.6
	m ³	2.2

En la tabla anterior se deduce que mediante el uso de acémilas en una distancia de 670 m se transporta un volumen promedio diario de 935.6 pt o 2.2 m³ de madera usando tres acémilas (caballos) y realizando seis viajes por día se transporta 36 cuartones, en una jornada laborable de 7 h, puesto que 1 hora se consideró tiempo muerto ya que implicó

el acomodo de aperos, dar de tomar agua, entre otros. Mayor detalle se puede visualizar en el Anexo 5.

Así mismo Loechle (s f), en su estudio de Análisis de costos de aserrío con motosierra y transporte con mulas, de la madera de Romerillo Rojo se obtuvo un rendimiento de transporte por mula de $0.12 \text{ m}^3 / \text{día}$, en una distancia de seis kilómetros y Solarte (2016) obtuvo un rendimiento de $1.92 \text{ m}^3 / \text{día}$ utilizando ocho acémilas y dos viajes diarios. Estos resultados se debe a que en la presente investigación la distancia es más corta a comparación con Loechle (s f), y Solarte (2016) quienes tienen mayor distancia de recorrido, además, las condiciones ambientales les afecto ya que realizaron la actividad de la saca en época lluviosa; lo que mermo su rendimiento, por el esfuerzo físico y las condiciones biológicas de las acémilas.

4.2.2. Depreciación de las acémilas

Se estimó la depreciación anual y diaria que sufre las acémilas y materiales que se usó en el trasporte, se calculó en función a la vida útil o resistencia de cada uno de ellos, así tenemos que la depreciación total anual del sistema por acémilas es de S/ 768.5 y la depreciación diaria del sistema es de S/2.11, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Depreciación diaria y anual del sistema por acémilas

	Cantidad	Costo	Costo total	Valor de retorno	Vida útil (años)	Depreciación anual	Periodo de tiempo (días)	Depreciación diaria
Caballos	3	1500	4500	800	7	528.5	1	1.45
Monturas	3	300	900	0	5	180	1	0.49
Sogas	6	10	60	0	1	60	1	0.16
TOTAL						768.5		2.11

Para determinar el costo de transporte por acémila se consideró el rendimiento del volumen que se transportó en 1 día de trabajo, así mismo se tuvo en cuenta la depreciación que sufre diariamente el sistema, teniendo estos datos se determinó el costo de 1 m³ de madera escuadrada utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Costo/ m}^3 \text{ de madera} = \text{total costo diario} / \text{m}^3 \text{ por día}$$

$$C = 197.1 / 2.1$$

$$C = S/ 88.81$$

Por lo que el costo por m³ fue de S/ 88.81, en una distancia de 670 m. Utilizando tres trabajadores en un día de trabajo se transportó 2.2 m³.

4.2.3. Comparación de los dos sistemas

Para mayor detalle se realizó el siguiente cuadro comparativo, donde obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 6*Costo comparativo del transporte menor de madera escuadrada en ambos sistemas*

Conceptos	Medida	Cable aéreo	Acémila
Tablones /día	Unidad	360	36
Pie tablar / día	Pt	6985	941
m ³ /día	m ³	16.5	2.2
Costo jornal	S/	35	35
N° jornales	Jornal	4	3
Total de costo jornales	S/	140	105
Costo del sistema diario	S/	11.64	2.11
Alquiler de sistema diario	S/	0	90
Total costo diario	S/	151.64	197.11
Costo/ m ³ de madera	S/	9.20	88.81

En la tabla anterior se puede observar que el costo de transporte por m³ es de S/ 9.20 en una distancia de 500 m y el costo de transporte por acémila por m³ es de S/ 88.81, en una distancia de 670 m por lo que el costo es muy elevado, esto nos indica que el costo al emplear acémilas es de 9.6 veces más que el sistema de cable aéreo, siendo muy favorable utilizar este debido a que el rendimiento de transporte es muy superior en comparación con las acémilas. Así mismo Solarte (2016) determino los costos de extracción de madera aserrada de “Copal” por cable aéreo y acémila en las parroquias de Alto Tambo - Ecuador, en una distancia de 1608 m, obteniendo un costo de extracción por m³ es de \$ 50 mediante el uso de cable aéreo y mediante el uso de acémilas el costo de extracción por m³ fue de \$ 77.64, estos resultados nos indican que

el costo de transporte de 1 m³ en acémilas fue de 1.5 veces más que utilizando el cable aéreo.

Además, Gatter & Romero (2005), en su estudio de análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región de la Amazonia Ecuatoriana obtuvo un costo por m³ de \$ 27,78 dólares americanos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Se determinó que el costo de transporte de madera escuadrada por el sistema de cable aéreo en una distancia de 500 m fue de S/ 9.20 por m³, en un día de trabajo se transportó un promedio diario de 16.47 m³ de madera escuadrada.

- El costo de transporte por acémila para una distancia de 670 m fue de S/ 88.81 por m³, en un día de trabajo se transportó un promedio diario de 2.2 m³ de madera escuadrada. Por lo que se concluye que el sistema de cable aéreo es más rentable por obtener mayor rendimiento y costos más bajo en el transporte de la madera, sin desmerecer el transporte por acémila ya que es un sistema de transporte tradicional en muchos lugares del país por las condiciones topográficas.

5.2 Recomendaciones.

- Se recomienda promover el uso del sistema de cable aéreo por gravedad en lugares donde la topografía es muy accidentada, que impide el paso de animales o de tractores que comúnmente emplean para la extracción de la madera. De preferencia para lugares con pendientes de 15 % a más y para distancias que oscilen entre 50 y 500 m, debido a su eficiencia del sistema y al rendimiento de la producción.

- En el caso de optar el transporte por acémilas se recomienda en distancias máximas de 200 a 300 m, para obtener un mejor rendimiento.

V. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Acosta, F., Vidal, A., Marcio, A., & Cardoso, C. (2004). *Evaluación de tres métodos para el arrastre de madera en rodales naturales de Pinus caribaea var.* (H. C. Instituto de Investigaciones Forestales, Editor)
- Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n3/21604>
- Alfonzo, D, & Gabriel. O. (julio de 2010). *Proyecto Ordenación forestal Sostenible para la Zona Productora de los Bosques del Norte y Nordeste del Departamento de Antioquia, Colombia - PD438/06 (F)*. Obtenido de https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_8704_2010_1.pdf
- Anaya, H., & Christiansen, P. (1986). *Aprovechamiento forestal análisis de apeo y transporte*. San José, Costa Rica: IICA.
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E., & Cuesta, A. L. (2010). *Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible*. Quito: Serie Investigación y Sistematización No. 8. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION
- Bossi, P. (2007). *Estudio de tiempo y rendimiento en torres de madereo*. (Santiago de Chile: Universidad de Chile facultad de ciencias forestales.)Obtenidodehttp://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/bossi_p/sources/bossi_p.pdf
- Bulla, H. (2013). *Protocolo para el aprovechamiento y extracción de madera de las plantaciones en el marco del proyecto forestal para la cuenca del río*

- Chinchuna-Procuencia.* (U. N.-U. ECAPMA, Ed.) Obtenido de <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1492/1/4519297.pdf>
- Cardoso, C. (2004). *Evaluación de tres métodos para el arrastre de madera en rodales naturales de Pinus caribaea var.* (H. C. Instituto de Investigaciones Forestales, Editor) Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n3/21604>
- Castro, E. (2002). *Determinación de costos de extracción de madera aserrada por cable en la comunidad de Durango provincia de Esmeraldas.* Recuperado el 23 de febrero de 2015, de ecuadorforestal.org.
- Coronel de Renolfi, M. (2007). *Costos Forestales.* Obtenido de <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-30-Costos-forestales-RENOLFI.pdf>
- Daniluk, G. (2014). *Sistema de saca, madereo y desembosque.* (Departamento de producción forestal y tecnología de la madera) Obtenido de <http://www.fagro.edu.uy/~forestal/cursos/tecmadera/Gustavo/SISTEMAS%20DE%20SACA.pdf>
- Dennis P.Dykstra, R. H. (2001). *Codigo modelo de practicas de aprovechamiento forestal de la FAO.* Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TAjRx64BzkkC&oi=fnd&pg=PR3&dq=construccion+de+caminos+forestales&ots=akpQkhM5kN&sig=GR7vZY1VI8GkQsDWDfmCN-wX-lg#v=onepage&q=construccion%20de%20caminos%20forestales&f=false>
- Encinas, M. G. (2009). *Manual Práctico de cubicacion de madera rolliza - aserrada.* Obtenido de

http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3033/Technical/TFL-SPD-030-12-R1-M-Manual-Practico-CubicacionMaderaRollizayAserrada.pdf

Española, R. A. (2019). *Diccionario de lengua Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/ac%C3%A9mila>

FAO. (2013). El transporte de madera en los trópicos. Recuperado el 10 de enero de 2015, de Transporte por fuerza animal: <http://www.fao.org/docrep/d3200s/d3200s06.htm#3>

Galindez, A. (01 de junio de 2019). *Definición de Aprovechamiento Forestal I*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/412073735/Definicion-de-Aprovechamiento-Forestal-i>

García, J., & Guerrero, J. (2012). *Manual de procedimiento para aprovechamiento de impacto reducido en los bosques de Cuba*. (J. García, & J. Herrero, Edits.) Obtenido de Manual de procedimiento para el aprovechamiento de impacto reducido de los bosques de Cuba: <http://caribbeanforesters.org/files/2013/08/Manual-de-procedimiento-para-el-aprovechamiento-de-impacto-reducido-de-los-bosques-de-Cuba.pdf>

Honduras. (2007). BOLETIN DE NEGOCIOS Y FINANZAS. *Entrenamiento y desarrollo de agricultores, 2*.

Ledesma, N. (2010). *Aprovechamiento Forestal*. (U. N. forestales, Editor, & L.N. René, Productor) btenidode http://fcf.unse.edu.ar/archivos/programas/132_Aprovechamiento_forestal.pdf

Loechle, B. (s.f.). Análisis de costos de aserrio con motosierra y transporte con mulas, de la especie *Prumnopitys Harsmsiana* (Romerillo Rojo) en los bosques de

neblina de San Ignacio - Cajamarca. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/1028-B4.HTM>

Orozco, L., Brumer, C., & Quiroz, D. (2006). Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. (Vol. Manual Técnico No. 63). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza CATIE

Ruiz, D. (2006). Proyecto de factibilidad de exportación de madera aserrada al mercado de España, periodo 2005- 2014. (P. d. integración, Ed.) Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/6321>

Solarte, E. S. (2016). *Determinación de costos de extracción de madera aserrada de *dacryodes olivifera* Cuatrec. (copal) por cable aéreo y acémila en las parroquias de Alto Tambo y Lita en el noroccidente del Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5719/1/03%20FOR%20232%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Tolosana, E. E. (2009). *Manual técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal*. Madrid: Fucovasa y Mundi - Prensa. Obtenido de <http://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484763833/manual-tecnico-para-el-aprovechamiento-y-elaboracion-de-biomasa-forestal>

USAID. (2006). plan de manejo forestal para un área de 23,61 ha de propiedad del consejo comunitario del Alto Guapi en el municipio de Guapi Departamento del Cauca. Guapi departamento del Cauca: Programa Colombia Forestal

Zárate, R. D. (2012). *Propuesta metodológica para análisis de costos en abastecimiento forestal*. Chapingo, Texcoco, estado de Mexico: Universidad Autónoma de

Chapingo. Obtenido de <http://departamento-deproductos-forest.webnode.es/recursos/tesis/>

ANEXOS

Anexo 1: Costo de inversión del transporte de madera por el sistema de cable aéreo.

Materiales	Unidad Medida	Cantidad	Costo unitario	Costo parcial (S/)
Cable de acero 1/4 " de diámetro	Metro	1200	2	2400
Cable de nylon de 1/4" de diámetro	Metro	1200	0.5	600
Polea de 3 " fija	Unidad	1	50	50
Polea de 3 " móviles	Unidad	4	50	200
Líneas de vida / nylon	Unidad	4	20	80
Grapas	Unidad	12	5	60
Poste/árbol Mástil	Unidad	4	20	80
Poste de refuerzo	Unidad	2	10	20
Postes para soporte de neumáticos	Unidad	2	10	20
Postes de refuerzo para soporte de neumáticos	Unidad	2	10	20
Neumáticos usados sistema de frenado	Unidad	16	4	64
Alquiler de tecles	Unidad	2	50	100
TOTAL				3694

Anexo 2: Costos de instalación del sistema de cable aéreo.

Descripción	Unidad Medida	Cantidad	Costo unitario	Costo parcial (S/)
Transporte del cable	Flete	1	30	30
Apertura de hoyos para postes mástil y de soporte neumáticos (mano de obra)	Jornal	2	30	60
Limpieza de malezas para tendido de cable	Jornal	2	30	60
Mano de obra tendido de cable	Jornal	4	30	120
Mano de obra templado de cable	Jornal	4	30	120
TOTAL				390

Anexo 3: Registro del volumen por viaje, tiempo efectivo y tiempo total del sistema por cable aéreo, del sexto día de evaluación.

N° de viaje	N° de troza	Ancho (pulgadas)	Espesor (pulgadas)	Largo (pies)	Volumen	Volumen /viaje	Tiempo cargado (min)	Tiempo traslado (min)	Tiempo descarga (min)	Tiempo retorno (min)	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de cada viaje (min)	Tiempo acumulado (min)	Tiempo acumulado (h)	
1	1	6	5	8	20.0	45.7	1.17	1.47	1.22	1.75	5.60	5.60	5.6	0.09	
	2	5.5	3.5	8	12.8										
	3	5.5	3.5	8	12.8										
2	4	5	5	8	16.7	46.5	1.22	1.75	1.30	1.43	5.70	2.73	8.3	0.14	
	5	5.5	4.5	8	16.5										
	6	5	4	8	13.3										
3	7	5	4	8	13.3	43.3	1.30	1.43	1.40	1.57	5.70	2.97	11.3	0.19	
	8	5	4.5	8	15.0										
	9	5	4.5	8	15.0										
4	10	5	4.5	8	15.0	41.7	1.40	1.57	1.53	1.75	6.25	3.28	14.6	0.24	
	11	5	4	8	13.3										
	12	5	4	8	13.3										
5	13	5	4	8	13.3	43.3	1.53	1.75	1.17	1.83	6.28	3.00	17.6	0.29	
	14	5	5	8	16.7										
	15	5	4	8	13.3										
6	16	5	4	8	13.3	43.3	1.17	1.83	1.67	1.43	6.10	3.10	20.7	0.34	
	17	5	4.5	8	15.0										
	18	5	4.5	8	15.0										
7	19	5	4.5	8	15.0	50.0	1.67	1.43	1.43	1.47	6.00	2.90	23.6	0.39	
	20	6	5	8	20.0										

	21	5	4.5	8	15.0									
8	22	5	4.5	8	15.0	51.7	1.43	1.47	1.42	1.50	5.82	2.92	26.5	0.44
	23	6	5	8	20.0									
	24	5	5	8	16.7									
9	25	5	5	8	16.7	43.3	1.42	1.50	1.47	1.60	5.98	3.07	29.6	0.49
	26	5	4	8	13.3									
	27	5	4	8	13.3									
10	28	5	4.5	8	15.0	41.7	1.47	1.60	1.32	1.77	6.15	3.08	32.7	0.54
	29	5	4	8	13.3									
	30	5	4	8	13.3									
11	31	4.5	4	8	12.0	38.7	1.32	1.77	1.33	1.70	6.12	3.03	35.7	0.59
	32	5	4	8	13.3									
	33	5	4	8	13.3									
12	34	5	4.5	8	15.0	40.3	1.33	1.70	1.57	1.48	6.08	3.05	38.7	0.65
	35	5	4	8	13.3									
	36	4.5	4	8	12.0									
13	37	5	4.5	8	15.0	52.0	1.57	1.48	1.38	1.42	5.85	2.80	41.5	0.69
	38	5	4.5	8	15.0									
	39	6	5.5	8	22.0									
14	40	4.5	4	8	12.0	39.0	1.38	1.42	2.00	2.03	6.83	4.03	45.6	0.76
	41	5	4.5	8	15.0									
	42	4.5	4	8	12.0									
15	43	6.5	6	8	26.0	78.0	2.00	2.03	1.38	1.37	6.78	2.75	48.3	0.81
	44	6.5	6	8	26.0									
	45	6.5	6	8	26.0									
16	46	6	5.5	8	22.0	57.0	1.38	1.37	1.55	1.43	5.73	2.98	51.3	0.86
	47	6	5	8	20.0									

	48	5	4.5	8	15.0									
17	49	5	4.5	8	15.0	39.0	1.55	1.43	1.32	1.57	5.87	2.88	54.2	0.90
	50	4.5	4	8	12.0									
	51	4.5	4	8	12.0									
18	52	4	4	8	10.7	39.0	1.32	1.57	1.38	1.67	5.93	3.05	57.2	0.95
	53	5	4	8	13.3									
	54	5	4.5	8	15.0									
19	55	5	4	8	13.3	41.7	1.38	1.67	1.83	1.75	6.63	3.58	60.8	1.01
	56	5	4	8	13.3									
	57	5	4.5	8	15.0									
20	58	4.5	4	8	12.0	41.8	1.83	1.75	2.00	1.83	7.42	3.83	64.7	1.08
	59	5	4	8	13.3									
	60	5.5	4.5	8	16.5									
21	61	5	4	8	13.3	40.0	2.00	1.83	1.32	1.80	6.95	3.12	67.8	1.13
	62	5	4	8	13.3									
	63	5	4	8	13.3									
22	64	5	4	8	13.3	40.0	1.32	1.80	1.38	1.50	6.00	2.88	70.7	1.18
	65	5	4	8	13.3									
	66	5	4	8	13.3									
23	67	5	4	8	13.3	40.0	1.38	1.50	1.53	1.58	6.00	3.12	73.8	1.23
	68	5	4	8	13.3									
	69	5	4	8	13.3									
24	70	5	4.5	8	15.0	45.0	1.53	1.58	1.55	1.57	6.23	3.12	76.9	1.28
	71	5	4.5	8	15.0									
	72	5	4.5	8	15.0									
25	73	5	4	8	13.3	40.0	1.55	1.57	1.58	1.63	6.33	3.22	80.1	1.34
	74	5	4	8	13.3									

	75	5	4	8	13.3										
26	76	5	4	8	13.3	40.0	1.58	1.63	1.98	1.62	6.82	3.60	83.7	1.40	
	77	5	4	8	13.3										
	78	5	4	8	13.3										
27	79	5	4	8	13.3	41.7	1.98	1.62	1.58	1.38	6.57	2.97	86.7	1.44	
	80	5	4	8	13.3										
	81	5	4.5	8	15.0										
28	82	5.4	4.5	8	16.2	56.2	1.58	1.38	1.83	1.58	6.38	3.42	90.1	1.50	
	83	6	5	8	20.0										
	84	6	5	8	20.0										
29	85	5	4.5	8	15.0	48.3	1.83	1.58	1.43	1.63	6.48	3.07	93.2	1.55	
	86	6	5	8	20.0										
	87	5	4	8	13.3										
30	88	5	4	8	13.3	41.7	1.43	1.63	1.45	1.50	6.02	2.95	96.1	1.60	
	89	5	4.5	8	15.0										
	90	5	4	8	13.3										
31	91	5	4.5	8	15.0	43.3	1.45	1.50	1.58	2.00	6.53	3.58	99.7	1.66	
	92	5	4.5	8	15.0										
	93	5	4	8	13.3										
32	94	4.5	4	8	12.0	38.7	1.58	2.00	1.57	1.47	6.62	3.03	102.7	1.71	
	95	5	4	8	13.3										
	96	5	4	8	13.3										
33	97	5	4.5	8	15.0	55.0	1.57	1.47	1.30	1.77	6.10	3.07	105.8	1.76	
	98	6	5	8	20.0										
	99	6	5	8	20.0										
34	100	4.5	3.5	8	10.5	35.8	1.30	1.77	1.48	1.53	6.08	3.02	108.8	1.81	
	101	5	4	8	13.3										

	102	4.5	4	8	12.0										
35	103	6	5	8	20.0	45.3	1.48	1.53	1.43	1.57	6.02	3.00	111.8	1.86	
	104	4.5	4	8	12.0										
	105	5	4	8	13.3										
36	106	5	4	8	13.3	40.0	1.43	1.57	1.58	1.47	6.05	3.05	114.9	1.91	
	107	5	4	8	13.3										
	108	5	4	8	13.3										
37	109	5	4	8	13.3	46.7	1.58	1.47	1.58	1.48	6.12	3.07	117.9	1.97	
	110	5	4	8	13.3										
	111	6	5	8	20.0										
38	112	5	4.5	8	15.0	44.8	1.58	1.48	1.50	1.65	6.22	3.15	121.1	2.02	
	113	5.5	4.5	8	16.5										
	114	5	4	8	13.3										
39	115	5	4.5	8	15.0	44.8	1.50	1.65	1.50	1.40	6.05	2.90	124.0	2.07	
	116	5.5	4.5	8	16.5										
	117	5	4	8	13.3										
40	118	5.5	4.5	8	16.5	48.0	1.50	1.40	1.67	1.38	5.95	3.05	127.0	2.12	
	119	5.5	4.5	8	16.5										
	120	5	4.5	8	15.0										
41	121	5.5	4.5	8	16.5	52.5	1.67	1.38	1.60	1.40	6.05	3.00	130.0	2.17	
	122	6	4	8	16.0										
	123	6	5	8	20.0										
42	124	5.5	4.5	8	16.5	56.5	1.60	1.40	1.98	1.33	6.32	3.32	133.3	2.22	
	125	6	5	8	20.0										
	126	6	5	8	20.0										
43	127	6	5	8	20.0	60.0	1.98	1.33	1.42	1.37	6.10	2.78	136.1	2.27	
	128	6	5	8	20.0										

	129	6	5	8	20.0										
44	130	5	4	8	13.3	49.8	1.42	1.37	1.57	1.73	6.08	3.30	139.4	2.32	
	131	6	5	8	20.0										
	132	5.5	4.5	8	16.5										
45	133	5	4	8	13.3	48.3	1.57	1.73	1.58	1.67	6.55	3.25	142.7	2.38	
	134	5	4.5	8	15.0										
	135	6	5	8	20.0										
46	136	5.5	5	8	18.3	51.7	1.58	1.67	1.53	1.58	6.37	3.12	145.8	2.43	
	137	5	4	8	13.3										
	138	6	5	8	20.0										
47	139	6	5	8	20.0	59.0	1.53	1.58	1.58	1.83	6.53	3.42	149.2	2.49	
	140	5	4.5	8	15.0										
	141	6	6	8	24.0										
48	142	4.5	4	8	12.0	52.5	1.58	1.83	1.37	2.00	6.78	3.37	152.6	2.54	
	143	6	6	8	24.0										
	144	5.5	4.5	8	16.5										
49	145	6	6	8	24.0	39.0	1.37	2.00	1.37	1.65	6.38	3.02	155.6	2.59	
	146	5	4.5	8	15.0										
50	147	5.5	5	8	18.3	42.2	1.37	1.65	1.35	1.87	6.23	3.22	158.8	2.65	
	148	6.5	5.5	8	23.8										
51	149	5	4	8	13.3	41.8	1.35	1.87	1.33	1.48	6.03	2.82	161.6	2.69	
	150	4.5	4	8	12.0										
	151	5.5	4.5	8	16.5										
52	152	5	4	8	13.3	53.3	1.33	1.48	1.40	1.62	5.83	3.02	164.6	2.74	
	153	4.5	4	8	12.0										
	154	7	6	8	28.0										
53	155	5	4	8	13.3	49.2	1.40	1.62	1.27	1.87	6.15	3.13	167.8	2.80	

	156	4.5	4	8	12.0										
	157	6.5	5.5	8	23.8										
54	158	4.5	4	8	12.0	41.7	1.27	1.87	1.28	1.63	6.05	2.92	170.7	2.84	
	159	4.5	5	8	15.0										
	160	5.5	4	8	14.7										
55	161	6.5	5	8	21.7	38.2	1.28	1.63	1.47	1.75	6.13	3.22	173.9	2.90	
	162	5.5	4.5	8	16.5										
56	163	5	4	8	13.3	45.3	1.47	1.75	1.55	1.72	6.48	3.27	177.2	2.95	
	164	6	4	8	16.0										
	165	6	4	8	16.0										
57	166	5	4	8	13.3	43.2	1.55	1.72	1.98	1.38	6.63	3.37	180.5	3.01	
	167	5.5	4.5	8	16.5										
	168	5	4	8	13.3										
58	169	6	5.5	8	22.0	63.3	1.98	1.38	1.40	1.65	6.42	3.05	183.6	3.06	
	170	7	6	8	28.0										
	171	5	4	8	13.3										
59	172	5	4	8	13.3	43.3	1.40	1.65	1.72	1.33	6.10	3.05	186.6	3.11	
	173	5	4.5	8	15.0										
	174	5	4.5	8	15.0										
60	175	6	5.5	8	22.0	50.3	1.72	1.33	1.75	1.38	6.18	3.13	189.8	3.16	
	176	5	4.5	8	15.0										
	177	5	4	8	13.3										
61	178	5.5	4.5	8	16.5	46.3	1.75	1.38	1.40	1.92	6.45	3.32	193.1	3.22	
	179	5.5	4.5	8	16.5										
	180	5	4	8	13.3										
62	181	5	4	8	13.3	41.7	1.40	1.92	1.72	1.73	6.77	3.45	196.5	3.28	
	182	5	4	8	13.3										

	183	4.5	5	8	15.0										
63	184	4.5	4	8	12.0	45.0	1.72	1.73	1.85	1.43	6.73	3.28	199.8	3.33	
	185	5.5	4.5	8	16.5										
	186	5.5	4.5	8	16.5										
64	187	7	6.5	8	30.3	62.3	1.85	1.43	1.55	1.63	6.47	3.18	203.0	3.38	
	188	6	5	8	20.0										
	189	4.5	4	8	12.0										
65	190	5	4.5	8	15.0	48.3	1.55	1.63	1.65	1.45	6.28	3.10	206.1	3.44	
	191	5	4	8	13.3										
	192	6	5	8	20.0										
66	193	5	4	8	13.3	57.2	1.65	1.45	1.52	1.37	5.98	2.88	209.0	3.48	
	194	6.5	5.5	8	23.8										
	195	6	5	8	20.0										
67	196	7	6	8	28.0	88.5	1.52	1.37	1.77	1.48	6.13	3.25	212.2	3.54	
	197	7	6	8	28.0										
	198	7.5	6.5	8	32.5										
68	199	6.5	5	8	21.7	62.2	1.77	1.48	1.42	1.82	6.48	3.23	215.5	3.59	
	200	6.5	5.5	8	23.8										
	201	5	5	8	16.7										
69	202	6	5	8	20.0	48.5	1.42	1.82	1.37	1.77	6.37	3.13	218.6	3.64	
	203	4.5	4	8	12.0										
	204	5.5	4.5	8	16.5										
70	205	5	6	8	20.0	51.5	1.37	1.77	1.57	1.95	6.65	3.52	222.1	3.70	
	206	5.5	4.5	8	16.5										
	207	5	4.5	8	15.0										
71	208	7	5	8	23.3	46.7	1.57	1.95	1.30	1.45	6.27	2.75	224.9	3.75	
	209	7	5	8	23.3										

72	210	7	5	8	23.3	55.8	1.30	1.45	1.48	1.48	5.72	2.97	227.8	3.80	
	211	7.5	6.5	8	32.5										
73	212	6	5	8	20.0	61.7	1.48	1.48	1.25	1.88	6.10	3.13	231.0	3.85	
	213	6	5	8	20.0										
	214	6.5	5	8	21.7										
74	215	6	5	8	20.0	42.0	1.25	1.88	1.28	1.90	6.32	3.18	234.2	3.90	
	216	6	5.5	8	22.0										
75	217	6	5	8	20.0	34.7	1.28	1.90	1.32	1.82	6.32	3.13	237.3	3.95	
	218	5.5	4	8	14.7										
76	219	6.5	5.5	8	23.8	42.2	1.32	1.82	1.33	1.78	6.25	3.12	240.4	4.01	
	220	5.5	5	8	18.3										
77	221	5	4	8	13.3	36.7	1.33	1.78	1.17	1.62	5.90	2.78	243.2	4.05	
	222	7	5	8	23.3										
78	223	5.5	4	8	14.7	48.0	1.17	1.62	2.00	1.50	6.28	3.50	246.7	4.11	
	224	6	5	8	20.0										
	225	5	4	8	13.3										
79	226	7	6	8	28.0	61.3	2.00	1.50	1.58	1.67	6.75	3.25	249.9	4.17	
	227	6	5	8	20.0										
	228	5	4	8	13.3										
80	229	5	5	8	16.7	43.3	1.58	1.67	1.62	1.78	6.65	3.40	253.3	4.22	
	230	5	4	8	13.3										
	231	5	4	8	13.3										
81	232	5	4.5	8	15.0	43.3	1.62	1.78	1.43	1.75	6.58	3.18	256.5	4.28	
	233	5	4	8	13.3										
	234	5	4.5	8	15.0										
82	235	6	5	8	20.0	49.8	1.43	1.75	1.38	1.65	6.22	3.03	259.6	4.33	
	236	5.5	4.5	8	16.5										

	237	5	4	8	13.3										
83	238	5	4	8	13.3	42.7	1.38	1.65	1.33	1.55	5.92	2.88	262.4	4.37	
	239	5.5	4	8	14.7										
	240	5.5	4	8	14.7										
84	241	5.5	4	8	14.7	47.7	1.33	1.55	1.32	1.83	6.03	3.15	265.6	4.43	
	242	5.5	4.5	8	16.5										
	243	5.5	4.5	8	16.5										
85	244	6	5	8	20.0	48.3	1.32	1.83	1.55	1.48	6.18	3.03	268.6	4.48	
	245	5	4	8	13.3										
	246	5	4.5	8	15.0										
86	247	6	6	8	24.0	58.8	1.55	1.48	1.83	1.65	6.52	3.48	272.1	4.54	
	248	5.5	5	8	18.3										
	249	5.5	4.5	8	16.5										
87	250	5	4	8	13.3	46.3	1.83	1.65	1.60	1.72	6.80	3.32	275.4	4.59	
	251	5.5	4.5	8	16.5										
	252	5.5	4.5	8	16.5										
88	253	5	4	8	13.3	41.3	1.60	1.72	2.05	1.57	6.93	3.62	279.0	4.65	
	254	5.5	4	8	14.7										
	255	5	4	8	13.3										
89	256	6	5	8	20.0	58.3	2.05	1.57	1.47	1.80	6.88	3.27	282.3	4.71	
	257	6	5	8	20.0										
	258	5.5	5	8	18.3										
90	259	5	4	8	13.3	57.8	1.47	1.80	1.67	1.47	6.40	3.13	285.4	4.76	
	260	5.5	4.5	8	16.5										
	261	7	6	8	28.0										
91	262	6	5	8	20.0	61.3	1.67	1.47	1.65	1.40	6.18	3.05	288.5	4.81	
	263	5	4	8	13.3										

	264	7	6	8	28.0									
92	265	7	6	8	28.0	62.7	1.65	1.40	1.38	1.47	5.90	2.85	291.3	4.86
	266	6	4.5	8	18.0									
	267	5	5	8	16.7									
93	268	5	4.5	8	15.0	44.8	1.38	1.47	1.55	1.43	5.83	2.98	294.3	4.91
	269	5.5	4.5	8	16.5									
	270	5	4	8	13.3									
94	271	7	6	8	28.0	48.0	1.55	1.43	1.60	1.93	6.52	3.53	297.9	4.96
	272	6	5	8	20.0									
95	273	6.5	6	8	26.0	54.0	1.60	1.93	1.73	1.50	6.77	3.23	301.1	5.02
	274	7	6	8	28.0									
96	275	7	6	8	28.0	60.5	1.73	1.50	1.32	1.80	6.35	3.12	304.2	5.07
	276	7.5	6.5	8	32.5									
97	277	7	6	8	28.0	44.5	1.32	1.80	1.42	1.83	6.37	3.25	307.5	5.12
	278	5.5	4.5	8	16.5									
98	279	6	5	8	20.0	40.0	1.42	1.83	1.55	1.62	6.42	3.17	310.6	5.18
	280	6	5	8	20.0									
99	281	6	5	8	20.0	38.7	1.55	1.62	1.57	1.78	6.52	3.35	314.0	5.23
	282	7	4	8	18.7									
100	283	6	4	8	16.0	36.0	1.57	1.78	1.63	1.48	6.47	3.12	317.1	5.28
	284	6	5	8	20.0									
101	285	7	6	8	28.0	56.0	1.63	1.48	1.38	1.67	6.17	3.05	320.1	5.34
	286	7	6	8	28.0									
102	287	6.5	5	8	21.7	45.0	1.38	1.67	1.32	1.67	6.03	2.98	323.1	5.39
	288	7	5	8	23.3									
103	289	6	5	8	20.0	40.0	1.32	1.67	1.20	1.90	6.08	3.10	326.2	5.44
	290	6	5	8	20.0									

104	291	7	5	8	23.3	39.3	1.20	1.90	1.20	1.80	6.10	3.00	329.2	5.49	
	292	6	4	8	16.0										
105	293	5	4	8	13.3	41.3	1.20	1.80	1.35	1.40	5.75	2.75	332.0	5.53	
	294	7	6	8	28.0										
106	295	7	5	8	23.3	60.0	1.35	1.40	1.42	1.75	5.92	3.17	335.1	5.59	
	296	7	5	8	23.3										
	297	5	4	8	13.3										
107	298	6	5	8	20.0	49.3	1.42	1.75	1.38	1.75	6.30	3.13	338.3	5.64	
	299	6	4	8	16.0										
	300	5	4	8	13.3										
108	301	7	4.5	8	21.0	44.3	1.38	1.75	1.33	1.87	6.33	3.20	341.5	5.69	
	302	7	5	8	23.3										
109	303	7	6	8	28.0	48.0	1.33	1.87	1.33	1.65	6.18	2.98	344.5	5.74	
	304	6	5	8	20.0										
110	305	6.5	4	8	17.3	33.3	1.33	1.65	2.00	1.68	6.67	3.68	348.1	5.80	
	306	6	4	8	16.0										
111	307	5	4	8	13.3	43.7	2.00	1.68	1.82	1.42	6.92	3.23	351.4	5.86	
	308	6	4	8	16.0										
	309	5.4	4	8	14.4										
112	310	5.5	4	8	14.7	50.7	1.82	1.42	1.57	1.43	6.23	3.00	354.4	5.91	
	311	6	4	8	16.0										
	312	6	5	8	20.0										
113	313	6	5	8	20.0	56.5	1.57	1.43	2.08	1.48	6.57	3.57	357.9	5.97	
	314	5.5	4.5	8	16.5										
	315	6	5	8	20.0										
	316	7	6	8	28.0	69.3	2.08	1.48	1.40	1.33	6.30	2.73	360.7	6.01	
	317	5	4	8	13.3										

	318	7	6	8	28.0									
114	319	6	5	8	20.0	43.3	1.40	1.33	1.47	1.83	6.03	3.30	364.0	6.07
	320	7	5	8	23.3									
115	321	7	5	8	23.3	46.7	1.47	1.83	1.38	2.23	6.92	3.62	367.6	6.13
	322	7	5	8	23.3									
116	323	7	5	8	23.3	39.3	1.38	2.23	1.67	1.78	7.07	3.45	371.0	6.18
	324	6	4	8	16.0									
117	325	6	5	8	20.0	59.3	1.67	1.78	1.73	1.72	6.90	3.45	374.5	6.24
	326	6	4	8	16.0									
	327	7	5	8	23.3									
118	328	8	6	8	32.0	68.0	1.73	1.72	1.23	1.62	6.30	2.85	377.3	6.29
	329	6	4	8	16.0									
	330	6	5	8	20.0									
119	331	7	5	8	23.3	43.3	1.23	1.62	1.32	1.43	5.60	2.75	380.1	6.33
	332	6	5	8	20.0									
120	333	7	5	8	23.3	39.3	1.32	1.43	1.17	2.03	5.95	3.20	383.3	6.39
	334	6	4	8	16.0									
121	335	6	5	8	20.0	40.0	1.17	2.03	1.57	1.40	6.17	2.97	386.3	6.44
	336	6	5	8	20.0									
122	337	6	4	8	16.0	56.0	1.57	1.40	1.65	3.48	8.10	5.13	391.4	6.52
	338	6	5	8	20.0									
	339	6	5	8	20.0									
123	340	5	4	8	13.3	68.0	1.65	1.82	1.23	2.08	6.78	3.32	394.7	6.58
	341	8	5	8	26.7									
	342	7	6	8	28.0									
124	343	7	6	8	28.0	60.0	1.23	2.08	1.22	1.62	6.15	2.83	397.5	6.63
	344	8	6	8	32.0									

125	345	6	4	8	16.0	36.0	1.22	1.62	1.17	1.75	5.75	2.92	400.5	6.67
	346	6	5	8	20.0									
126	347	7	6	8	28.0	44.0	1.17	1.75	1.25	1.83	6.00	3.08	403.5	6.73
	348	6	4	8	16.0									
127	349	5	4	8	13.3	26.7	1.25	1.83	1.30	1.48	5.87	2.78	406.3	6.77
	350	5	4	8	13.3									
128	351	6	5	8	20.0	48.0	1.30	1.48	1.25	1.53	5.57	2.78	409.1	6.82
	352	7	6	8	28.0									
129	353	8	7	8	37.3	69.3	1.25	1.53	1.27	1.45	5.50	2.72	411.8	6.86
	354	8	6	8	32.0									
130	355	6	4	8	16.0	64.0	1.27	1.45	1.32	1.78	5.82	3.10	414.9	6.92
	356	9	8	8	48.0									
131	357	9	8	8	48.0	80.0	1.32	1.78	1.58	2.17	6.85	3.75	418.7	6.98
	358	8	6	8	32.0									
132	359	8	6	8	32.0	60.0	1.58	2.17	1.83	1.82	7.40	3.65	422.3	7.04
	360	7	6	8	28.0									
133	361	8	6	8	32.0	69.3	1.83	1.82	1.63	1.67	6.95	3.30	425.6	7.09
	362	8	7	8	37.3									
134	363	6	5	8	20.0	41.7	1.63	1.67	1.45	1.60	6.35	3.05	428.7	7.14
	364	6.5	5	8	21.7									
135	365	8	5	8	26.7	54.7	1.45	1.60	1.40	1.48	5.93	2.88	431.6	7.19
	366	7	6	8	28.0									
136	367	6	5	8	20.0	43.3	1.40	1.48	1.27	1.80	5.95	3.07	434.6	7.24
	368	7	5	8	23.3									
137	369	6	5	8	20.0	36.0	1.27	1.80	1.38	1.63	6.08	3.02	437.6	7.29
	370	6	4	8	16.0									
138	371	7	5	8	23.3	43.3	1.38	1.63	1.37	1.55	5.93	2.92	440.6	7.34

	372	6	5	8	20.0									
139	373	7	6	8	28.0	54.7	1.37	1.55	1.33	1.53	5.78	2.87	443.4	7.39
	374	8	5	8	26.7									
140	375	7	6	8	28.0	56.0	1.33	1.53	1.23	1.77	5.87	3.00	446.4	7.44
	376	7	6	8	28.0									
141	377	6	5	8	20.0	45.7	1.23	1.77	1.33	1.73	6.07	3.07	449.5	7.49
	378	7	5.5	8	25.7									
142	379	6	5	8	20.0	43.3	1.33	1.73	1.25	1.53	5.85	2.78	452.3	7.54
	380	7	5	8	23.3									
143	381	8	6	8	32.0	69.3	1.25	1.53	1.22	1.47	5.47	2.68	455.0	7.58
	382	8	7	8	37.3									
144	383	8	7	8	37.3	60.7	1.22	1.47	1.33	1.72	5.73	3.05	458.0	7.63
	384	7	5	8	23.3									
145	385	6.5	5.5	8	23.8	47.2	1.33	1.72	1.87	1.68	6.60	3.55	461.6	7.69
	386	7	5	8	23.3									
146	387	6	4	8	16.0	36.0	1.87	1.68	1.75	1.82	7.12	3.57	465.1	7.75
	388	6	5	8	20.0									
147	389	7	6	8	28.0	51.3	1.75	1.82	1.45	1.48	6.50	2.93	468.1	7.80
	390	7	5	8	23.3									
148	391	6	5	8	20.0	36.0	1.45	1.48	1.40	1.67	6.00	3.07	471.1	7.85
	392	6	4	8	16.0									
149	393	7	5	8	23.3	46.7	1.40	1.67	1.48	2.17	6.72	3.65	474.8	7.91
	394	7	5	8	23.3									
150	395	6	5	8	20.0	40.0	1.48	2.17	1.32	1.93	6.90	3.25	478.0	7.97
	396	6	5	8	20.0									
151	397	8	6	8	32.0	69.3	1.32	1.93	1.28	1.60	6.13	2.88	480.9	8.02
	398	8	7	8	37.3									

152	399	8	7	8	37.3	85.3	1.28	1.60	1.18	1.75	5.82	2.93	483.8	8.06
	400	9	8	8	48.0									
153	401	9	6	8	36.0	62.0	1.18	1.75	1.42	1.62	5.97	3.03	486.9	8.11
	402	6.5	6	8	26.0									
154	403	8	7	8	37.3	61.3	1.42	1.62	1.17	1.60	5.80	2.77	489.6	8.16
	404	6	6	8	24.0									

Resumen de totales del sexto día de evaluación

	N° de trozas	Volumen (pt)	Tiempo cargado (min)	Tiempo traslado (min)	Tiempo descarga (min)	Tiempo retorno (min)	Tiempo total de todos ciclos (min)	Total de todos los viajes (min)	Tiempo acumulado (min)	Tiempo acumulado (h)
TOTAL	404.0	7603.8	230.1	255.1	230.1	256.9	972.2	489.6	489.6	8.2

Anexo 4: Resumen de volumen de madera transportada en el sistema de cable aéreo

N° DIAS	N° VIAJES	CANTIDAD DE TROZAS	VOLUMEN DE MADERA (pt)
Día 1	152	456	6762
Día 2	138	306	7358
Día 3	129	268	6947
Día 4	140	290	6810
Día 5	146	438	6430
Día 6	154	404	7604
TOTAL	859	2162	41911
Promedio	143.1	360.3	6985.1

Anexo 5: Tiempo promedio del transporte en el cable aéreo.

Tiempos	Unidad de medida	Promedio
Cargado	min	1.47
Traslado	min	1.65
Descargado	min	1.48
Retorno	min	1.64
Tiempo de cada ciclo	min	6.27
Tiempo de cada viaje	min	3.13

Anexo 6: Tiempos determinados en el traslado de madera mediante acémilas en el día sexto.

TURNO	VIAJE N°	MEDIO DE TRANSPORTE	TROZAS	ANCHO (pulgadas)	ESPESOR (pulgadas)	LARGO (pies)	VOLUMEN (pt)	VOUMEN TOTAL (pt)	TIEMPO DE CARGA (minutos)	TIEMPO RECORRIDO (minutos)	TIEMPO DESCARGA (minutos)	TIEMPO DE REGRESO (minutos)	TIEMPO TOTAL /viaje (minutos)
MAÑANA	1	Acémila 1	1	8	6	8	32.0	174.7	14	25	10	17	66
			2	8	6	8	32.0						
		Acémila 2	3	6	6	8	24.0						
			4	6	6	8	24.0						
		Acémila 3	5	8	6.5	8	34.7						
			6	7	6	8	28.0						
	2	Acémila 1	7	7	5	8	23.3	168.0	13	28	9	20	70
			8	6	6	8	24.0						
		Acémila 2	9	8	6	8	32.0						
			10	7	7	8	32.7						
		Acémila 3	11	7	6	8	28.0						
			12	7	6	8	28.0						
	3	Acémila 1	13	6	6	8	24.0	150.7	14	24	10	23	71
			14	6	6	8	24.0						
		Acémila 2	15	7	6	8	28.0						
			16	7	6	8	28.0						
		Acémila 3	17	7	5	8	23.3						
			18	7	5	8	23.3						

TARDE	4	Acémila 1	19	7	7	8	32.7	174.0	14	27	12	22	75
			20	7	7	8	32.7						
		Acémila 2	21	6	6	8	24.0						
			22	6	6	8	24.0						
		Acémila 3	23	7	6	8	28.0						
			24	7	7	8	32.7						
	5	Acémila 1	25	6	5	8	20.0	134.7	12	25	12	24	73
			26	6	5	8	20.0						
		Acémila 2	27	6	6	8	24.0						
			28	6	6	8	24.0						
		Acémila 3	29	7	5	8	23.3						
			30	7	5	8	23.3						
	6	Acémila 1	31	6	6	8	24.0	139.3	16	26	13	24	79
			32	6	6	8	24.0						
		Acémila 2	33	7	5	8	23.3						
			34	7	6	8	28.0						
		Acémila 3	35	6	5	8	20.0						
			36	6	5	8	20.0						
	TOTAL							941.3					434

Anexo 7: Resumen del volumen de madera transportada en 6 días con 3 acémilas.

N° DIAS	N° VIAJES	CANTIDAD DE TROZAS	VOLUMEN DE MADERA (pt)
Día 1	6	36	880
Día 2	6	36	978
Día 3	6	36	905
Día 4	6	36	930
Día 5	6	36	980
Día 6	6	36	941
TOTAL	36	216	5614
Promedio	6	36	935

Anexo 8: Tiempo promedio del ciclo cargado, traslado, descargado y retorno en acémila.

Tiempo	Unidad de medida	Promedio
Cargado	min	13.8
Traslado	min	25
Descarga	min	11
Retorno	min	21.7
Total de cada ciclo	min	72

Anexo 9: Glosario

Alambre

El cable está hecho de hilos de acero y su resistencia está determinada por el porcentaje de carbono (Anaya & Christiansen, 1986).

Torones

Anaya & Christiansen (1986), indica que están formados por nueve hilos metálicos de alambre que se enrollan en forma de espiral al rededor del corazón.

Alma

Es el punto donde se enrollan los torones en el eje central del cable. Esta alma puede ser hecha de polipropileno, fibras naturales o acero. Su función es mantener la redondez del cable, soportar la presión de los torones y mantener las distancias o espacios adecuados entre ellos.

Poleas

Anaya & Christiansen (1986) menciona que son las que se encuentran en los extremos del sistema sujeta en dos postes, la polea principal tiene dos canales de forma de “V”, en un lado va la línea de la soga que es el movimiento del transporte y el segundo canal es donde está la banda que está acoplada al motor.

Eslingas

Prodinsa (2010) indica que están hechos de cintas de fibra sintética, preferiblemente poliéster y accesorios, con el propósito de brindar apoyo al levantar y trincar cargas.

Grapas de anclaje

Según las definiciones y construcciones (2020), es una pieza de metal con forma de U que se fija a una superficie para mantener unidas dos partes de algo. También se conoce como llave de anclaje.

Cabeza

Sección transversal de cada extremo de una pieza aserrada. (Encinas, 2009)

Cara

Superficie plana mayor, paralela al eje longitudinal de una pieza aserrada (Encinas, 2009)

Canto

Superficie plana menor y normal a la cara, paralela al eje longitudinal de una pieza aserrada (Encinas, 2009)

Arista

Línea de intersección de las superficies que forman dos lados adyacentes. (Encinas, 2009)

Espesor

Dimensión menor de la pieza de madera. (Encinas, 2009)

Ancho

Dimensión mayor de la escuadría de una pieza aserrada. (Encinas, 2009)

Longitud

Distancia entre las cabezas de una pieza aserrada. (Encinas, 2009)

Listón

Pieza aserrada con un espesor variable de 12 a 37 mm inclusive, cuyo ancho es inferior a 101 mm. (Encinas, 2009)

Tabla

Pieza aserrada con un espesor variable de 12 a 37 mm inclusive, cuyo ancho alcanza 101 mm ó más. (Encinas, 2009)

Anexo 10: Panel fotográfico

Figura 4

Sujeción de cables en el árbol mástil en la zona de cargado.



Figura 5

Cable tensionado.



Figura 6

Postes mástiles en el área de descarga.



Figura 7

Postes mástiles en el área de descarga.



Figura 8

Zona de amortiguación de la madera



Figura 9

Sistema de poleas (polea móvil)



Figura 10

Sistema de poleas (líneas de vida de arnés)



Figura 11

Cargado de madera en cable



Figura 12

Control del tiempo de traslado de la madera



Figura 13

Sistema de frenado



Figura 14

Frenado del cable con carga



Figura 15

Trasporte de madera por cable aéreo



Figura 16

Madera apilada trasportada por cable aéreo



Figura 17

Trasporte de madera en acémilas

