

**APOYO EN LA IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE
ALTERAN EL RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE EXTRACCIÓN DE
MADERA EN EL PROCESO DE COSECHA REALIZADAS POR LA
COOPERATIVA AGROFORESTAL DEL CAUCA
– COOTRAFORC –**

MANUEL ALBERTO SOTELO MUÑOZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYAN
2009**

**APOYO EN LA IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LAS CAUSAS QUE
ALTERAN EL RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE EXTRACCION DE
MADERA EN EL PROCESO DE COSECHA REALIZADAS POR LA
COOPERATIVA AGROFORESTAL DEL CAUCA
– COOTRAFORC –**

MANUEL ALBERTO SOTELO MUÑOZ

**Director
Ing. JOSE FRANCO ALVIS GORDO
Profesor del Programa de Ingeniería Forestal**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL
POPAYAN
2009**

TABLA DE CONTENIDO

	PAG.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. OBJETIVOS	5
3.1 OBJETIVO GENERAL	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE	6
4.1 EXTRACCIÓN MECANIZADA DE MADERA	6
4.2 TIPOS DE EXTRACCIÓN MECANIZADA DE MADERA	7
4.2.1 Extracción por cables aéreos	7
4.2.2 Transporte forestal con tractores de arrastre	11
4.3 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	12
4.3.1 Estudio de tiempos	13
4.3.2 Descripción de los tiempos	14
4.3.3 Estudio de movimientos	15
4.3.4 Descripción de los movimientos	16
4.4 ESTUDIO DE PRODUCCIÓN	16
4.5.1 Análisis estadístico	17
5. METODOLOGÍA	18
5.1 MATERIALES	18
5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS ESTUDIADOS	18
5.2.1 Equipos de extracción forestal de arrastre	18
5.2.2 Equipos de extracción forestal por cables	20
5.3 DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE TRABAJO	23
5.4. DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS POR LAS CUALES SE DISMINUYE EL RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE EXTRACCIÓN FORESTAL	23
5.4.1 Análisis de antecedentes de rendimientos en los diferentes equipos de extracción forestal	23
5.5 DIAGRAMACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS RUTINARIOS DE LOS EQUIPOS Y DETERMINACIÓN DE LOS CICLOS	24
5.5.1 Estudio de tiempos	24
5.5.2 Estudio de movimientos	25
5.5.3 Carga transportada	27
5.6 ESTUDIO DE RENDIMIENTO	27
5.7 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ALTERAN EL RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE EXTRACCIÓN FORESTAL	28

6.	RESULTADOS Y DISCUSION	29
6.1	TRACTOR FORESTAL FMC FT – 180 CA	29
6.1.1	Causas por las cuales disminuye el rendimiento	29
6.1.2	Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos	31
6.1.3	Descripción de los tiempos	33
6.1.4	Rendimiento	36
6.1.5	Determinación de las causas que alteran el rendimiento	39
6.2	TRACTOR FORESTAL CON NEUMÁTICOS VALMET 4X4	40
6.2.1	Causas por las cuales disminuye el rendimiento	40
6.2.2	Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos	42
6.2.3	Descripción de los tiempos	44
6.2.4	Rendimiento	46
6.2.5	Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el Tractor Forestal VALMET 4X4	48
6.3	TORRE DE MADREO KOLLER	49
6.3.1	Causas por las cuales disminuye el rendimiento	49
6.3.2	Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos	51
6.3.3	Descripción de los tiempos	52
6.3.4	Rendimiento	56
6.3.5	Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el Tracto-Koller	58
6.4	TRACTO-KOLLER	60
6.4.1	Causas por las cuales disminuye el rendimiento en el tracto-Koller	60
6.4.2	Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos	62
6.4.3	Descripción de los tiempos	64
6.4.4	Rendimiento	66
6.4.5	Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el Tracto-Koller	68
6.5	TRACTO AGRÍCOLA CON CARRETO MECANICO (TACM)	70
6.5.1	Causas por las cuales disminuye el rendimiento	70
6.5.2	Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos	72
6.5.3	Descripción de los tiempos	74
6.5.4	Rendimiento	75
6.5.5	Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el TACM	78
6.6	WINCHE NACIONAL	79
6.6.1	Causas por las cuales disminuye el rendimiento en el Winche Nacional	79
6.6.2	Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos	81
6.6.3	Descripción de los tiempos	83
6.6.4	Rendimiento	85
6.6.5	Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el Winche Nacional	89
7.	CONCLUSIONES	90
8.	RECOMENDACIONES	92

LISTA DE TABLAS

		PAG.
Tabla 1	Definición de Elementos productivos e improductivos	24
Tabla 2	Descripción de tiempos improductivos en horas por mes	29
Tabla 3	Tiempos perdidos en horas en un periodo de seis meses	30
Tabla 4	Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobador para un periodo de seis meses	30
Tabla 5	Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo	32
Tabla 6	Tiempos productivos e improductivos	33
Tabla 7	Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)	33
Tabla 8	Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)	34
Tabla 9	Distribución de tiempos productivos e improductivos	35
Tabla 10	Cursograma analítico de los movimientos	36
Tabla 11	Análisis de producción del tractor forestal FMC FT - 180 CA	38
Tabla 12	Descripción de tiempos improductivos en horas por meses	40
Tabla 13	Tiempos totales perdidos en horas en un periodo de seis meses	41
Tabla 14	Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobador para un periodo de seis meses	41
Tabla 15	Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo	43
Tabla 16	Tiempos productivos e improductivos	44
Tabla 17	Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)	44
Tabla 18	Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)	45
Tabla 19	Distribución de tiempos productivos e improductivos	45
Tabla 20	Análisis de producción del tractor forestal VALMET 4x4	47
Tabla 21	Descripción de tiempos improductivos por meses de la Torre Koller	49
Tabla 22	Tiempos totales perdidos en horas de la Torre Koller	50
Tabla 23	Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobadores de la torre de madereo koller	50
Tabla 24	Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo	52
Tabla 25	Tiempos productivos e improductivos	53
Tabla 26	Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)	53
Tabla 27	Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)	54
Tabla 28	Análisis de producción de la Torre Koller	57
Tabla 29	Descripción de tiempos improductivos por meses del Tracto-Koller	60
Tabla 30	Tiempos totales perdidos en horas del Tracto-Koller	61
Tabla 31	Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobadores del Tracto-koller	61
Tabla 32	Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo	63
Tabla 33	Tiempos productivos e improductivos	64

Tabla 34	Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)	64
Tabla 35	Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)	65
Tabla 36	Distribución de tiempos productivos e improductivos	66
Tabla 37	Análisis de producción del Tracto-Koller	67
Tabla 38	Descripción de tiempos improductivos por meses del TACM	70
Tabla 39	Tiempos totales perdidos en horas del TACM	71
Tabla 40	Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobadores	71
Tabla 41	Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo	73
Tabla 41	Tiempos productivos e improductivos	74
Tabla 43	Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)	74
Tabla 44	Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)	75
Tabla 45	Análisis de producción del TACM	77
Tabla 46	Descripción de tiempos improductivos por meses del Winche Nacional	79
Tabla 47	Resultados totales obtenidos en el seguimiento realizado al Winche para determinar las causas por las cuales disminuye su rendimiento	80
Tabla 48	Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobadores del Winche Nacional	80
Tabla 49	Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo	82
Tabla 50	Tiempos productivos e improductivos	83
Tabla 51	Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)	83
Tabla 52	Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)	84
Tabla 53	Valor de la tonelada ideal vs real de operadores y estrobadores de equipos de extracción forestal	87
Tabla 54	Pérdida en miles de pesos por el bajo rendimiento de los equipos	87

LISTA DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1	Diagrama de movimientos para equipos de extracción de arrastre 26
Figura 2	Diagrama de movimientos para equipos de extracción por cables aéreos 26
Figura 3	Gráfico de distribución de tiempos productivos e improductivos en horas 34
Figura 4	Gráfico de rendimientos del tractor forestal FMC FT – 180 CA 37
Figura 5	Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del tractor forestal 38
Figura 6	Gráfico distribución de tiempos productivos e improductivos en horas 45
Figura 7	Gráfico de rendimientos del tractor forestal VALMET 4x4 46
Figura 8	Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del tractor forestal 47
Figura 9	Gráfica de distribución de tiempos productivos e improductivos en horas 54
Figura 10	Distribución porcentual de los tiempos en el madereo con la Torre Koller 55
Figura 11	Gráfico de rendimientos de la Torre Koller 56
Figura 12	Gráfico del rendimiento ideal versus el rendimiento real 57
Figura 13	Gráfico de distribución de tiempos productivos e improductivos tomado en horas 65
Figura 14	Gráfico de rendimientos del Tracto-Koller 66
Figura 15	Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del Tracto-Koller 67
Figura 16	Gráfico de distribución de tiempos productivos e improductivos tomados en horas 75
Figura 17	Gráfico de rendimientos del TACM 76
Figura 18	Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del TACM 77
Figura 19	Distribución de tiempos productivos e improductivos tomados horas 84
Figura 20	Gráfico de distribución porcentual de los tiempos en el madereo con el Winche Nacional 85
Figura 21	Gráfico de rendimientos del Winche Nacional 85
Figura 22	Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del Winche Nacional 86

LISTA DE FOTOS

		PAG.
Foto 1	Tractor forestal FMC FT-180CA	20
Foto 2	Tractor forestal VALMET 88	20
Foto 3	Torre de madereo koller K-300	20
Foto 4	Carreto koller SKA 1	20
Foto 5	Tracto-koller SKA 1	21
Foto 6	Tracto-koller SKA	21
Foto 7	Tractor agrícola con carrito mecánico	22
Foto 8	Carrito mecánico	22
Foto 9	Winche nacional con carrito mecánico	22

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1** Planilla de tiempos No.1
- ANEXO 2** Planilla de tiempos No. 2
- ANEXO 3** Prueba piloto para el cálculo de la muestra
- ANEXO 4** Planilla de tiempos del tractor forestal FMC FT-180 CA
- ANEXO 5** Planilla de tiempos del tractor forestal VALMET 4X4
- ANEXO 6** Planilla de tiempos de la torre de madereo koller
- ANEXO 7** Planilla de tiempos del tracto-koller
- ANEXO 8** Planilla de tiempos del TACM
- ANEXO 9** Planilla de tiempos del Winche nacional
- ANEXO 10** ANAVA del tractor forestal FMC FT-180 CA
- ANEXO 11** ANAVA del tractor forestal VALMET 4x4
- ANEXO 12** ANAVA de la torre de madereo koller
- ANEXO 13** ANAVA del tracto-koller
- ANEXO 14** ANAVA del TACM
- ANEXO15** ANAVA del Winche nacional

LISTA DE ABREVIATURAS

TACM	Tractor agrícola con carrito mecánico
SKD	SKIDDER
ANAVA	Análisis de varianza
S	Desviación estándar
S²	Varianza
n	Tamaño de la muestra
Z	Valor de distribución de t
E	Error permisible
TPNP	Tiempo perdido no programado
TNPP	Tiempo no productivo programado
V. VAC.	Viaje vacío
V. CAR	Viaje cargado
DES.	Desestrobado
E. EST.	Enredo de estobos
NEC. H	Necesidad humana
INCID.	Incidente
ECA	Extracción con cables aéreos

INTRODUCCIÓN

Las operaciones de cosecha forestal y de transporte son componentes esenciales de una actividad forestal sostenible, tanto si el objetivo del aprovechamiento se centra en los usos industriales del bosque como en los no industriales. Aunque estas operaciones son tan antiguas como el uso de los bosques por la humanidad, la era industrial ha alterado irrevocablemente la relación entre los seres humanos y los bosques. La introducción de maquinaria pesada entre los medios primarios de cosecha de madera industrial ha cambiado notablemente el alcance de las operaciones forestales. La disminución del rendimiento en los equipos de extracción de madera en los procesos de cosecha forestal es muy frecuente, ocasionando múltiples inconvenientes de tipo económico, organizativo y de planeación, por lo que se crea la necesidad de identificar las causas más frecuentes que alteran dicho rendimiento.

Durante los aprovechamientos forestales los trabajos muchas veces son realizados de forma incorrecta y destructiva. Esto se debe principalmente a la falta de aplicación de técnicas de planificación del aprovechamiento forestal, de construcción de caminos, de apeo dirigido y de extracción de madera. Es práctica usual que el aprovechamiento se realice con un equipo inadecuado y con trabajadores que no han sido capacitados, que no reciben ningún tipo de incentivo ni son supervisados. De esta manera, los aprovechamientos forestales producen daños al bosque y lo destruyen. Se originan pérdidas de madera e ineficiencias que llevan a altos costos de cosecha.

En el transporte forestal alrededor del 70 – 80 % del movimiento de la madera es realizado en camiones, en donde, las distancias y características del camino tienden a determinar el régimen de costos, lo cual va estrechamente relacionado con la cantidad de madera que se transporte. Las variaciones que se generen por distintos conceptos (patrón de medición, asentamiento, etc.) entre origen y recepción inciden directamente en el valor del flete total.

Las actividades de madereo y transporte representan, en general, una proporción importante del costo de la madera rolliza puesta en la planta. Se estima que entre el 40 y 50 % de los costos por unidad de volumen puesta en la planta corresponden a actividades de transporte. En esta realidad se justifica la búsqueda de procedimientos y herramientas de análisis que permiten innovar la gestión tecnológica del transporte forestal y mantener las ventajas económicas

que nuestros productos forestales presentan en mercados internacionales. El transporte de los productos forestales es un problema de relevancia creciente para las empresas forestales.

En pocos años será necesario transportar volúmenes que, por lo menos, triplicarán los niveles actuales, en donde la eficiencia de los sistemas de transportes será un factor crítico en la viabilidad de los proyectos industriales que hoy se gesten.

En un transporte de puerta a puerta se permite una gran variabilidad de posibilidades en cuanto a distancias, pesos, lugares, con o sin carga, etc., lo cual se formaliza de acuerdo a las necesidades de las partes. La tarifa es un elemento muy variable, ya que es influido por los volúmenes de carga, las empresas tienen cálculos propios basados en funciones matemáticas con lo cual fijan los límites de las tarifas.

En este trabajo se realizó un estudio de tiempos y movimientos con el fin de mejorar ineficiencias en las operaciones de extracción de madera. Se realizó un seguimiento de tiempos improductivos para así determinar las causas más significativas por las cuales disminuye el rendimiento en la extracción mecanizada de madera y así poder formular un plan de mejoramiento, se planteó un modelo matemático con diferentes variables que permita establecer el rendimiento en las diversas condiciones topográficas, medioambientales y de distancias para el madereo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las actividades de extracción maderera durante la cosecha forestal en una plantación destinada a la obtención de pulpa, se presentan inconvenientes que ocasionan disminución en el rendimiento óptimo de cada una de las operaciones, ocasionando pérdidas en los despachos que se deben efectuar a la planta de transformación.

Son diversas las causas que pueden ocasionar la disminución en el rendimiento en cada una de las fases u operaciones que se tienen que realizar para la extracción de madera, se pueden mencionar fallas debido a errores humanos, como por ejemplo cansancio físico, descuido en sus obligaciones, falta de motivación en el trabajo, entre otras.

También existen causas debidas a factores medioambientales, topográficos, de suelos y de infraestructura vial, que pueden generar grandes retrasos en el desarrollo de las actividades de aprovechamiento forestal. Estas causas no pueden ser controladas por las personas que adelantan las operaciones forestales, por lo tanto su influencia en el desarrollo adecuado de la extracción es ajena a todo control.

Otro tipo de causas para la disminución en el rendimiento en la extracción forestal, y tal vez la más importante, son aquellas debidas a fallas en los equipos, maquinaria y herramientas utilizadas en labores de cosecha forestal, especialmente en las actividades de saca de productos desde los sitios de corte hasta la vía de extracción.

Es necesario conocer las posibles causas de la disminución en el rendimiento en las operaciones de extracción forestal, con el fin de medir su influencia sobre cada una de las etapas que hacen parte de la cosecha forestal, definiendo alternativas de mejora que permitan optimizar cada una de las actividades que se llevan a cabo. El conocer de manera puntual las posibles causas en la disminución del rendimiento de los sistemas de extracción, permitirá corregir las fallas que se están presentando y lograr una mejor producción.

El aprovechamiento forestal comprende todas las actividades desde tumba, troceo, descortezado, transporte menor y mayor que va hasta la planta de procesamiento, siendo el transporte menor el que mas dificultades operativas presenta, debido a la variedad de topografías condiciones ambientales y distancias, por esto se pretende realizar un estudio de tiempos y movimientos en equipos de extracción de madera para corregir ineficiencias y formular un plan de manejo teniendo en cuenta variables como la distancia, pendiente, carga y factor climático, para así determinar rendimientos reales basándose en dicho estudio y en antecedentes obtenidos de las causas mas frecuentes por las cuales los equipos disminuyen sus rendimiento.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar y analizar las causas que alteran el rendimiento de los equipos de extracción de madera en el proceso de cosecha forestal realizada por la Cooperativa Agroforestal del Cauca, Cootraforc.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer la información necesaria que permita identificar las causas por las cuales existe disminución de los rendimientos en la extracción maderera, realizada por la empresa Cootraforc.
2. Diagramar los movimientos rutinarios de los equipos, definiendo para cada uno el tiempo utilizado y así determinar los ciclos.
3. Establecer el rendimiento de los equipos, maquinaria y sistemas de extracción utilizados en las actividades de extracción de madera durante la cosecha forestal.
4. Determinar las causas que alteran el rendimiento de los equipos en la extracción de madera con el fin de construir un modelo matemático que permita predecir dicho rendimiento.

4. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

4.1 EXTRACCIÓN MECANIZADA DE MADERA

La mecanización de la extracción de madera en terrenos planos y accidentados mediante el empleo de sistemas de arrastre y cables aéreos ha despertado mucho interés en los últimos años. La cosecha de madera debe ser analizada como sistema y no como actividades parciales aisladas. En este contexto se tiene como grandes actividades la tumba, la extracción y el transporte, en cada una existen actividades parciales que componen las grandes áreas, sin embargo muchas de ellas pueden ocurrir en lugares distintos, que dependen directamente de las maquinarias y equipamientos que serán utilizadas en las distintas etapas de la cosecha forestal.

Para elegir el sistema de cosecha utilizado en una determinada empresa forestal es necesario conocer el medio en el cual se trabajará, o sea el bosque y la infraestructura (red de caminos). Por otro lado se hace necesario analizar el producto que se quiere obtener. Además factores como: potencial de inversión, entrenamiento del personal, reposición de piezas de maquinarias y equipamientos, volumen a ser cortado en el frente de aprovechamiento, esto debe ser analizado para definir el sistema de cosecha de madera que va a ser utilizado en una empresa forestal.

La adquisición e introducción de nuevas tecnologías debe ser precedida por un estudio detallado de costos operativos y de apoyo tales como costos horarios de las maquinarias y equipamientos, rendimientos potenciales a obtener, necesidad de la adecuación de la infraestructura existente, asistencia técnica de los proveedores como también el entrenamiento de los futuros operadores. Deben ser previstos con anticipación los factores de influencia que puedan afectar el funcionamiento de los equipamientos a utilizar. En su gran mayoría estas variables pueden ser identificadas con anterioridad, entonces su impacto sobre el nivel de producción y los costos pueden ser estimados, de tal manera que puedan ser hechas correcciones al plan original antes del inicio de las operaciones. Las variables pueden ser definidas como de identificación inmediata (volumen/ha, área, característica de los fustes, porcentaje y diámetro de las ramas, topografía, naturaleza de los suelos, red de caminos, distancia media de extracción, intensidad y distribución de las lluvias), y de difícil identificación (erosionabilidad del suelo, estabilidad de la maquinaria, el manejo forestal, calidad y disponibilidad

de la mano de obra, riesgos de compactación del suelo, variaciones bruscas de las condiciones climáticas, etc.).¹

4.2 TIPOS DE EXTRACCIÓN MECANIZADA DE MADERA²

4.2.1 Extracción por cables aéreos

Es un invento suizo designado en un principio para la extracción maderera en montes alpinos, pero en la actualidad se utiliza en montes y condiciones de gran diversidad: desde los bosques de coníferas del Canadá, hasta los de especies frondosas del Sudán y otras partes de África, y también, recientemente, en los manglares pantanosos de Asia. Asimismo se ha instalado este año por primera vez en Nueva Zelanda y en Escocia para la extracción del producto de los aclareos en las plantaciones de coníferas.

La grúa de cable aéreo es un sistema de cablevía, pero a diferencia de todos los demás de este género consiste en una grúa móvil capaz de recoger la carga directamente en cualquier parte del terreno atravesado por el cable. También es capaz de transportar trozas situadas a cierta distancia a un lado u otro del cable.

El sistema de cables consiste esencialmente en un cable principal fijo, por el que corre un carruaje o grúa móvil de diseño especial controlada por medio de un cable ligero que enlaza con un arrastrador, unidad consistente en un malacate móvil provisto de un pequeño motor montado sobre correderas y enclavada cerca del terminal superior del cablevía, moviéndose a lo largo del cable, el carruaje llega al punto en el que se desea recoger la carga, es detenido por un tope aéreo especial controlado desde tierra por medio de un cable ligero. El tope, al entrar en contacto con el carruaje, libera automáticamente el recogedor que desciende lentamente a tierra pendiente de un cable.

Utilizando el cable aéreo es posible extraer la madera cuesta arriba, cuesta abajo o en terreno llano. Para que el cable ofrezca condiciones de seguridad no debe existir un desnivel superior a 45 grados, entre los puntos de apoyo. Cuando la ladera del monte sea demasiado escarpada la base de sustentación inferior puede colocarse a cierta distancia del pie del monte con objeto de que sea menor la inclinación del cable. Para hacer el transporte por suspensión se requiere un

¹ MALINOVSKY, R.A., Evolución de sistemas de cosecha en el sur de Brasil. Curitiba, 1998.

² H. LLOYD., Instituto de Silvicultura, Oxford, Inglaterra marzo 1 de 2002.

desnivel mínimo de unos 8 grados y, si es menor, puede ser necesaria la instalación de otro tambor en el malacate que tira del cable.

La distancia máxima entre los soportes del cable dependerá del peso de la carga y de la inclinación del cable. Cuanto menor sea la pendiente, más profunda será la curva catenaria y más próximos deben estar los soportes para mantener la suspensión de la carga. Esta es una de las desventajas de la utilización del cable aéreo en terreno plano o semiplano la cual únicamente puede ser contrarrestada acentuando la tensión normal del cable principal. La extracción de trozas en un valle profundo o cañada ofrece menos dificultades que en terreno plano. La disposición de los cables es la misma, pero las cargas son izadas por el cable de arrastre utilizando el cable principal.³

El promedio de carga en equipos de extracción por cables aéreos está limitada a una tonelada y media, aunque a veces pueden extraerse sin peligro trozas de dos toneladas. Se está preparando un modelo más pesado capaz de transportar cargas de 10 toneladas, aunque para ello se necesitarán cables muy gruesos y un equipo menos sencillo y portátil. El actual modelo está diseñado de tal forma que puede ser instalado rápidamente por obreros que no posean conocimientos mecánicos especiales, aunque es esencial que hayan seguido una capacitación especial durante varias semanas bajo la dirección de peritos.⁴

❖ **Sistemas de corto alcance⁵**

- Winche manual motorizado: Esta pequeña maquina portátil, de 27 kg de peso, que puede ser acoplada fácilmente al motor de una motosierra, puede arrastrar trozas largas hasta 80-150 m de distancia, y sin efectuar daños a los arboles remanentes; es, un equipo sumamente versátil y práctico en el acercamiento de fustes a otros sistemas de extracción, evitando así incurrir en montajes adicionales costosos, o en forzar los equipos grandes en recolección desde sitios difíciles o marginados del corredor de recolección; puede, además, ofrecer una gran ayuda en manipulación y cargue de trozas en vía, así como en el montaje de sistemas de cables.
- Winche portátil : Esta es una máquina por debajo de 300 kg de peso, equipada con un motor a gasolina o diesel de 15-20 HP de potencia, ambos montados

³ CABRERA, J., Transporte forestal terrestre, Instituto forestal, Santiago de Chile, 1979.

⁴ ISAZA R., Sistemas de aprovechamiento forestal en Antioquia Medellín, 1983. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía

⁵ H. LLOYD., Instituto de Silvicultura, Oxford, Inglaterra marzo 1 de 2002.

sobre una base metálica que permite su desplazamiento por arrastre en distancias cortas; trabaja como un sistema de cable aéreo con la ayuda de un Carreto mecánico de polea libre, sin enganche; es un equipo de velocidad baja (1.0 m/sg.), apto para distancias inferiores a 150 m, con movimiento de la carga semisuspendida (trozas de 6-10m en principio), con capacidad de carga hasta de 500-600 kg, y producciones esperadas del orden de 15 ton/día. El modelo de un tambor puede trabajar subiendo la carga en terrenos con pendientes superiores a 12-15%; para topografías mas suaves es viable operar el modelo de doble tambor y sistema sin fin.

- Winche para tractor agrícola: Esta es tal vez la maquina no profesional mas fabricada en Europa, donde cada granjero cuenta con un tractor como fuente de potencia para todas las operaciones agropecuarias; se trata, pues, de un diseño como accesorio para el tractor, pensando en ser utilizado periódicamente en las labores de bosques de pequeños propietarios, y por ende su análisis de costos no resiste la inversión requerida de un tractor; en Colombia el mercado de tractores agrícolas pequeños (45-65 HP) de segunda, que serán utilizados en forma estricta y solo como fuente de potencia, abre una posibilidad económica para esta tecnología.⁶

❖ **Sistemas de mediano alcance⁷**

Trabajan normalmente dentro de un rango de 200-400 m; entre ellos encontramos los siguientes:

- Torre con Carreto: Fabricados en Austria, se ha venido convirtiendo en el equipo profesional para extracción forestal más utilizado en condiciones de montaña, gracias a su facilidad de instalación, manejo y eficiencia en cosechas de raleo; en Colombia también su utilización se implementó desde los años 80. Se trata de un sistema de cables aéreos, donde la torre posee un winche capaz de tensionar directamente el cable de carga al tiempo que lo sujeta desde el extremo sobre la vía; también acciona el cable de arrastre, conectado al Carreto que mueve la carga a lo largo del corredor; el Carreto es automático, es decir, puede anclarse por si mismo al cable de carga en cualquier punto, para recoger o descargar la madera; la distancia máxima de trabajo es 400 m, contados a partir de donde se ubica y ancla la torre, para transportar cargas hasta de 1.0 ton, con productividades del orden de 50-70 ton/día; el modelo tradicional efectúa transporte de la madera cuesta arriba, con carga

⁶ NIETO, R.; SORIA, J., Motores y maquinaria forestal, Junta de Andalucía Sevilla, 1990.

⁷ CABRERA, J., Transporte forestal terrestre, Instituto forestal, Santiago de Chile, 1979.

semisuspendida o completamente suspendida, y requiere pendientes superiores a 15%; para topografías suaves es posible emplear el modelo con tercer tambor y sistema de cable de retorno.⁸

- **Tractor agrícola con Carreto:** Es una versión criolla colombiana del sistema anterior, en donde se cambia el Winche-torre por un tambor montado sobre el eje de una rueda del tractor; teniendo gran difusión en nuestro medio debido a la menor inversión requerida. Su empleo requiere de la instalación del cable de carga en forma independiente, lo cual necesita un poco más de planificación y cálculos de ingeniería, y mas tiempo de montaje en campo; este sobre costo en operación debe entonces ser compensado con un mayor volumen de extracción por corredor, lo cual puede lograrse ya sea por cosechas finales a tala rasa, o por corredores de mayor longitud, convirtiendo así este sistema en uno de largo alcance.⁹

❖ **Sistemas de largo alcance¹⁰**

Se trata de los winches tipo trineo; desarrollo tecnológico de maquinas compactas, livianas, con motor incorporado, capaces de movilizarse entre los bosques cuesta arriba por sus propios medios; así pueden ubicarse en la parte alta del corredor de extracción, y contar con la gravedad a su favor en el transporte cuesta abajo de la madera, con la carga completamente suspendida. Entre los modelos mas adecuados para el caso colombiano están los siguientes:

- **Winche 30 con Carreto SKA-1:** Apto para distancias hasta de 700 m, con cargas de 1.0 ton y producciones de hasta 5.000 ton/año, o hasta 1.050 m con cargas de 0.75 ton y producciones de 4.200 ton/año.
- **Winche 50 con Carreto SKA-1:** ligeramente más robusto que el anterior, pero con doble velocidad, es apto para distancias de 950 m con cargas de 1.0 ton y producciones de hasta 5.500 ton/año, o hasta 1.400 m con cargas de 0.75 ton y producciones de 4.700 ton/año.
- **Winche 60 con Carreto BK-25:** Equipo profesional estándar en Europa, y puede trabajar distancias de 1.400 m con cargas de 1.3 ton y producciones de hasta 5.800 ton/año., o hasta 1.890 m con cargas de 1.1 ton y producciones de 5.300 ton/año.

⁸ CABRERA, J., Transporte forestal terrestre, Instituto forestal, Santiago de Chile, 1979.

⁹ S. K. C.C., Smurfit Kappa Cartón de Colombia, División Forestal, Zona sur, mecanización, 2007.

¹⁰ VIGNOTE, S.; MARTOS, J. Y GONZÁLEZ, M.A., (1993) Los tractores en la explotación forestal. 4 Edición, Madrid, 1993.

Los sistemas de largo alcance, aunque presentan costos mayores por tonelada de madera transportada, justifican plenamente la inversión requerida en equipos cuando se analiza el costo de la extracción forestal en forma global: construcción y mantenimiento de vías más operación de extracción propiamente dicha. Con estos sistemas la densidad vial necesaria puede reducirse de 75-100 metros lineales/ha en sistemas de corto alcance, o 50 ml/ha en los de mediano alcance, a unos 20-25 ml/ha, lo cual puede reducir el costo por vías en cerca de \$6.500 y \$3.200 pesos/ton respectivamente. (Condiciones de calculo: Una vía cuyo costo de construcción sea de \$ 25 millones/km, con un periodo de depreciación de 20 años, a una tasa de interés del 6% anual, aplicado sobre valor constante de la inversión, y cuyo sostenimiento requiere uno \$500.000 por km-año (2%-año), en un bosque que crece en promedio 17.5 m³/ha/año). Algunos modelos mayores, con capacidades de carga hasta 5.0 ton y distancias hasta 2.000 m, han sido implementados en bosques húmedos tropicales del sureste asiático, sobre relieves de colinas y topografías suaves, presentando resultados muy positivos en los impactos ambientales y las posibilidades de manejo del bosque.¹¹

4.2.2 Transporte forestal con tractores de arrastre¹²

La extracción forestal con tractores de arrastre es una operación del aprovechamiento que consiste en el traslado de la madera, desde el lugar de corta, hasta los patios de carga. Esta etapa requiere de mucha planificación dentro del sistema de aprovechamiento, para lograr la eficiencia requerida con el fin de obtener costos adecuados y un bajo impacto, existen dos tipos de tractores; con neumáticos y de orugas.

➤ Tractor forestal con neumáticos

Es una máquina que puede realizar labores forestales con gran eficiencia en terrenos de poca pendiente, esto hace que sea una máquina muy conocida y que exista una buena disponibilidad de las mismas en el campo, además, se encuentra fácilmente personal capacitado para su operación.

¹¹ VIGNOTE, S.; MARTOS, J. Y GONZÁLEZ, M.A., (1993) Los tractores en la explotación forestal. 4 Edición, Madrid, 1993

¹² ANAYA, H.; CHRISTIANSEN, P. Aprovechamiento forestal. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, San José. Costa rica, 1986.

Uno de los métodos que presenta más ventajas en nuestro país es el tractor forestal con un Winche acoplado a la toma de fuerza mediante el sistema de tres puntos.

Los tractores sobre neumáticos se emplean perfectamente en terrenos con pendientes menores de 30% y condiciones secas de suelo.¹³

➤ **Tractores con orugas**¹⁴

El equipo más usado corresponde al FMC o KMC 220 de 197 HP de potencia, 13 toneladas de peso, arco y Winche de 1.8 toneladas, En general son tractores más rápidos que los convencionales, permiten mayor volumen de carga que los tractores comunes sobre neumáticos, logrando mayor productividad. Pero por otra parte es una máquina de mayor inversión, mayor costo operacional y se observa algunas dificultades de exceso de servicio y recambio de piezas en el tren de rodado. Si bien pueden funcionar en condiciones húmedas de suelo, trabajando en terrenos con pendientes hasta 30-40%

4.3 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS¹⁵

Esta técnica de Organización sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido.

- **En relación con la maquinaria.** Para controlar el funcionamiento de las máquinas, departamentos; para saber el porcentaje de paradas y sus causas, para programar la carga de las máquinas, seleccionar nueva maquinaria, estudiar la distribución en planta, seleccionar los medios de transporte de materiales, estudiar y diseñar los equipos de trabajo, determinar los costos de mecanizado, etc.
- **En relación con el personal.** Para determinar el número de operarios necesarios, establecer planes de trabajo, determinar y controlar los costos de

¹³ ANAYA, H.; CHRISTIANSEN, P. Aprovechamiento forestal. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, San José. Costa rica, 1986.

¹⁴ OSPINA, R.; DONADO, R. Estudio de producción y costos. Universidad del Tolima. Ibagué, 1994.

¹⁵ KRICK, E.; V. Ingeniería de Métodos Editorial Limusa, México D.F. 1991

mano de obra, como base de los incentivos directos, como base de los incentivos indirectos, etc.

- **En relación con el producto.** Para comparar diseños, para establecer presupuestos, para programar procesos productivos, comparar métodos de trabajo, evitar paradas por falta de material.¹⁶

4.3.1 Estudio de Tiempos¹⁷

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que se invierte para realizar una tarea determinada, con la mayor exactitud posible partiendo de un número limitado de observaciones, con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido, que implica establecer un estándar permisible, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Antes de emprender el estudio hay que considerar básicamente lo siguiente:

Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar, el método a estudiar debe haberse estandarizado, el empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor, el analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación, el equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato preimpreso y una calculadora, elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal, la actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

Tomando los tiempos hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil. En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente

¹⁶ KRICK, E.; V. Ingeniería de Métodos Editorial Limusa, México D.F. 1991

¹⁷ CURIE, R. Análisis y medición del trabajo, Editorial Diana, México D.F. 1972, P: 152

en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.¹⁸

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

4.3.2 Descripción de los tiempos¹⁹

Los tiempos que se presentan en una jornada de trabajo son tres; con estos se pretende determinar los tiempos realmente productivos, para determinar y planificar el trabajo. Para los tres se realizaron registros durante todo el estudio, cubriendo toda la jornada de trabajo

- **Tiempos productivos (TP).** Son los que corresponden a la operación normal de los equipos; viaje vacío, estrobo, viaje con carga y desestrobo, este porcentaje se utiliza para determinar los ciclos y con este detallar la unidad de producción.
- **Tiempos no productivos programados o suplementarios (TNPP).** Son aquellos tiempos que son necesarios dentro de jornada de trabajo, pero que no producen rendimiento y estos son: alimentación, acondicionamiento de caminos, preparación de la carga, instalaciones, mantenimiento y transporte de maquinaria, capacitaciones.
- **Tiempos perdidos no programados (TPNP).** Son aquellos que obstaculizan las labores pero que no se cuentan con ellos, ni se pueden llegar a cuantificar y estos son, tiempo que emplea el operario en conversaciones, descansos, daños mecánicos, lluvias y otros incidentes.

¹⁸ KRICK, E.; V. Ingeniería de Métodos Editorial Limusa, México D.F. 1991, P216

¹⁹ CURIE, R. Análisis y medición del trabajo, Editorial Diana, México D.F. 1972, P163

Los objetivos principales de estas actividades son aumentar la productividad, la confiabilidad del producto y reducir el costo por unidad, reduciendo los desperdicios, permitiendo que así se logre la mayor producción¹

4.3.3 Estudio de movimientos²⁰

Es una representación grafica de los pasos que se siguen en toda secuencia de actividades, dentro de un proceso o tarea, identificando mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza, ayuda a descubrir y eliminar ineficiencias y facilitar y acelerar los aspectos eficientes. A partir del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción.

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas. Dentro del estudio de movimientos hay que resaltar los movimientos fundamentales.

Para el estudio de tiempos se debe considerar lo siguiente:

El lugar donde se lleva a cabo la operación, la descripción de la actividad a realizar, la instalación de la máquina, las herramientas, planillas, dispositivos y calibradores utilizados, detallar el lugar de trabajo y la maquinaria como la velocidad o avance de la maquina o proceso.

Después de registrar todos los datos sobre la operación y el operario el especialista deberá descomponer la tara en elementos que forman el ciclo.

Ciclo: Es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.

Elemento: Es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Tipos de elementos: Repetitivos, manuales, casuales, mecánicos, constantes, dominantes, variables, extraños.

²⁰ CURIE, R. Análisis y medición del trabajo, Editorial Diana, México D.F. 1972, P163

4.3.4 Descripción de los movimientos.²¹

- **Viaje vacío:** Este se inicia cuando el equipo de extracción o carrito cruza el límite de concentración de trozas a orillas de la vía y termina cuando ingresa a la zona de carga.
- **Carga:** Este movimiento se registra a partir del momento en el cual el equipo de extracción o carrito llega y parte del lugar donde se encuentran los fustes a transportar. Comprende la ubicación de los equipos para tomar la carga, acondicionamiento y amarre de los fustes.
- **Viaje cargado:** Es el movimiento de transporte realizado desde el momento en el cual el equipo de extracción o carrito se desplaza con carga desde el bosque hasta el patio de descarga.
- **Descarga:** Este movimiento se inicia desde el momento en el que los equipos de extracción o carrito llegan al patio de descarga hasta quedar libremente para empezar un nuevo ciclo.²²

4.4. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN²³

El aprovechamiento forestal es un proceso complejo, en el cual interactúan diferentes factores de tipo cultural, socioeconómico, tecnológico y ambiental; Estas se relacionan de diferentes formas alterando la producción, por esto es necesario realizar un estudio de producción para obtener un óptimo aprovechamiento, y para ello se debe determinar a que se pretende llegar, la exactitud de la información que se requiere, y los equipos que se desean evaluar.

Un estudio de rendimiento, es la evaluación de las toneladas de madera extraídas en un periodo determinado de tiempo, es decir es la relación entre las toneladas de madera extraída y las toneladas que se esperan extraer con un equipo dado.

Para llevar a cabo un estudio de producción es necesario conocer de manera general el equipo de extracción, considerando todos los aspectos mecánicos, técnicos y metas propuestas, una característica que se debe tomar muy en

²¹ CABALLERO, M., Estadística práctica para dasónomos, y de la fauna, México, 1990.

²² MAYNARD, H. Manual de Ingeniería y Organización Industrial Tercera Edición, Editorial, Reverté, S.A., España, 1987

²³ Fundación Chile., Actas primer taller de producción forestal, Concepción de Chile, 1988.

cuenta es que generalmente este tipo de estudios se lo realiza en condiciones normales de trabajo, lo cual hace un poco difícil la toma de información debido a las toneladas de madera extraídas y al ritmo de trabajo que se impone en estos tipos de empresas.

4.4.1 Análisis estadístico²⁴

El análisis que se deberá aplicar para este tipo de estudios será el de correlación, el cual determina el grado de relación que existe entre dos o más variables. En este caso se debe distinguir cuál es la variable independiente y cuál la dependiente. Se puede trabajar con dos o más variables.

Este tipo de análisis permite expresar una relación entre las variables por medio de una ecuación. Lo que se trata de establecer es si existe relación entre dos variables (X y Y) el análisis de regresión permite estimar o predecir una de las variables (dependiente), en función del conocimiento de la otra (independiente), basado en la ecuación de la recta, siguiendo en el mismo tipo de análisis, primeramente se debe graficar y observar la tendencia que presenta la curva y ajustar al modelo que mejor represente la curva o al que presente el r^2 más elevado o que más se aproxime a uno.

Hasta ahora hemos considerado únicamente el caso de la regresión simple. En el caso más general de la regresión múltiple, existen dos o más variables independientes:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots$$

La estimación de los coeficientes de una regresión múltiple es un cálculo bastante complicado y laborioso, por lo que se requiere del empleo de programas de computación especializados. Sin embargo, la interpretación de los coeficientes es similar al caso de la regresión simple: el coeficiente de cada variable independiente mide el efecto separado que esta variable tiene sobre la variable dependiente. El coeficiente de determinación, por otro lado, mide el porcentaje de la variación total en Y que es explicado por la variación conjunta de las variables independientes.

²⁴ ROMERO, M. A. Estudio de Costos y Rendimientos de la Industria del Aserrío en Bolivia. LABONAC 1991

5. METODOLOGÍA

5.1. MATERIALES

- Cinta métrica
- Nivel abney
- Cinta diamétrica
- Cronómetro
- Planillas para toma de datos
- Cuerda graduada

5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS ESTUDIADOS

5.2.1. Equipos de extracción forestal de arrastre

- **Tractor forestal de orugas FMC FT- 180 CA**

Aspectos técnicos: Servo transmisión con tres velocidades de avance y marcha atrás, orugas de acero con bujes de caucho.

Winche:

Marca: Clark WD-200.

Diámetro del tambor: 0.23 metros.

Capacidad del tambor 84 metros.

Tracción máxima con el tambor vacío: 10318 Kg

Tracción máxima con el tambor lleno: 6387 Kg

Velocidad máxima con el tambor lleno: 27 mt/minuto

Velocidad máxima con el tambor vacío: 157 mt/minuto

Arco integral hidráulico con cuatro rodillos.

Cuchilla hidráulica de diferentes posiciones.

Características técnicas de los cables empleados para el Winche y los estrobos:

Cable 6*19 (6 torones, 19 alambres por torón), alma de fibra, esta construcción se utiliza donde los cables se arrastran por el suelo sobre rodillos, siendo un factor importante la resistencia al desgaste y a la abrasión, estos cables no soportan esfuerzos de flexión, diámetro del cable 5/8", peso aproximado 0.74 kg/metro, carga de rotura nominal 14400 kg.

Cable de los estrobos: diámetro 3/8", peso 0.3 Kg/metro, carga de rotura nominal 5320 Kg.

➤ Tractor forestal con neumáticos VALMET 4X4

Motor de 70 HP, cuatro velocidades de avance y marcha atrás.

Winche:

Marca: Farmy

Diámetro del tambor: 0.16 metros.

Capacidad del tambor 35 metros.

Tracción máxima con el tambor vacío: 6416 Kg

Tracción máxima con el tambor lleno: 2860 Kg

Velocidad máxima con el tambor lleno: 19 mts. /minuto

Velocidad máxima con el tambor vacío: 75 mts. /minuto

Características técnicas de los cables empleados para el Winche y los estrobos:

Cable 6*19 (6 torones, 19 alambres por torón), alma de fibra, esta construcción se utiliza donde los cables se arrastran por el suelo sobre rodillos, siendo un factor importante la resistencia al desgaste y a la abrasión, estos cables no soportan esfuerzos de flexión, diámetro del cable 3/8"

Cable de los estrobos: diámetro 3/8", peso 0.3 Kg/metro, carga de rotura nominal 5320 Kg.



Foto No. 1 Tractor forestal FMC FT-180CA



Foto No.2 Tractor forestal VALMET 88

5.2.2. Equipos de extracción forestal por cables

➤ Torre de madereo koller

Existen dos tipos una viene montada en un remolque y tiene su propia fuente de potencia, motor deutz de 61 HP; la otra es una cuya fuente de potencia es un tractor agrícola de 70 HP, funcionan con la configuración de cable aéreo vivo (con su propio tambor para tensión y recuperación) de 5/8" de 350 metros, el cable de arrastre es de 3/8" de 400 metros de longitud, trabajan con un carrito koller SKD 1, los modelos usados son: K-300 que se utiliza para subir madera y la K-303 para subir y bajar y en terreno plano, tiene un alcance hasta de 350 metros y una capacidad de carga de 1 tonelada por ciclo.



Foto No.3 Torre de madereo koller K-300



Foto No.4 Carreto koller SKA 1

➤ Tracto-koller

Utiliza cable aéreo fijo, anclado en dos extremos, el cable de arrastre se envuelve en un tambor que reemplaza a una de las llantas traseras del tractor, se utiliza para subir o bajar madera, con un alcance hasta de 700 metros, trabaja con dos cables: uno aéreo de diámetro mínimo de 5/8" y uno de arrastre de 3/8", el tractor debe tener mínimo 70 HP, trabaja con un carrito hidráulico koller SKA 1 modelo K-300 y una capacidad de carga de 1 tonelada por ciclo.



Foto No.5 Tracto-koller SKA 1



Foto No.6 Tracto-koller SKA 1

➤ Tractor agrícola con carrito mecánico

Utiliza cable aéreo fijo, anclado en dos extremos, el cable de arrastre se envuelve en un tambor que reemplaza a una de las llantas traseras del tractor, se utiliza para subir o bajar madera, con un alcance hasta de 550 metros, trabaja con dos cables: uno aéreo de diámetro mínimo de 5/8" y uno de arrastre de 3/8", el tractor debe tener mínimo 60 HP, trabaja con un carrito mecánico y una capacidad de carga de 0.7 tonelada por ciclo.



Foto No.7 Tractor agrícola con carrito mecánico Foto No.8 Carrito mecánico

➤ Winche nacional

Funciona con dos cables: Uno aéreo fijo mínimo de 5/8", un cable de arrastre de 3/8", tiene un alcance hasta de 550 metros, el equipo esta constituido por un tambor con sistema de control mecánico, usa carrito mecánico y tiene una capacidad de carga de 0.6 toneladas por ciclo.



Foto No. 9 Winche nacional

5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE TRABAJO

El trabajo se realizó en los municipios de Popayán y Cajibío Cauca que se encuentran dentro de la zonificación de Smurfit Kappa Cartón de Colombia, perteneciente a la zona sur, núcleo meseta. El estudio se realizó en las fincas:

El Recuerdo ubicada en el corregimiento La Venta, municipio de Cajibío, departamento del Cauca con una altura de 1740 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación pluvial de 1500 mm al año, con una temperatura media de 19 °C.

La paz ubicada en el corregimiento de San Bernardino, municipio de Popayán, departamento del Cauca con una altura de 1770 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación de 1500 mm al año y una temperatura media de 19 °C.

Claridad ubicada en el corregimiento de Santa Bárbara, municipio de Popayán, departamento del Cauca. Tiene clima templado, con una temperatura media de 19°C con una altura aproximada de 1950 metros sobre el nivel del mar y una precipitación de 1500 mm al año.

5.4. DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS POR LAS CUALES SE DISMINUYE EL RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE EXTRACCIÓN FORESTAL

5.4.1. Análisis de antecedentes de rendimientos en los diferentes equipos de extracción forestal.

- **Tiempos productivos.** Se referenciaron los datos obtenidos, tomando reportes diarios en los cuales los equipos estaban operando normalmente y eran productivos para la empresa, para esto se llevó una planilla donde se anotaron todos estos tiempos en minutos, esto se hizo día a día y al final de cada mes se recopilaban todos los tiempos anotados y se sacó el tiempo productivo de cada mes durante seis meses.

- **Tiempos improductivos.** Se referenciaron los datos en los cuales los equipos no estaban operando normalmente, se anotaron en una planilla en la cual decía la causa por la que estos no operaban normalmente, los datos fueron tomados en minutos diariamente y al final del mes se recopiló esta información y se sacó el tiempo improductivo por meses durante seis meses y de esta

manera se determinó las causas que alteran el rendimiento de extracción forestal. Con todos los datos obtenidos se definieron elementos productivos e improductivos.

Elementos productivos	Elementos improductivos
1. Viaje vacío 2. Cargar 3. Viaje con carga 4. Descargar	5. Maquina 6. Desenredar estrobos 7. No estar en el puesto de trabajo 8. Ruptura de cable 9. Necesidad humana 10. Incidente 11. Otro

Tabla 1: Definición de Elementos productivos e improductivos.

Los elementos productivos e improductivos definidos en la tabla número 1 aplican para los seis equipos de extracción estudiados.

5.5. DIAGRAMACIÓN DE LOS MOVIENTOS RUTINARIOS DE LOS EQUIPOS Y DETERMINACION DE LOS CICLOS

5.5.1. Estudio de tiempos.

➤ Determinación del tamaño de la muestra

Para saber el tamaño de la muestra primero se realizó un premuestreo con una prueba piloto de 25 observaciones, con las cuales se pretendía conocer las características de operatividad de los sistemas de extracción forestal estudiados, donde se registraron tiempos totales por ciclo, para cada uno de ellos, teniendo en cuenta diferentes condiciones de distancia, pendiente y carga transportada. Con los datos obtenidos se realizó el cálculo del tamaño de la muestra, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\sigma^2 z^2}{E^2}$$

Y se definió trabajar a un nivel de confianza del 95% y con un error 0.3 minutos, Los datos a remplazar son los siguientes:

n = Numero de observaciones necesarias para un dato confiable

$s^2 = \sigma^2 = \text{Varianza.}$

Z = 1.96 Valor de distribución de t, correspondiente a un 95% de confiabilidad.

E = Error permisible.

Para la realización del estudio de tiempos se emplearon los siguientes métodos:

- **El cronometraje acumulado.** Mediante un cronometro se registró el tiempo empleado en cada movimiento dentro de un ciclo de producción. Al empezar cada jornada de trabajo se dio inicio al cronometraje, estos datos se anotaron en la planilla de tiempos No.1 ver Anexo 1. En esta planilla se llevó el registro de variables independientes como distancia, pendiente y carga transportada. Para la medición de la distancia durante el estudio para los sistemas de extracción de arrastre se utilizó el método de cuerda pisada, que consiste en una cuerda graduada que se extiende a lo largo del trayecto del recorrido en cada viaje; Y para los sistema de extracción por cables se utilizó un perfil a escala que se le realiza a cada corredor que se va a aprovechar. Para la medición de la pendiente se tomó cada ruta de viaje en varios tramos y con un nivel abney se midió la pendiente en porcentaje a cada uno de estos, la pendiente media se obtuvo sumando las pendientes de cada tramo y dividiéndola por el número de tramos.

- **El muestreo estadístico de proporciones.** Este se realizó por intervalos fijos, que consiste en determinar con anterioridad un intervalo fijo de tiempo, el cual depende del sistema y del tiempo promedio requerido por movimiento, dentro del ciclo de trabajo y se registró la actividad que se estaba efectuando en el momento exacto en que se cumplía el intervalo durante todo un jornal (540 min.). En Excel se obtuvo una tabla de números aleatorios para saber en que tiempo tomar los datos. Ver Anexo.2.

5.5.2. Estudio de movimientos

Para este estudio se realizó diagramas de movimientos, con una representación gráfica de las secuencias dentro de un ciclo, explicando sus componentes y operaciones realizadas en cada fase, para sistemas de extracción por cables aéreos y el otro para equipos de extracción de arrastre.

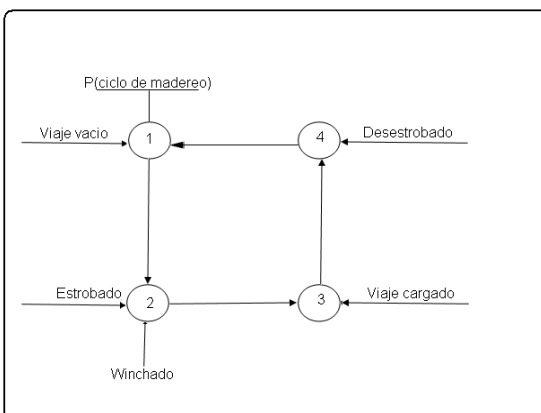


Figura 1: Diagrama de movimientos para equipos de extracción de arrastre

Este diagrama aplica para los equipos de extracción de arrastre.

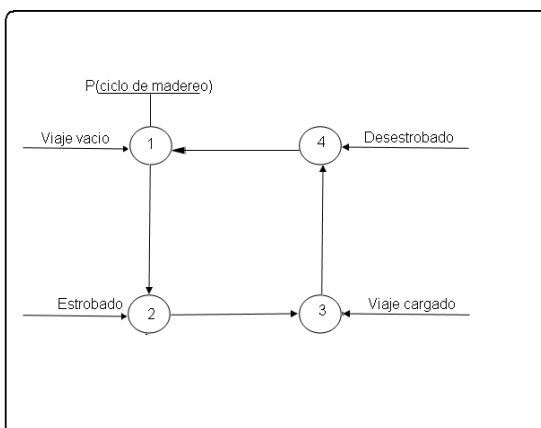


Figura 2: Diagrama de movimientos para equipos de extracción por cables aéreos

Este diagrama aplica para los equipos de extracción con cables aéreos.

Por otra parte se hizo un Cursograma analítico en el que se describió el ciclo de madereo (unidad de extracción), en este diagrama se representó la trayectoria que sigue cada equipo de extracción forestal y se caracterizó mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

5.5.3. Carga transportada

Para el cálculo de la carga transportada por los equipos de extracción forestal se tomó el volumen en metros cúbicos en cada uno de los ciclos, para esto se utilizó el inventario pre-cosecha de cada lote en el que tenía datos como, volumen por hectárea, volumen promedio por árbol, altura promedio, etc. Luego por medio de una tabla de relación de densidad, metros cúbicos-toneladas se calculó la carga transportada en toneladas.

5.6. ESTUDIO DE RENDIMIENTO

Se procesó la información recogida y se calculó la eficacia de cada equipo de extracción forestal de la siguiente manera:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{RendimientoReal}}{\text{RendimientoIdeal}} * 100$$

El rendimiento es una variable dependiente de las condiciones del entorno de producción, que son las variables independientes, estas variables se calcularon y se introdujeron en un modelo matemático, las variables que se tuvieron en cuenta en nuestro estudio fueron: distancia, pendiente del terreno y carga transportada, por lo tanto el rendimiento queda en función de las variables independientes de la siguiente forma:

$$\mathbf{R = a + b (distancia) + c (carga transportada) + d (pendiente)}$$

Donde: R = Producción en toneladas por hora.

a, b, c, d son parámetros del modelo de regresión múltiple que se calcularon mediante el uso un paquete estadístico SPSS 11.

Distancia, carga transportada y pendiente son las variables independientes que se tuvieron en cuenta para determinar el rendimiento.

5.7. DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ALTERAN EL RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE EXTRACCION FORESTAL

Se realizó un seguimiento durante seis meses a los equipos de extracción de madera, en el que se tuvo en cuenta el sistema de información forestal (SIF), que llevó a diario cada operador, para tener presente el funcionamiento diario de cada equipo, además se tomó como referencia el sistema de información forestal que diligenció a diario el operador para establecer los tiempos dentro de cada jornada de trabajo. Con esta información se determinaron las causas por las cuales disminuía el rendimiento de la maquinaria.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. TRACTOR FORESTAL FMC FT – 180 CA

6.1.1. Causas por las cuales disminuye el rendimiento

El seguimiento realizado a los seis equipos de transporte menor se llevó a cabo con el fin de determinar las causas que alteraban el rendimiento en los procesos de extracción forestal, para lo cual se analizaron antecedentes y datos obtenidos de los tiempos improductivos de la maquinaria durante un periodo de seis meses (febrero a julio de 2008).

Descripción tiempos improductivos	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Lluvia	4,0	8,0	4,0	8,0	6,8	4,3
Falla mecánica	17,5	33,5	17,5	33,5	17,0	7,0
Permiso	8,5	6,0	8,5	6,0	0,0	0,0
Capacitación	0,0	6,0	0,0	6,0	0,0	9,0
Evacuación	0,0	1,5	0,0	1,5	0,0	1,0
Mantenimiento	0,0	4,8	0,0	4,8	2,3	5,0
T. de equipo	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0
Programación	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0
Falla cable	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
Orden	0,0	11,0	0,0	11,0	4,0	0,0
Total horas	30,0	75,8	30,0	75,8	30,7	26,3

Tabla 2: Descripción de tiempos improductivos en horas por mes

En la tabla 2 se observa que en los meses de marzo y mayo el equipo presentó la mayor pérdida de tiempo con 75.8 horas cada uno, siendo las fallas mecánicas las que mayor tiempo representan y el mes que menos tiempo perdido presentó fue el de julio, aumentando en este mes el tiempo perdido por mantenimiento preventivo, lo que pudo haber llevado a que el equipo no fallara mecánicamente como en los meses anteriores.

Descripción tiempos improductivos	Tiempo perdido		Porcentaje (%)
	Horas	Meses	
Lluvia	35,1	0,18	13,06
Falla mecánica	126	0,66	46,89
Permiso	29	0,15	10,79
Capacitación	21	0,11	7,82
Evacuación	4	0,02	1,49
Mantenimiento	16,9	0,09	6,29
Transporte de equipo	6	0,03	2,23
Programación	4	0,02	1,49
Falla cable	0,7	0,00	0,26
Orden	26	0,14	9,68
Total	268,7	1,40	100,00

Tabla 3: Tiempos perdidos en horas en un periodo de seis meses

La tabla 3 muestra que las fallas mecánicas con 126 horas es la causa por la cual el equipo pierde más tiempo, equivalente a 0.64 meses y un 46,89% del total de tiempo improductivo, seguido del tiempo perdido por la lluvia con 35.1 horas, que equivale 0.18 meses y un 13.06% del total del tiempo perdido y las fallas del cable es la menor con 0.7 horas equivalente al 0.26% del total de tiempo improductivo. El tiempo improductivo total fue de 268.7 horas, lo que quiere decir que en un periodo de seis meses se pierde 1.4 meses equivalente al 25.5% del total del periodo evaluado.

DESCRIPCIÓN TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	HORAS	VALOR (miles \$)	TON	VALOR TON (miles \$)	
				OPERADOR \$ 0.70	ESTROBADOR \$ 0.56
Lluvia	35,1	247,66	196,56	137,59	110,07
Falla mecánica	126,0	889,06	705,6	493,92	395,14
Permiso	29,0	204,62	162,4	113,68	90,94
Capacitación	21,0	148,18	117,6	82,32	65,86
Evacuación	4,0	28,22	22,4	15,68	12,54
Mantenimiento	16,7	119,25	94,64	66,25	53,00
T. de equipo	6,0	42,34	33,6	23,52	18,82
Programación	4,0	28,22	22,4	15,68	12,54
Falla cable	0,7	4,94	3,92	2,74	2,20
Orden	25,7	183,46	145,6	101,92	81,54
Total	268.7	1895,94	1504,72	1053,30	842,64

Tabla 4: Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobador para un periodo de seis meses.

La tabla 4 nos muestra cuanto pierde la empresa por tener el equipos parado, el tiempo improductivo es de 268.7 horas durante el periodo de estudio, si se tiene en cuenta que el FMC tiene su cuota estándar de extracción en 990 toneladas mensuales, 45 toneladas día y 5.6 toneladas hora, de esto podemos decir que en las 268.7 horas improductivas se dejaron de extraer 1504.72 toneladas referentes a 1.5 meses de extracción de este equipo esto equivale a 1.053.300 pesos y 842.640 pesos referentes a salarios del operador y estrobador respectivamente, sumando un total de 1.895.940 pesos perdidos en seis meses.

6.1.2. Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos.

➤ Estudio de Tiempos

Determinación del tamaño de la muestra. Se realizó un muestreo con una prueba piloto de 25 observaciones ver Anexo 3. Arrojo los siguientes datos:

Dato Máximo: 14.25 min.

Dato Mínimo: 7.66 min.

Rango: 6.59 min.

S^2 : 2.17

Por lo tanto: n: 93 Observaciones

Estudio de de tiempos por cronometro. Para el estudio de tiempos por cronometro se realizaron 93 observaciones Ver Anexo 4.

El estudio muestra los siguientes datos:

Tiempo de viaje vacio: Representa entre el 6.3% y el 13% del tiempo total del ciclo que es 18.41 minutos, es decir, 1.16 minutos y 2.41 minutos, el tiempo de viaje vacío depende de la distancia de madereo, la habilidad del operador y la pendiente del terreno.

Tiempo de carga: Representa entre el 19% y 39.61% del tiempo total del ciclo, es decir, 3.49 minutos y 7.29 minutos, Generalmente los tiempos de carga son muy altos, pero disminuye su importancia en el ciclo a medida que aumenta la distancia de madereo.

Tiempo de viaje cargado: Ocupa porcentajes que van entre 14% y 32%, es decir va entre 2.26 minutos y 5.89 minutos, a medida que aumenta la distancia de madereo aumenta la incidencia del viaje cargado en el ciclo de madereo.

Tiempos de descarga: En el ciclo de maderero ocupa porcentajes entre 5% y 14%, es decir va entre 0.92 minutos a 2.58 minutos, la incidencia del tiempo de descarga en el ciclo de maderero es inferior que el de las etapas antes mencionadas.

El estudio se realizó en distancias entre los 25 metros y 500 metros con una distancia promedio de 162.77 metros, un rango de pendiente entre 9% a 25% con un promedio de 15.16%, un total de fustes transportados entre 1 y 6 con promedio de 4 fustes por ciclo con un peso aproximado de carga que va entre 0.8 toneladas a 2.3 toneladas, con un promedio de 1.4 toneladas por ciclo.

Se determinó que el ciclo promedio para el tractor forestal FMC FT-180 CA es:

Ciclo = V. vacío 2.41+T.carga 7.29+V. cargado 5.94+T. descarga 2.77 = 18.41 minutos.

Para estos datos promedio se calculó el número de toneladas por día a sí: $540 \text{ min} / 18.41 \text{ min/ciclo} = 29.3 \text{ ciclos/día}$ $29.3 \text{ ciclos/día} * 1.4 \text{ ton} = 41.1 \text{ ton/día}$

Muestreo de trabajo. Para hacer este estudio por muestreo estadístico de proporciones escogimos la misma tarea que en el estudio por cronometro.

Actividad	Total observaciones	(%)
Productivos		
1. Viaje vacío	3	12
2. Cargar	4	16
3. Viaje con carga	4	16
4. Descargar	3	12
Subtotal productivos	14	56
Improductivos		
5. Maquina	3	12
6. Desenredar estobos	3	12
7. No estar en el puesto de trabajo	1	4
11.Otro	4	16
Subtotal improductivos	11	44
Total	25	100%

Tabla 5: Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo

La tabla 5 muestra que los tiempos productivos son más representativos con un 56% dentro de estos se destacan el viaje vacío y el viaje con carga, y en los tiempos improductivos las fallas mecánicas y otros imprevistos son los más sobresalientes con un 12 y 16% respectivamente.

6.1.3. Descripción de los tiempos.

Periodo Analizado Febrero a julio del 2008			(%)
Días periodo:180	Horas periodo: 1620		
Días hábiles:132	Horas hábiles: 1188		100
Días efectivos: 102.2	Horas Efectivas: 919.8		77.4
Días perdidos: 29.8	Horas perdidas: 268.2	Meses perdidos: 1.4	22.6

Tabla 6: Tiempos productivos e improductivos.

La tabla 6 muestra que durante los 180 días que duró el estudio, 132 fueron hábiles, siendo realmente productivos 102.2 días, los tiempos improductivos corresponden a 29.8 días equivalente al 22.6%, teniendo una efectividad del 77.4%, equivalente a 1.4 meses

Los tiempos improductivos se dividen en dos; tiempos no productivos programados o suplementarios y tiempos no productivos no programados

- **Tiempos no productivos programados o suplementarios (TNPP).** Del total del tiempo improductivo el 16.34% equivale a TNPP

Periodo analizado febrero a julio de 2008		(%)
Descripción de TNPP	Días	
Capacitaciones	2.3	47,2
Transporte maquinaria	0.7	14,4
Mantenimiento equipo	1.87	38,4
Total	4.87	100,0

Tabla 7: Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)

La tabla 7 muestra que el total de los TNPP es de 4.87 días repartidos de la siguiente manera, capacitaciones 2.3 días, mantenimiento del equipo 1.87 días, transporte de la maquinaria 0.7 días.

- **Tiempos perdidos no programados (TPNP).** Ocupa el 83.66% del total del tiempo improductivo.

Periodo analizado febrero a julio de 2008		(%)
Descripción de TPNP	Días	
Lluvia	3,9	15,6
Falla mecánica	14,0	56,0
Permiso	3,2	12,9
Falta de evacuación	0,4	1,8
Falta de programación	0,4	1,8
Falla de cable	0,1	0,3
Orden	2,9	11,6
Total	25,0	100,0

Tabla 8: Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)

La tabla 8 muestra el total de los TPNP es de 25 días, distribuidos de la siguiente manera 14 días no productivos por fallas mecánicas, 3.9 días por lluvia, 3.2 días por permisos, 2.9 días por ordenes impartidas.

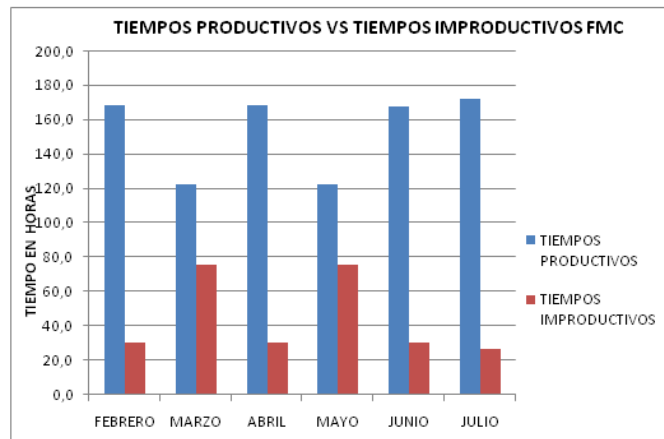


Figura 3: Gráfico de distribución de tiempos productivos e improductivos en horas

En la figura 3 se muestran los tiempos productivos vs tiempos improductivos durante los seis meses de estudio, en los meses de marzo y mayo se presenta el mayor tiempo perdido y febrero y abril son los que el equipo fue más efectivo.

Descripción de tiempos	Días	Porcentaje (%)
Productivos	102.2	77
TNP	4.8	4
TPNP	25.0	19
Total	132	100

Tabla 9: Distribución de tiempos productivos e improductivos.

La tabla 9 muestra que los tiempos productivos ocupan un 77% y los improductivos el 23% distribuido de la siguiente manera; el 19% referido a tiempos perdidos no programados (TPNP) y el 4% a tiempos no productivos programados (TNPP).

➤ **Estudio de movimientos Descripción de los movimientos (Ciclo de maderero)**

Operación 1: Este se inicia cuando el equipo de extracción cruza el límite de concentración de trozas a orillas de la vía y termina cuando ingresa a la zona de cargue.

Operación 2: Este movimiento se registra a partir del momento en el cual el equipo de extracción llega y parte del lugar donde se encuentran los fustes a transportar, comprende la ubicación de los equipos para tomar la carga, acondicionamiento y amarre de los fustes.

Operación 3: Es el movimiento de transporte realizado desde el momento en el cual el equipo de extracción se desplaza con carga desde el bosque hasta el patio de descarga.

Operación 4: Este movimiento se inicia desde el momento en el que el equipo de extracción llega al patio de descargue hasta quedar libremente para empezar un nuevo ciclo.

Esta descripción del ciclo de maderero aplica para los equipos de arrastre (FMC y Valmet).

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LOS EQUIPOS DE EXTRACCION							
Descripción de la operación: ciclo de madereo. En este diagrama se presenta la trayectoria que sigue el equipo de extracción forestal durante un ciclo de producción.							
Operación ○ Transporte ⇨ Inspección □ Demora D macenamiento ▽							
ACTIVIDAD	EQUIPO	○	⇨	□	D	▽	COMENTARIOS
El equipo o carrito se desplaza hasta el lugar de apeo.	FMC		*				El tiempo requerido para esta operación depende de la distancia, y pendiente del lote.
	Valmet		*				
	Torre Koller		*				
	Tracto-Koller		*				
	TACM		*				
	Winche		*				
En esta etapa se espera el estrobadado de la carga	FMC				*		El estrobadado depende del tamaño de los fustes y características de sitio de apeo.
	Valmet				*		
	Torre Koller				*		
	Tracto-Koller				*		
	TACM				*		
	Winche				*		
Se procede a winchar o halar la carga hasta engancharla o que dar suspendida en el aire.	FMC	*					Esta operación depende del tamaño de los fustes.
	Valmet	*					
	Torre Koller	*					
	Tracto-Koller	*					
	TACM	*					
	Winche	*					
El equipo o carrito se traslada con la carga hasta el lugar de acopio.	FMC		*				Esta operación depende de la carga transportada, pendiente y distancia.
	Valmet		*				
	Torre Koller		*				
	Tracto-Koller		*				
	TACM		*				
	Winche		*				
El equipo o carrito baja la carga y se procede a soltarla.	FMC	*					Esta operación depende del número de fustes transportados.
	Valmet	*					
	Torre Koller	*					
	Tracto-Koller	*					
	TACM	*					
	Winche	*					
El equipo arruma la madera en el patio de acopio.	FMC					*	Estos se arrumaran el pilas inferiores a 1.80 metros.
	Valmet					*	
	Torre Koller						
	Tracto-Koller						
	TACM						
	Winche						

Tabla 10: Cursograma analítico de los movimientos

6.1.4. Rendimiento

El rendimiento ideal del Tractor forestal FMC FT – 180 CA es de 5 toneladas hora, 45 toneladas día y 990 toneladas mensuales, el estudio se realizó por seis meses. El rendimiento ideal para este período será de 5940 toneladas.

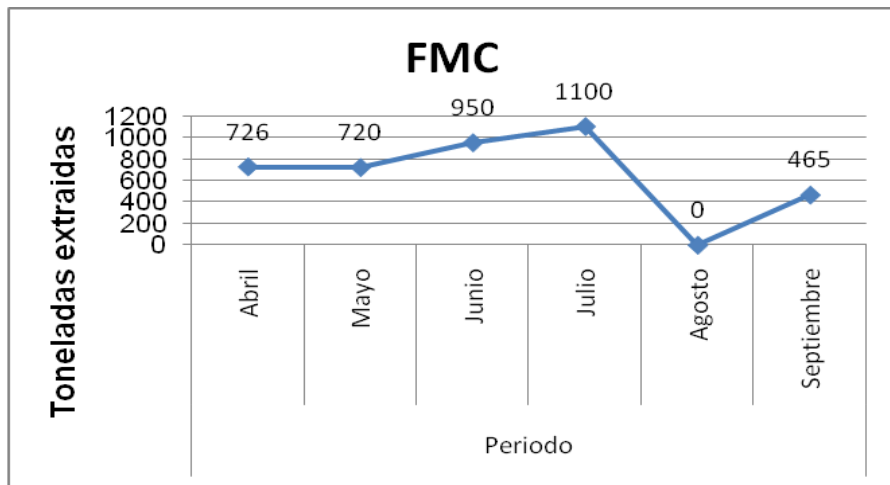


Figura 4: Gráfico de rendimientos del tractor forestal FMC FT – 180 CA.

La figura 4 muestra el rendimiento del tractor forestal, y arroja la siguiente información; solo en el mes de julio está por encima del rendimiento ideal con 1110 toneladas, Si se observa la tabla 2 de descripción de tiempos improductivos se puede ver que en este mes el equipo tuvo el menor tiempo perdido puesto que redujo notablemente las fallas mecánicas y por eso aumentó su rendimiento.

En el mes de agosto no se presenta rendimiento alguno por estar el equipo en reparación, y en septiembre solo se trabajaron 18 días en el que el rendimiento no superó el ideal requerido teniendo en cuenta los días laborados. En el periodo estudiado el tractor forestal FMC FT–180 CA obtuvo una eficacia del 66.68%.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{RendimientbReal}}{\text{RendimientbIdeal}} * = 3961\text{ton}/5940\text{ton} * 100 = 66.68\%$$

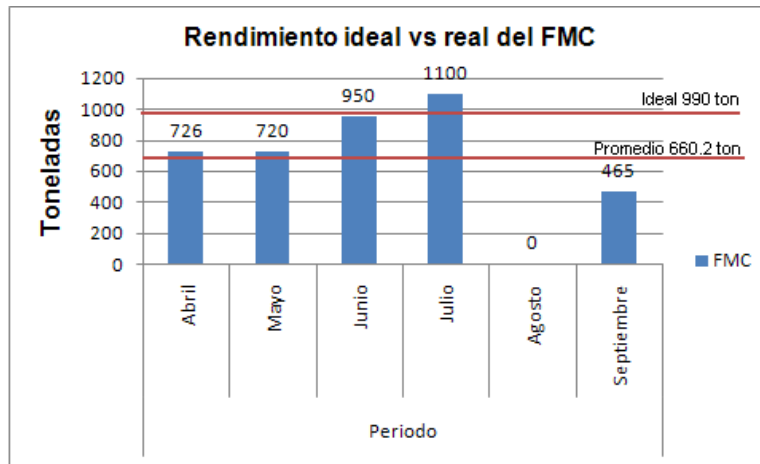


Figura 5: Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del tractor forestal.

El gráfico 5 muestra el rendimiento ideal frente al rendimiento real que obtuvo el tractor forestal, el promedio es de 660.2 toneladas mensuales; Perdiendo aproximadamente 329.8 toneladas al mes.

Descripción de los tiempos	Ideal	Real	Diferencia	Pérdida (meses)	Porcentaje (%)
Horas disponibles	1188	840	(348)	1.75	29.3
Horas laboradas	1188	791.2	(396.8)	2.0	33.0
Toneladas Extraídas	5940	3961	(1979)	2.0	33.0
Toneladas hora	5	5	0	-	-

Tabla 11: Análisis de producción del tractor forestal FMC FT - 180 CA

La tabla 11 muestra que el tractor forestal estuvo disponible 840 horas, perdiendo 348 horas por estar en reparación equivalentes a 1.75 meses, se laboraron 791.2 horas que representa un 67.0%, teniendo 396.8 horas perdidas, es decir dos meses, con un rendimiento de 3961 toneladas, perdiendo 1979 toneladas representando dos meses de trabajo con un 33.0%, relacionando el número de horas laboradas por número de toneladas extraídas se concluye que el rendimiento es de 5 toneladas hora, igualando el rendimiento ideal para este equipo, pero se puede ver que el rendimiento en toneladas extraídas presenta una pérdida del 33.0%, de esto se puede decir que el equipo puede ser eficaz, si se tienen en cuenta ciertos criterios que pueden disminuir dicho rendimiento como son tiempos perdidos no programados, tiempos no productivos programados, y condiciones del entorno como ; distancia de madereo, pendiente del lote y carga transportada, para ello se realizó una regresión lineal que permite predecir el rendimiento teniendo en cuenta dichas variables:

El modelo muestra los resultados de regresión lineal múltiple para describir la relación entre toneladas hora y 3 variables independientes; La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Ton hora} = - (6.91536) - (0.027498 \times \text{distancia media}) + (20.7736 \times \text{pendiente media}) + (9.42929 \times \text{carga transportada})$$

Distancia media= (distancia mínima + distancia máxima)/ 2

Pendiente media= (pendiente 1 + pendiente 2 +.....+ pendiente n)/ n

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99% ver anexo 10.

Implementación del modelo: Este modelo esta diseñado para predecir rendimientos en operaciones de madereo hasta una distancia media de 250 metros, pendientes entre 0 y 30%; y plantaciones de pino (Tecunumanii, Oocarpa y Patula), este equipo esta capacitado para hacer extracción forestal con eficacia a una distancia media menor a 200 metros.

6.1.5. Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el tractor forestal FMC FT – 180 CA

Después del seguimiento realizado al equipo de extracción se determinó que; cuando ocurren traslados de equipos sin haber terminado lotes en aprovechamiento afectó notablemente el rendimiento del tractor forestal FMC, ya que este tenia que terminar dicho lotes, y estos en ocasiones estaban adecuados para otro sistema de extracción, con un sistema de tumba diferente lo que complicaba el estrobo y posterior traslado hasta la vía, además estos lotes quedaban empezados afectando la distancia media de madereo, lo que llevó a la disminución de su rendimiento, ya que en algunos casos el lote tenía 400 metros de longitud, pero los primeros 200 metros ya habían sido extraídos. Los terrenos con mucha pendientes disminuyen la capacidad de carga del equipo y aumentando el tiempo de los ciclos, otro factor de influencia fueron las condiciones de difícil acceso al sitio de estrobo, este tenia que winchar en dos o más oportunidades dependiendo de la pendiente, luego llevaba la carga a un lugar más accesible para el estrobo final y posterior traslado al patio de acopio. El invierno afectó notablemente el rendimiento, ya que se ocasionaban paras en las operaciones durante las lluvias y posterior a estas cuando había saturación del

suelo. Las técnicas de tumba inadecuadas, mal direccionamiento de los fustes, quedando entrecruzados y superpuestos, también se presentan fustes mal desramados lo que permite que se enreden y se obstaculice su extracción, y la causa por la cual se ve más afectado el rendimiento en el tractor forestal FMC son las fallas mecánicas derivadas del desgaste que la máquina presenta.

6.2. TRACTOR FORESTAL CON NEUMÁTICOS VALMET 4X4

6.2.1. Causas por las cuales disminuye el rendimiento

Descripción tiempos improductivos	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
LLUVIA	22,5	8,0	9,0	30,0	13,5	1
FALLA MECÁNICA	35,5	124,0	33,0	14,0	18	12
PERMISO	0	0,0	0,0	5,0	0	1
CAPACITACIÓN	0	0,0	0,5	24,0	1	9
MANTENIMIENTO	2	0,0	0,0	4,0	2	2
TRANS. EQUIPO	0	0,0	5,0	0,0	0	0
FALLA DECABLE	0	0,0	0,0	0,0	1	0
ORDEN	1	0,0	3,0	9,0	0	22
TOTAL HORAS	61,0	132,0	50,5	86,0	35,5	47,0

Tabla 12: Descripción de tiempos improductivos en horas por meses

En la tabla 12 se observa Que en el mes de marzo se presentó la mayor pérdida de tiempo con 132 horas, donde las fallas mecánicas reportan el mayor tiempo improductivo con 124 horas seguido del mes de mayo donde la mayor pérdida de tiempo la ocasiona la lluvia con 30 horas y el mes que menos tiempo perdido presentó fue el de junio con 35.5 horas, seguido del mes de julio con 47 horas perdidas de las cuales 22 horas representan ordenes impuestas.

Descripción tiempos	Tiempo Perdido		Porcentaje (%)
	Horas	Meses	
LLUVIA	84,0	0,42	20,4
FALLA MECÁNICA	236,5	1,19	57,4
PERMISO	6,0	0,03	1,5
CAPACITACIÓN	34,5	0,17	8,4
MANTENIMIENTO	10,0	0,05	2,4
TRANS. EQUIPO	5,0	0,03	1,2
FALLA DECABLE	1,0	0,01	0,2
ORDEN	35,0	0,18	8,5
TOTAL	412,0	2,08	100,0

Tabla 13: Tiempos totales perdidos en horas en un periodo de seis meses

La tabla 13 muestra que las fallas mecánicas con 236.5 horas es el motivo por el cual el equipo perdió más tiempo, equivalente a 1.19 meses y un 57.4% del total de tiempo improductivo, y las fallas de cables es la menor con 1.0 horas equivalente al 0.2% del total de tiempo improductivo. El tiempo improductivo total fue de 412 horas, lo que quiere decir que en un periodo de seis meses se pierde 2.08 meses equivalente al 34.7% del total del periodo evaluado.

DESCRIPCIÓN TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	HORAS	VALOR (miles \$)	TON	VALOR TON (miles \$)	
				OPERADOR \$ 1.049	ESTROBADOR \$ 0.868
Lluvia	84,0	531,39	277,2	290,78	240,61
Falla mecánica	236,5	1496,12	780,45	818,69	677,43
Permiso	6,0	37,96	19,8	20,77	17,19
Capacitación	34,5	218,25	113,85	119,43	98,82
Mantenimiento	10,0	63,26	33	34,62	28,64
Trans. equipo	5,0	31,63	16,5	17,31	14,32
Falla de cable	1,0	6,33	3,3	3,46	2,86
Orden	35,0	221,41	115,5	121,16	100,25
Total	412,0	2606,35	1359,6	1426,22	1180,13

Tabla 14: Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobador para un periodo de seis meses

La tabla 14 nos muestra que el tractor Valmet perdió 412 horas durante el periodo de estudio y la empresa pierde 1.426.220 pesos y 1.180.130 pesos referentes a salarios del operador y estrobador respectivamente, sumando un total de 2.606.350 pesos perdidos, suma que representa dos meses de salario .

6.2.2. Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos.

➤ Estudio de Tiempos

Determinación del tamaño de la muestra. Se realizó un muestreo con una prueba piloto de 25 observaciones ver Anexo 3. Arrojando los siguientes datos:

Dato Máximo: 16,08 min.

Dato Mínimo: 10,65 min.

Rango: 5.43 min.

S^2 : 2.69

Por lo tanto: n: 115 Observaciones

Estudio de de tiempos por cronometro. Para el estudio de tiempos por cronometro se realizaron 115 observaciones Ver Anexo No. 5

El estudio muestra los siguientes datos:

Tiempo de viaje vacio: Representa entre el 6.3% y el 13% del tiempo total del ciclo que es 17.17 minutos, es decir, 1.10 minutos y 2.16 minutos, el tiempo de viaje vacío depende de la distancia de madereo, la habilidad del operador y la pendiente del terreno.

Tiempo de carga: Representa entre el 21% y 49% del tiempo total del ciclo, es decir, 3.6 minutos y 8.34 minutos, Generalmente los tiempos de carga son bastante altos, pero disminuye su importancia en el ciclo a medida que aumenta la distancia de madereo.

Tiempo de viaje cargado: Ocupa porcentajes que van entre 16% y 24%, es decir va entre 2.7 minutos y 4.19 minutos, a medida que aumenta la distancia de madereo aumenta la incidencia del viaje cargado en el ciclo de madereo.

Tiempos de descarga: En el ciclo de madereo ocupan porcentajes entre 6% y 14%, es decir va entre 1.0 minutos a 2.39 minutos, la incidencia del tiempo de descarga en el ciclo de madereo es inferior que el de las etapas antes mencionadas.

El estudio se realizó en distancias entre los 25 metros y 500 metros con una distancia promedio de 211.7 metros, un rango de pendiente entre 5% a 22% con un promedio de 11.85%, un total de fustes transportados entre 1 y 5 con promedio de 3.3 fustes por ciclo con un peso aproximado de carga que va entre 0.17 toneladas a 1.38 toneladas, con un promedio de 0.72 toneladas por ciclo.

Se determinó que el ciclo promedio para el tractor forestal VALMET 4x4 es:

Ciclo=V. vacío 2.40+T.carga 7.36+V. cargado 4.34+T. descarga 2.39 = 16.48 minutos.

Tomando los datos anteriores se calculó el número de toneladas por día así: 540min /16.48 min/ciclo= 32.8 ciclos/día → 32.8 ciclos/día * 0.72 ton= 23.6 ton/día

Muestreo de trabajo. Para hacer este estudio por muestreo estadístico de proporciones se eligió la misma tarea que en el estudio por cronometro.

Actividad	Total observaciones	(%)
Productivos		
1. Viaje vacío	80	12,74
2. Cargar	110	17,52
3. Viaje con carga	65	10,35
4. Descargar	68	10,83
Subtotal productivos	323	51,43
Improductivos		
5. Maquina	85	13,54
6. Desenredar estrobos	69	10,99
7. No estar en el puesto de trabajo	35	5,57
11.Otro	116	18,47
Subtotal improductivos	305	48,57
Total	628	100,00

Tabla 15: Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo.

La tabla 15 muestra que los tiempos productivos representan un 51.43% donde el estrobado es el más representativo con el 17.52% seguido del viaje vacío con el 12.74%, y los tiempos improductivos representan el 48.57%, donde los imprevistos son los más representativos con un 18.47%, seguido de las fallas mecánicas con un 13.54%.

6.2.3. Descripción de los tiempos.

Periodo Analizado Febrero a julio del 2008			(%)
Días periodo:180	Horas periodo: 1620		
Días hábiles:132	Horas hábiles: 1188		100
Días efectivos: 86.2	Horas Efectivas: 775.8		65.3
Días perdidos: 45.8	Horas perdidas: 412.2	Meses perdidos: 2.08	34.7

Tabla 16: Tiempos productivos e improductivos.

La tabla 16 muestra tiempos productivos e improductivos en periodo de seis meses, que consta de 180 días de los cuales 132 son hábiles y tan solo 86.2 fueron efectivos, perdiendo 45.8 días, equivalente a 2.08 meses. Los tiempos improductivos se dividen en dos; tiempos no productivos programados o suplementarios y tiempos no productivos no programados.

Tiempos no productivos programados o suplementarios (TNPP). Del total del tiempo improductivo el 12% equivale a TNPP.

Periodo analizado febrero a julio de 2008		(%)
Descripción de TNPP	Días	
Capacitaciones	3,8	69,7
Transporte maquinaria	0,6	10,1
Mantenimiento equipo	1,1	20,2
Total	5,5	100,0

Tabla 17: Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)

La tabla 17 muestra el total de los TNPP es de 5.5 días repartidos de la siguiente manera, capacitaciones 3.8 días, mantenimiento del equipo 1.1 días, transporte de la maquinaria 0.6 días.

Tiempos perdidos no programados (TPNP). Ocupa el 88%del total del tiempo improductivo.

Periodo analizado febrero a julio de 2008		(%)
Descripción de TPNP	Días	
Lluvia	9,3	23,1
Falla mecánica	26,3	65,3
Permiso	0,7	1,7
Falla de cable	0,1	0,2
Orden	3,9	9,7
Total	40.3	100.0

Tabla 18: Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)

La tabla 18 muestra el total de los TPNP es de 40.3 días, distribuidos de la siguiente manera 26.3 días no productivos por fallas mecánicas, 9.3 días por lluvia, 3.9 días por ordenes impartidas.

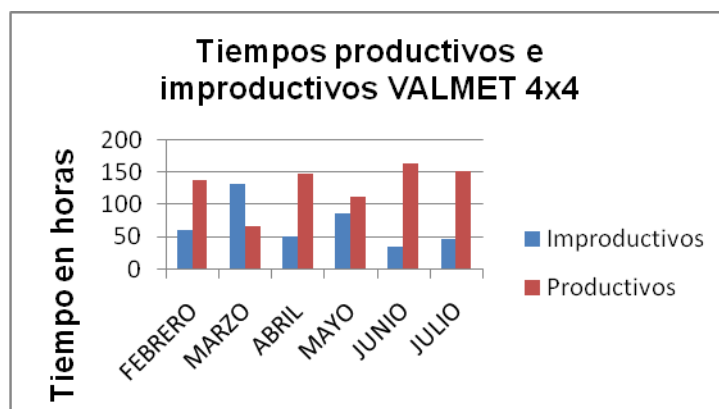


Figura 6: Gráfico distribución de tiempos productivos e improductivos en horas

La figura 6 muestra que en el mes de marzo fue el de mayor tiempo improductivo con 132 horas perdidas de las cuales 124 horas fueron por fallas mecánicas, y el mes de mayor tiempo productivo fue junio con 162.5 horas de 198 horas hábiles y esto se debe que en este mes el equipo no sufrió fallas mecánicas considerables, viéndose afectado por la lluvia solamente.

Descripción de tiempos	Días	Porcentaje (%)
Productivos	86.2	65.3
TNP	5.5	4.2
TPNP	40.3	30.5
Total	132	100.0

Tabla 19: Distribución de tiempos productivos e improductivos.

En la tabla 19 se observa que el tractor forestal VALMET 4x4 obtuvo una eficiencia del 65.3%, donde el periodo es de 132 días y realmente fueron efectivos 86.2, de los 45.8 días perdidos 40.3 son tiempos perdidos no programados y es aquí donde se pueden tomar medidas para disminuir esta cifra.

6.2.4. Rendimiento

El rendimiento ideal del Tractor forestal VALMET 4x4 es de 3.3 toneladas hora, 30 toneladas día y 660 toneladas mensuales, el estudio se realizó por seis meses, el rendimiento ideal para este período será de 3960 toneladas.

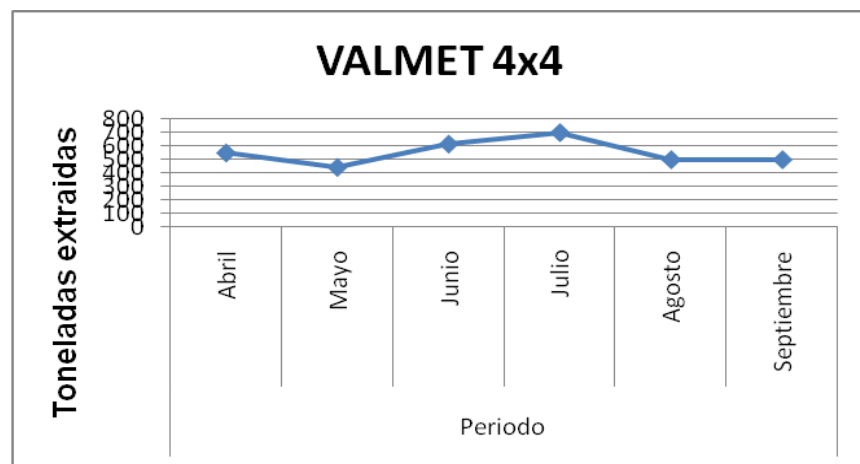


Figura 7: Gráfico de rendimientos del tractor forestal VALMET 4x4.

La figura 7 muestra el rendimiento del Valmet, solo en el mes de julio el equipo está por encima del rendimiento ideal con 700 toneladas, observando la tabla 12 de descripción de tiempos improductivos se observa que este es uno de los meses en el que el equipo presenta menor tiempo perdido, en el mes de mayo el equipo presenta el menor rendimiento debido a que este presentó fallas mecánicas de consideración, de esto se puede decir que el Valmet obtuvo una eficacia del 83.5%

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Rendimiento Real}}{\text{Rendimiento Ideal}} = \frac{3308\text{ton}}{3960\text{ton}} * 100 = 83.50\%$$

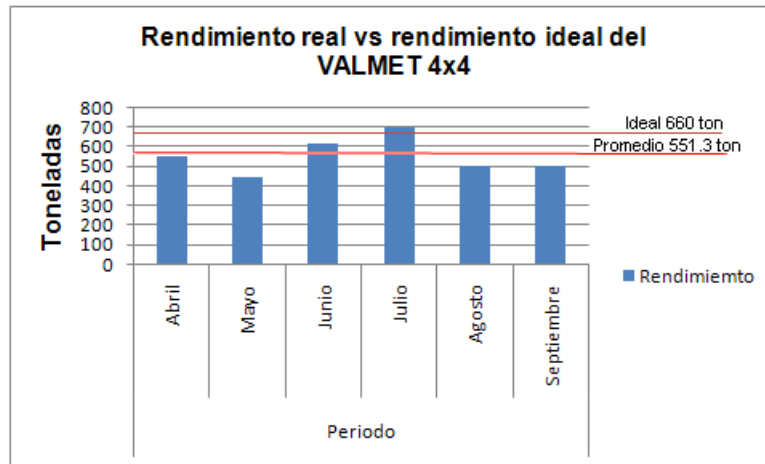


Figura 8: Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del tractor forestal.

La figura 8 muestra el rendimiento ideal frente al rendimiento real que obtuvo el tractor forestal, con un rendimiento promedio de 551.3 toneladas mensuales; perdiendo aproximadamente 108.7 toneladas en el mes.

Descripción de los tiempos	Ideal	Real	Diferencia	Perdida (meses)	Porcentaje (%)
Horas disponibles	792	792	0	0	-
Horas laboradas	792	573	(219)	1.1	27.7
Toneladas Extraídas	2640	2308	(332)	0.5	12.5
Toneladas hora	3.3	4	0.7	-	-

Tabla 20: Análisis de producción del tractor forestal VALMET 4x4.

La tabla 20 muestra que el tractor forestal estuvo disponible 792 horas, se laboraron 573 horas que representa un 72.3%, teniendo 219 horas perdidas es decir 1.1 meses, con un rendimiento de 2308 toneladas, perdiendo 332 toneladas representando 0.5 meses de trabajo con un 12.5%, relacionando el número de horas laboradas por número de toneladas extraídas se concluye que el rendimiento es de 4 toneladas hora, superando el rendimiento ideal por hora para este equipo, pero se puede ver que el rendimiento en toneladas extraídas presenta una pérdida del 12.6%, de esto se puede decir que el equipo puede ser eficaz, pero se debe tener en cuenta ciertos criterios que pueden disminuir dicho rendimiento como son tiempos perdidos no programados, tiempos no productivos programados, y condiciones del entorno como son; distancia de madereo, pendiente del lote y carga transportada, para ello se realizó una regresión lineal que permitirá predecir el comportamiento de dichas variable:

Los resultados muestran el ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Toneladas hora y 3 variables independientes; La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Toneladas hora} = (6,82122) - (0,0161216 \times \text{Distancia media}) - (11,4106 \times \text{pendiente media}) + (0,440156 \times \text{carga transportada})$$

Distancia media= (distancia mínima + distancia máxima)/ 2

Pendiente media= (pendiente 1 + pendiente 2 +.....+ pendiente n)/ n

Dado que el p-valor en la tabla ANAVA es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%. Ver anexo 11.

Implementación del modelo: Este modelo esta diseñado para predecir rendimientos en operaciones de madereo hasta una distancia media de 250 metros, pendientes entre 0 y 20%; y plantaciones de pino (Tecunumanii, Oocarpa y Patula), este equipo esta capacitado para hacer extracción forestal con eficacia a una distancia media menor a 200 metros.

6.2.5. Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el tractor forestal VALMET 4x4

Las causas que más influyen en el rendimiento son; la extracción en lotes ya aprovechados parcialmente por otro equipo , afectando la distancia media de madereo, las malas condiciones del terreno como pendientes superiores al 20%, y los suelos saturados, las lluvias ocasionan paras en las operaciones, y en terrenos inclinados se imposibilita el madereo, el mal direccionamiento de los fustes en la tumba, estos quedan entrecruzados y superpuestos, también se presentan fustes mal desramados lo que permite que se enreden y se obstaculice su extracción, los permisos adquiridos por el operador y La causa por la cual se ve mas afectado el rendimiento son las fallas mecánicas.

6.3. TORRE DE MADEREO KOLLER

6.3.1. Causas por las cuales disminuye el rendimiento

Descripción tiempos improductivos	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
	Lluvia	20,0	6,5	9,5	14,5	5,3
Instalación	7,0	24,0	3,0	5,5	27,3	26,5
Visita	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Falla mecánica	13,0	1,0	4,5	5,0	3,0	10,0
Permiso	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
Capacitación	0,0	0,0	0,0	30,0	1,0	12,5
Falta de evacuación	21,5	23,0	36,5	53,0	37,1	27,1
Mantenimiento	5,0	0,0	2,0	1,0	0,0	1,0
Transporte equipo	3,0	10,5	0,0	0,0	0,0	9,0
Falta programación	9,0	39,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Falla de cable	2,0	0,0	0,0	2,0	2,5	2,0
Orden	0,0	2,0	5,5	9,0	5,3	1,0
TOTAL HORAS	81,5	106,5	61,0	120,0	81,5	102,1

Tabla 21: Descripción de tiempos improductivos por meses de la Torre Koller

En la tabla 21 se observa que en el mes de mayo se presentó la mayor pérdida de tiempo con 120 horas, donde 53 horas corresponden a falta de evacuación y 30 horas por capacitaciones siendo estas las más representativas y el mes que menos tiempo perdido presentó fue el de abril con 61 horas, esto se debe a que en este mes no hubieron capacitaciones y la falta de evacuación disminuyó en gran parte.

Descripción tiempos improductivos	Tiempo Perdido		Porcentaje (%)
	Horas	meses	
Lluvia	57,8	0,29	10,46
Instalación	93,3	0,47	16,88
Visita	1,0	0,01	0,18
Falla mecánica	36,5	0,18	6,61
Permiso	11,0	0,06	1,99
Capacitación	43,5	0,22	7,87
Falta de evaluación	198,2	1,00	35,87
Mantenimiento	9,0	0,05	1,63
Transporte de equipo	22,5	0,11	4,07
Falta programación	48,5	0,24	8,78
Falla de cable	8,5	0,04	1,54
Orden	22,8	0,12	4,13
Total	552,6	2,79	100,00

Tabla 22: Tiempos totales perdidos en horas de la Torre Koller

La tabla 22 muestra que la falta de evacuación con 198.2 horas es la causa por la cual el equipo pierde mas tiempo, equivalente a 1.0 meses y un 35.87% del total de tiempo improductivo, y las visitas son la menor con 1.0 horas equivalente al 0.18% del total de tiempo improductivo. El tiempo improductivo total fue de 552.6 horas, lo que quiere decir que en un periodo de seis meses se pierde 2.79 meses equivalente al 46.5% del total del periodo evaluado.

DESCRIPCIÓN TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	HORAS	VALOR (miles \$)	TON	VALOR TON (miles \$)	
				OPERADOR \$ 0.787	ESTROBADO \$ 1.940
Lluvia	57,8	693,53	254,32	200,15	493,38
Instalación	93,3	1119,49	410,52	323,08	796,41
Visita	1,0	12,00	4,4	3,46	8,54
Falla mecánica	36,5	437,96	160,6	126,39	311,56
Permiso	11,0	131,99	48,4	38,09	93,90
Capacitación	43,5	521,95	191,4	150,63	371,32
Falta evacuación	198,2	2378,16	872,08	686,33	1691,84
Mantenimiento	9,0	107,99	39,6	31,17	76,82
Transporte	22,5	269,97	99	77,91	192,06
F. programación	48,5	581,94	213,4	167,95	414,00
Falla de cable	8,5	101,99	37,4	29,43	72,56
Orden	22,8	273,57	100,32	78,95	194,62
Total	552,6	6630,54	2431,4	1913,54	4716,99

Tabla 23: Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobadores de la torre de maderero koller.

La tabla 23 muestra que la torre Koller perdió 552.6 horas durante el periodo de estudio y la empresa perdió 1.913.540 pesos y 4.716.990 pesos referentes a salarios del operador y estrobadores respectivamente, sumando un total de 6.630.540 pesos perdidos, suma que representa 2.8 meses de salario.

6.3.2. Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos.

➤ Estudio de Tiempos

Determinación del tamaño de la muestra. Se realizó un muestreo con una prueba piloto de 25 observaciones ver Anexo 3. Arrojando los siguientes datos:

Dato Máximo: 11.68 min.

Dato Mínimo: 4.72 min.

Rango: 6.96 min.

S^2 : 2.13

Por tanto n : 91 observaciones.

Estudio de de tiempos por cronometro. Para el estudio de tiempos por cronometro se realizaron 91 observaciones. Ver Anexo 6.

Tiempo de viaje vacio: Representa entre el 5% y el 27% del tiempo total del ciclo que es 7.63 minutos, es decir, 0.4 minutos y 2.1 minutos, el tiempo de viaje vacío depende de la distancia de madereo, la habilidad del operador y la pendiente del terreno.

Tiempo de carga: Representa entre el 19% y 29% del tiempo total del ciclo, es decir, 1.4 minutos y 2.2 minutos, Generalmente los tiempos de carga son bastante altos, pero disminuye su importancia en el ciclo a medida que aumenta la distancia de madereo.

Tiempo de viaje cargado: Ocupa porcentajes que van entre 15% y 34%, es decir va entre 1.1 minutos y 2.6 minutos, a medida que aumenta la distancia de madereo aumenta la incidencia del viaje cargado en el ciclo de madereo.

Tiempos de descarga: En el ciclo de madereo ocupan porcentajes entre 8% y 17%, es decir va entre 0.6 minutos a 1.3 minutos, la incidencia del tiempo de

descarga en el ciclo de maderero es inferior que el de las etapas antes mencionadas.

El estudio se realizó en distancias entre los 30 metros y 400 metros con una distancia promedio de 180.2 metros, un rango de pendiente entre 20% a 25% con un promedio de 34%, un total de fustes transportados entre 1 y 4 con promedio de 2.09 fustes por ciclo con un peso aproximado de carga que va entre 0.2 toneladas a 0.9 toneladas, con un promedio de 0.6 toneladas por ciclo.

Se determinó que el ciclo promedio para la Torre Koller es:

Ciclo=V. vacío 1.92+T.carga 2.07+V. cargado 2.46+T. descarga 1.18 = 7.63 minutos.

Con los datos anteriores se calculó el número de toneladas por día así:
 $540\text{min} / 7.63\text{min/ciclo} = 70.8 \text{ ciclos/día} * 0.6 \text{ ton} = 42 \text{ ton/día}$

Muestreo de trabajo. Para hacer este estudio por muestreo estadístico de proporciones se eligió la misma tarea que en el estudio por cronometro.

Actividad	Total observaciones	(%)
Productivos		
1. Viaje vacío	48	17,14
2. Cargar	55	19,64
3. Viaje con carga	44	15,71
4. Descargar	52	18,57
Subtotal productivos	199	71,07
Improductivos		
5. Maquina	24	8,57
6. Desenredar estrobos	15	5,36
7. Necesidades personales	26	9,29
8. Incidentes	16	5,71
Subtotal improductivos	81	28,93
Total	280	100,00

Tabla 24: Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo.

La tabla 24 muestra que las actividades productivas representan el 71.07% donde el estrobado es el más representativo, ya que este depende de la distancia lateral que tengan los corredores, seguido del desestrobado y las actividades

improductivas corresponden al 28.93% donde las necesidades personales es la mas representativa.

6.3.3. Descripción de los tiempos.

Periodo Analizado Febrero a julio del 2008			(%)
Días periodo:180	Horas periodo: 1620		
Días hábiles:132	Horas hábiles: 1188		100
Días efectivos: 70.6	Horas Efectivas: 635.4		53.5
Días perdidos: 61.4	Horas perdidas: 552.6	Meses perdidos: 2.8	46.5

Tabla 25: Tiempos productivos e improductivos.

La tabla 25 muestra tiempos productivos e improductivos en periodo de seis meses, que consta de 180 días de los cuales 132 días son hábiles y de ellos solo 70.6 días fueron efectivos, perdiendo 61.4 días, equivalente a 2.8 meses, que representan el 46.5% del tiempo evaluado. Los tiempos improductivos se dividen en dos; tiempos no productivos programados o suplementarios y tiempos no productivos no programados.

Tiempos no productivos programados o suplementarios (TNPP). Del total del tiempo improductivo el 30.5% equivale a TNPP

Periodo analizado febrero a julio de 2008		
Descripción de TNPP	Días	(%)
Instalaciones	10,4	55,54
Capacitaciones	4,8	25,71
Transporte maquinaria	2,5	13,39
Mantenimiento equipo	1	5,36
Total	18,7	100,00

Tabla 26: Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)

La tabla 26 muestra el total de los TNPP es de 18.7 días repartidos de la siguiente manera, Instalaciones 10.4 días, capacitaciones 4.8 días, transporte de la maquinaria 2.5 días Y mantenimiento del equipo 1.0 días.

Tiempos perdidos no programados (TPNP). Ocupa el 65.5%del total del tiempo improductivo.

Periodo analizado febrero a julio de 2008		Días	(%)
Descripción de TPNP			
Lluvia		6,4	15,04
Visita		0,1	0,26
Falla mecánica		4,1	9,50
Permiso		1,2	2,86
Falta de evaluación		22,0	51,57
Falta de programación		5,4	12,62
Falla de cable		0,9	2,21
Orden		2,5	5,93
Total horas		42,7	100,00

Tabla 27: Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)

La tabla 27 muestra el total de los TPNP es de 42.7 días, distribuidos de la siguiente manera 22 días no productivos por falta de evacuación, 6.4 días por lluvia, 5.4 días por falta de programación, estos son los mas representativos.

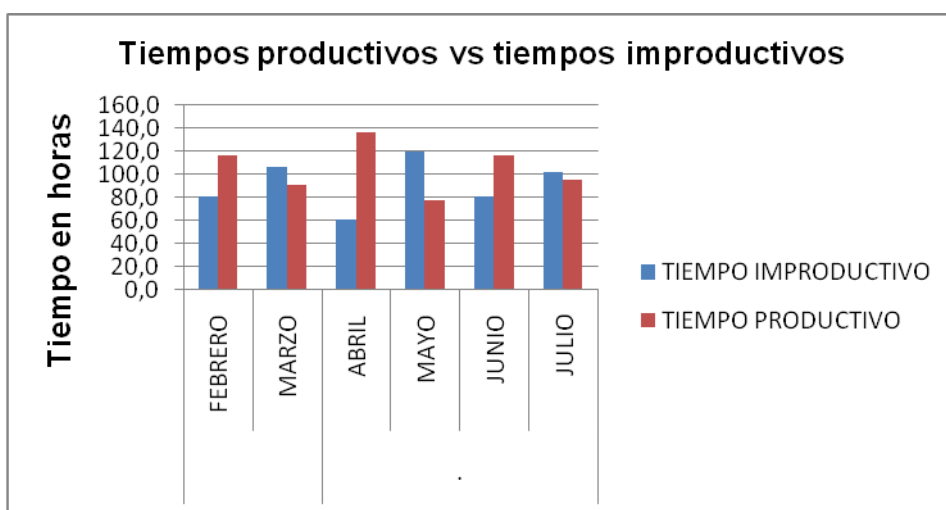


Figura 9: Gráfica de distribución de tiempos productivos e improductivos en horas

La figura 9 muestra que en el mes de mayo el equipo presentó el mayor tiempo improductivo con 120 horas y en abril presentó el mayor tiempo productivo con 137 horas de 198 horas hábiles; en tres meses el tiempo improductivo supera al productivo, en estos meses se eleva este tiempo por falta de evacuación.

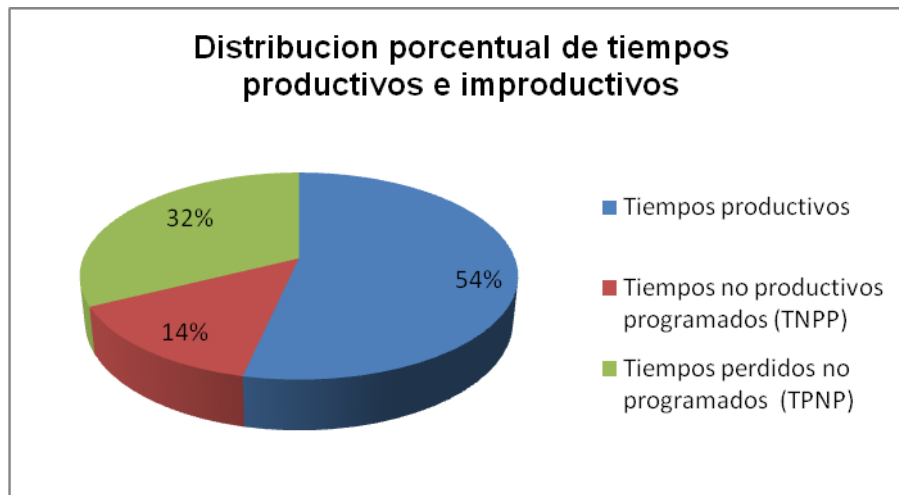


Figura 10: Distribución porcentual de los tiempos en el maderero con la Torre Koller

La figura 10 muestra que los tiempos productivos ocupan un 54% y los improductivos el 46% distribuido de la siguiente manera; el 32% referido a tiempos perdidos no programados (TPNP) y el 14% a tiempos no productivos programados (TNPP).

➤ Estudio de movimientos

Descripción de los movimientos (Ciclo de maderero)

Operación 1: Este se inicia cuando el carrito cruza el límite de concentración de trozas a orillas de la vía y termina cuando ingresa a la zona de carga.

Operación 2: Este movimiento se registra a partir del momento en el cual el carrito llega y parte del lugar donde se encuentran los fustes a transportar, comprende la ubicación del carrito para tomar la carga, acondicionamiento y amarre de los fustes.

Operación 3: Es el movimiento de transporte realizado desde el momento en que el carrito se desplaza con carga desde el bosque hasta el patio de descarga.

Operación 4: Este movimiento se inicia desde el momento en el que el carrito llega al patio de descarga hasta quedar libremente para empezar un nuevo ciclo.

Esta descripción del ciclo de maderero aplica para todos los equipos de extracción con cable aéreos.

6.3.4. Rendimiento

El rendimiento ideal de la Torre de maderero Koller es de 4.4 toneladas hora, 40 toneladas día y 880 toneladas mensuales, el estudio se realizó por seis meses, el rendimiento ideal para este período será de 5280 toneladas.

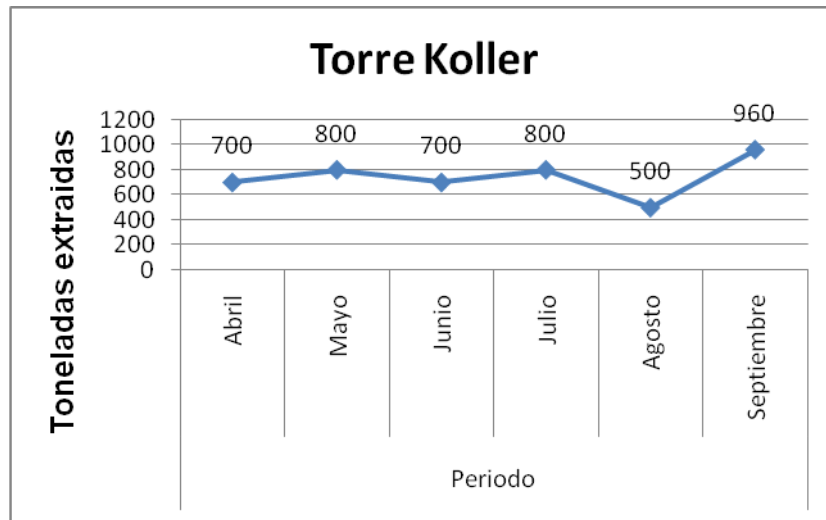


Figura 11: Gráfico de rendimientos de la Torre Koller.

La figura 11 muestra el rendimiento de la Torre Koller y arroja la siguiente información; solo en el mes de septiembre está por encima del rendimiento ideal con 960 toneladas, esto se dio por que en el lote que estaban los corredores eran de máximo 200 metros lo disminuía la distancia media de maderero y la pendiente era mayor del 35% lo que permitió que el equipo fuera muy eficaz, en el periodo la torre Koller obtuvo una eficacia del 84.5%

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Rendimiento Real}}{\text{Rendimiento Ideal}} = \frac{4460 \text{ ton}}{5280 \text{ ton}} * 100 = 84.5\%$$

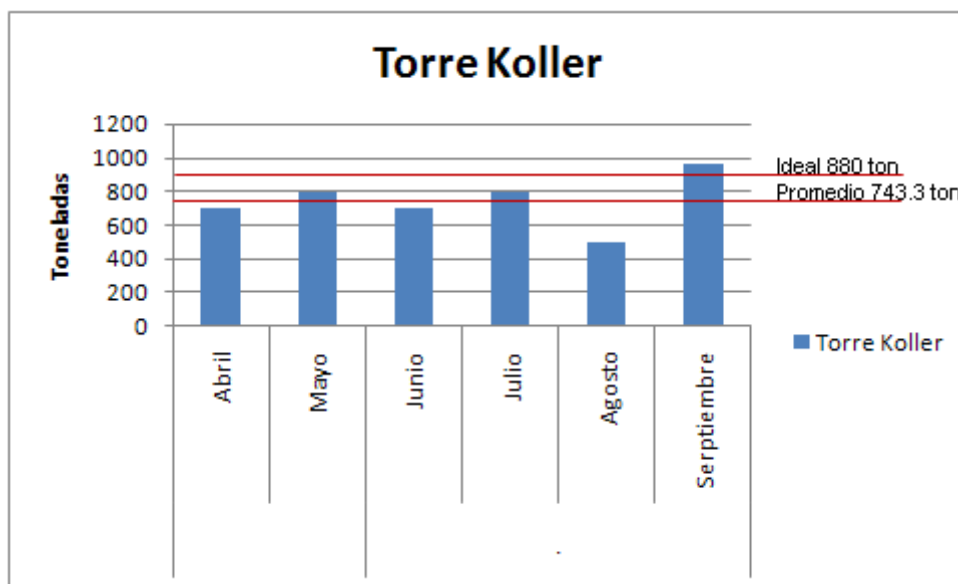


Figura 12: Gráfico del rendimiento ideal versus el rendimiento real

La figura 12 muestra el rendimiento ideal frente al rendimiento real que obtuvo la Torre Koller, con un rendimiento promedio de 743.3 toneladas mensuales; perdiendo aproximadamente 136.7 toneladas al mes.

Descripción de los tiempos	Ideal	Real	Diferencia	Pérdida (meses)	Porcentaje (%)
Horas disponibles	792	792	0	0	
Horas laboradas	792	427.4	(364.6)	1.8	45.0
Toneladas Extraídas	3520	2960	(560)	0.6	15.0
Toneladas hora	4.4	6.9	2.5	-	-

Tabla 28: Análisis de producción de la Torre Koller

La tabla 28 muestra que la torre Koller estuvo disponible 792 horas, se laboraron 427.4 horas que representa un 54%, teniendo 364.6 horas perdidas es decir 1.8 meses, con un rendimiento de 2960 toneladas, perdiendo 560 toneladas representando 0.6 meses de trabajo con un 15%, relacionando el número de horas laboradas por número de toneladas extraídas se concluye que el rendimiento es de 6.9 toneladas hora, superando el rendimiento ideal por hora para este equipo, pero se puede ver que el rendimiento en toneladas extraídas presente una pérdida del 15%, de esto se puede decir que el equipo puede ser eficaz, pero se debe tener en cuenta ciertos criterios que pueden disminuir dicho rendimiento como son tiempos perdidos no programados, tiempos no productivos programados, y condiciones del entorno como son; distancia de madereo,

pendiente del lote y carga transportada, para ello se realizó una regresión lineal que permitirá predecir el comportamiento de dichas variables:

Los resultados muestran el ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre toneladas hora y 3 variables independientes; La ecuación del modelo ajustado es:

Toneladas hora = (3,00007) – (0,0253942 x distancia media) + (11,0853 x pendiente media) + (2,76455 x carga transportada)

Distancia media= (2/3) x (distancia total de madereo)

Pendiente media= pendiente 1 + pendiente 2 +.....+ pendiente n /n

Dado que el p-valor en la tabla ANAVA es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%. Ver anexo 12.

Implementación del modelo: Este modelo esta diseñado para predecir rendimientos en operaciones de madereo hasta una distancia media de 250 metros, pendientes entre 30 y 45%; y plantaciones de pino (Tecunumanii, Oocarpa, Patula), eucalipto (grandis), este equipo esta capacitado para hacer extracción forestal con eficacia a una distancia media menor a 270 metros.

6.3.5. Determinación de las causas que alteran el rendimiento en la Torre de madereo Koller

La torre Koller disminuye su rendimiento debido a las siguientes características; en el periodo analizado el equipo pierde 5.4 días por falta de programación, la falta de patios por condiciones topográficas y climáticas fue un factor determinante para que este equipo disminuyera su rendimiento, puesto que los adecuados no daban abasto para el nivel de extracción de la máquina. Por otra parte La falta de evacuación ocasiono pérdidas en el rendimiento de este equipo, ya que no se coordinaba adecuadamente la evacuación para la torre con el cargue de vehículos con el equipo de apoyo (Bell). El traslado de una Torre Koller sin terminar un lote, para luego traer otra torre con idénticas características a este mismo sitio y a los pocos días, en esta acción se realizaron dos movimientos para cada equipo que implica desinstalar e instalar, se esta incurriendo a aumentar los TNPP, habiendo podido evitar el traslado de un equipo, transportando directamente el otro hasta el sitio asignado. La instalación de la torre en sitios inadecuados fue otra causa que

altero el rendimiento la torre, estos no presentaban todas las características necesarias para su óptimo funcionamiento, en este caso la pendiente era insuficiente, esta tenía 29%, y para un buen desempeño del equipo necesita mínimo una pendiente del 35%, de lo contrario se dificulta el viaje vacío del carrito hasta el lugar de apeo, obligando a los estrobadores a halar cable para hacerlo llegar.

El aprovechamiento de lotes empezados por otros equipos de extracción afectaba la distancia media de madereo, lo que llevó a la disminución de su rendimiento, ya que en casos el lote tenía 450 metros de longitud, pero los primeros 200 metros ya habían sido extraídos por otro equipo. El invierno determinó pérdidas considerables en el rendimiento del equipo, ya que ocasionaba para en las operaciones y saturaba el suelo imposibilitando la evacuación. La tumba inadecuada, mal direccionamiento de los fustes, estos quedan entrecruzados y superpuestos, también se presentan fustes mal desramados lo que permite que se enreden y se obstaculice su extracción. Cuando los corredores tienen distancias laterales mayores a 30 metros dificultan y retrasan la operación. Una técnica inadecuada de estrobo permite que el rendimiento se vea afectado, cuando el ángulo no es el correcto este ocasiona retrasos y desgaste del equipo (carrito, cable). La causa por la cual se ve más afectado el rendimiento en la Torre Koller es la falta de evacuación.

El rendimiento de la Torre Koller depende de la densidad del bosque, del área basal por hectárea, y por ende el volumen por hectárea, de esto depende la duración de un corredor en un lugar, esto disminuye el número de instalaciones lo que lleva a disminuir el TNPP y aumenta el rendimiento. El número de pasacables determina el rendimiento, a mayor número disminuye la deflexión del cable aéreo, esto aumenta la velocidad del carrito en el momento del madereo.

6.4. TRACTO- KOLLER

6.4.1. Causas por las cuales disminuye el rendimiento el Tracto-Koller

Descripción tiempos improductivos	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
	Lluvia	2,0	15	4,5	5,9	0,5
Instalación	37,0	33,83	25,0	29,0	32	25,0
Visita	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0
Falla mecánica	1,0	0.0	1,0	0,5	4	1,0
Falla cable	0,0	0.0	0,0	2,0	2	0,0
Permiso	0,0	2	1,5	0,0	14	1,5
Falta Evacuación	6,5	28,82	38,0	25,3	25,2	38,0
Transporte equipo	22,0	0.0	0,0	20,0	13	0,0
Equipo en taller	27,0	0.0	0,0	0.0	0.0	0,0
Falta programación	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	2,0
Capacitación	0,0	0.0	12,0	12,0	9	0,0
Orden	5,0	4	1,0	6,9	4	1,0
Total horas	100,5	86,15	83,0	101,5	106,2	73,0

Tabla 29: Descripción de tiempos improductivos por meses del Tracto-Koller

La tabla 29 muestra que en el mes de junio se presentó la mayor pérdida de tiempo con 106.2 horas, se puede ver que las instalaciones son las más representativas con 32 horas, esto se ocasiona cuando los corredores son poco densos o cuando hay traslado de equipos, seguido de la falta de evacuación con 25.2 horas y el mes que menos tiempo perdido presentó fue el de julio con 73 horas.

Descripción tiempos improductivos	Tiempos Perdidos		Porcentaje (%)
	Horas	Meses	
Lluvia	32,4	0,16	5,88
Instalación	181,8	0,92	33,04
Visita	2,0	0,01	0,36
Falla mecánica	7,5	0,04	1,36
Falla cable	4,0	0,02	0,73
Permiso	19,0	0,10	3,45
Falta de evaluación	161,8	0,82	29,39
Transporte de equipo	55,0	0,28	9,99
Equipo en taller	27,0	0,14	4,91
Falta programación	5,0	0,03	0,91
Capacitación	33,0	0,17	6,00
Orden	21,9	0,11	3,98
Total horas	550,4	2,78	100,00

Tabla 30: Tiempos totales perdidos en horas del Tracto-Koller

La tabla 30 muestra que las instalaciones con 181.8 horas es la causa por la cual el equipo pierde mas tiempo, equivalente a 0.92 meses y un 33.04% del total de tiempo improductivo, y las visitas son la menor con 2.0 horas equivalente al 0.36% del total de tiempo improductivo. El tiempo improductivo total fue de 550.4 horas, lo que quiere decir que en un periodo de seis meses se pierde 2.78 meses equivalente al 46.3% del total del periodo evaluado.

DESCRIPCIÓN TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	HORAS	VALOR (miles \$)	TON	VALOR TON (miles \$)	
				OPERADOR \$ 0.787	ESTROBADO \$ 1.940
Lluvia	32,4	393,13	126,17	113,42	279,71
Instalación	181,8	2209,67	709,14	637,51	1572,16
Visita	2,0	24,30	7,80	7,01	17,29
Falla mecánica	7,5	91,14	29,25	26,30	64,85
Falla cable	4,0	48,61	15,60	14,02	34,59
Permiso	19,0	230,90	74,10	66,62	164,28
Falta de	161,8	1965,89	630,90	567,18	1398,71
Transporte de	55,0	668,38	214,50	192,84	475,55
Equipo en taller	27,0	328,11	105,30	94,66	233,45
Falta	5,0	60,76	19,50	17,53	43,23
Capacitación	33,0	401,03	128,70	115,70	285,33
Orden	21,9	266,14	85,41	76,78	189,35
Total	550,4	6688,07	2146,3	1929,58	4758,49

Tabla 31: Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobadores del Tracto-koller.

La tabla 31 muestra la relación de las horas perdidas o improductivas con el valor en pesos que la empresa pierde por conceptos de salarios, y se relaciona de la siguiente manera; 1.929.580 pesos y 4.758.490 del operador y estrobadores respectivamente, con un total de 6.668.070 pesos, correspondiente a 2.78 meses de salario.

6.4.2. Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos.

➤ Estudio de Tiempos

Determinación del tamaño de la muestra. Se realizó un muestreo con una prueba piloto de 25 observaciones. Ver Anexo 3. Arrojando los siguientes datos:

Dato Máximo: 12.18 min.

Dato Mínimo: 7.07 min.

Rango: 5.11 min.

S^2 : 2.19

Por lo tanto: n: 93 observaciones

Estudio de de tiempos por cronometro. Para el estudio de tiempos por cronometro se realizaron 93 observaciones. Ver Anexo 7.

El estudio muestra los siguientes datos:

Tiempo de viaje vacío: Representa entre el 15% y el 28% del tiempo total del ciclo que es 9.41 minutos, es decir, 1.4 minutos y 2.6 minutos, el tiempo de viaje vacío depende de la distancia de madereo, la habilidad del operador y la pendiente del terreno.

Tiempo de carga: Representa entre el 15% y 28% del tiempo total del ciclo, es decir, 1.4 minutos y 2.6 minutos, Generalmente los tiempos de carga son bastante altos, pero disminuye su importancia en el ciclo a medida que aumenta la distancia de madereo.

Tiempo de viaje cargado: Ocupa porcentajes que van entre 15% y 38%, es decir va entre 1.4 minutos y 3.6 minutos, a medida que aumenta la distancia de madereo aumenta la incidencia del viaje cargado en el ciclo de madereo.

Tiempos de descarga: En el ciclo de maderero ocupan porcentajes entre 8% y 12%, es decir va entre 0.8 minutos a 1.1 minutos, la incidencia del tiempo de descarga en el ciclo de maderero es inferior que el de las etapas antes mencionadas.

El estudio se realizó en distancias entre los 50 metros y 500 metros con una distancia promedio de 184.80 metros, un rango de pendiente entre 20% a 30% con un promedio de 27.05%, y entre 1 y 4 fustes transportados con un promedio de 2.77 fustes por ciclo con un peso aproximado de carga que va entre 0.2 toneladas a 0.8 toneladas, con un promedio de 0.62 toneladas por ciclo.

Se determino que el ciclo promedio para el Tracto-Koller es:

Ciclo=V. vacio 2.64+T.carga 2.21+V. cargado 3.59+T. descarga 1.11 = 9.41 minutos.

Con los datos obtenidos se calculó el número de toneladas por día así:
 $540\text{min} / 9.41\text{min/ciclo} = 57.4 \text{ ciclos/día} * 0.62 \text{ ton} = 35.6 \text{ ton/día}$

Muestreo de trabajo. Para hacer este estudio por muestreo estadístico de proporciones se eligió la misma tarea que en el estudio por cronometro.

Actividad	Total observaciones	(%)
Productivos		
1. Viaje vacio	45	16.30
2. Cargar	50	17.92
3. Viaje con carga	36	12.90
4. Descargar	65	23.30
Subtotal productivos	196	70.25
Improductivos		
5. Maquina	22	7.89
6. Desenredar estobos	19	6.81
7. Necesidades personales	24	8.60
8. Incidentes	18	6.45
Subtotal improductivos	83	29.75
Total	279	100.00

Tabla 32: Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo.

La tabla 32 muestra las actividades productivas con un 70.25% en la que el estrobo es la de mayor representación con un 23.3% y las no productivas con un 29.75 en la que sobresale las necesidades personales con un 8.6%.

6.4.3. Descripción de los tiempos.

Tiempos productivos. Durante el estudio realizado se obtuvieron los siguientes resultados.

Periodo Analizado Febrero a julio del 2008			(%)
Días periodo:180	Horas periodo: 1620		
Días hábiles:132	Horas hábiles: 1188		100
Días efectivos: 70.8	Horas Efectivas: 637.2		53.6
Días perdidos: 61.2	Horas perdidas: 550.8	Meses perdidos: 2.8	46.4

Tabla 33: Tiempos productivos e improductivos.

La tabla 33 muestra tiempos productivos e improductivos en un periodo de seis meses, que consta de 180 días de los cuales 132 son hábiles y tan solo 70.8 fueron efectivos, perdiendo 61.2 días, equivalente a 2.8 meses. Teniendo una efectividad del 53.6%.

Tiempos no productivos programados (TNPP) Ocupa el 49%del total del tiempo improductivo.

Periodo analizado febrero a julio de 2008		(%)
Descripción de TNPP	Días	
Instalaciones	20,2	67,38
Transporte maquinaria	6,1	20,39
Capacitaciones	3,7	12,23
Total	30.0	100,00

Tabla 34: Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)

La tabla 34 muestra que el total de los TNPP es de 30 días repartidos de la siguiente manera, Instalaciones 20.2 días, capacitaciones 3.7 días, transporte de la maquinaria 6.1 días.

Tiempos perdidos no programados (TPNP). Ocupa el 51% del total del tiempo improductivo.

Periodo analizado febrero a julio de 2008		(%)
Descripción de TPNP	Días	
Lluvia	3,6	11,53
Visita	0,2	0,71
Falla mecánica	0,8	2,67
Falla de cable	0,4	1,43
Permiso	2,1	6,77
Falta de evaluación	18,0	57,67
Equipo en taller	3,0	9,62
Falta de programación	0,6	1,78
Orden	2,4	7,81
Total	31,2	100,00

Tabla 35: Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)

La tabla 35 muestra que el total de los TPNP es de 31.2 días, distribuidos de la siguiente manera 18 días no productivos por falta de evacuación, 3.6 días por lluvia.

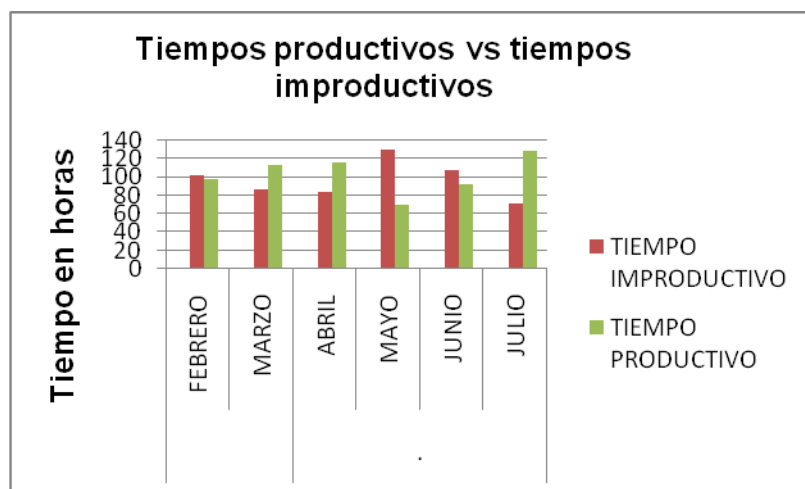


Figura 13: Gráfico de distribución de tiempos productivos e improductivos tomado en horas

En la figura 13 se muestran los tiempos productivos vs tiempos improductivos durante los seis meses de estudio, en el mes junio fue el de mayor tiempo improductivo con 101.5 horas, y el mes de mayor tiempo productivo fue julio con 125 horas de 198 horas hábiles

Descripción de tiempos	Días	Porcentaje (%)
Productivos	70.8	53,6
TNP	30.0	22.8
TPNP	31.2	23.6
Total	132.0	100,00

Tabla 36: Distribución de tiempos productivos e improductivos.

La tabla 36 muestra que los tiempos productivos ocupan un 53.4% y los improductivos el 46.4% distribuido de la siguiente manera; el 24% referido a tiempos perdidos no programados (TPNP) y el 23% a tiempos no productivos programados (TNPP).

➤ **Estudio de movimientos**

6.4.4. Rendimiento

El rendimiento ideal del Tracto-Koller es de 3.9 toneladas hora, 35 toneladas día y 770 toneladas mensuales, el estudio se realizó por seis meses, el rendimiento ideal para este período será de 4620 toneladas.

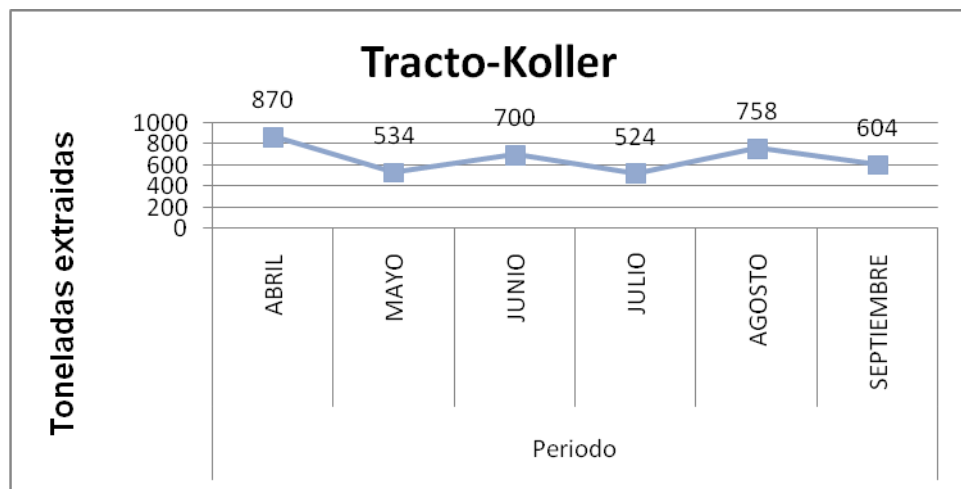


Figura 14: Gráfico de rendimientos del Tracto-Koller.

La figura 14 muestra que solo el mes de abril está por encima de rendimiento ideal con 870 toneladas, esto es debido a que este equipo en el mes ya mencionado estaba instalado en un corredor de 380 metros y este está diseñado para corredores hasta de 700 metros lo que hizo que fuera eficaz, además en este

mes presentó poco tiempo improductivo, de esto se puede decir que El Tracto-Koller obtuvo una eficacia del 86.4%

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Rendimiento Real}}{\text{Rendimiento Ideal}} = \frac{3390 \text{ ton}}{4620 \text{ ton}} * 100 = 86.4\%$$

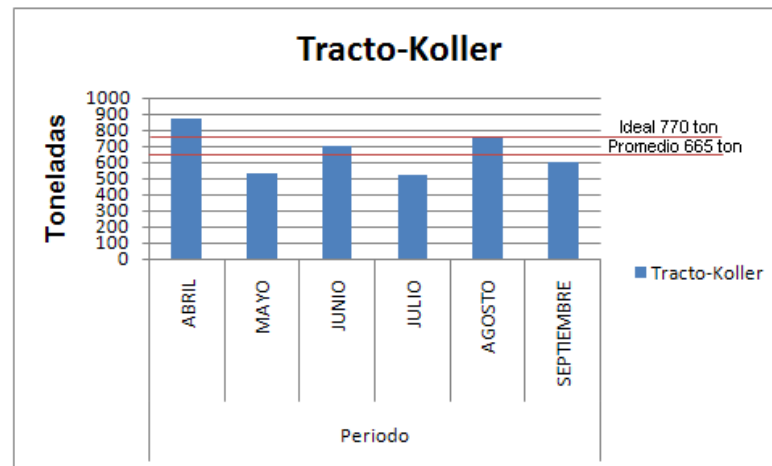


Figura 15: Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del Tracto-Koller.

El gráfico 15 muestra el rendimiento ideal frente al rendimiento real que obtuvo el Tracto-Koller, con un rendimiento promedio de 665 toneladas; perdiendo aproximadamente 105 toneladas, ya que el rendimiento ideal es 770 toneladas al mes.

Descripción de los tiempos	Ideal	Real	Diferencia	Perdida (meses)	Porcentaje (%)
Horas disponibles	792	792	0	0	
Horas laboradas	792	403.3	(388.7)	1.96	49.0
Toneladas Extraídas	3080	2628	(452)	0.58	14.5
Toneladas hora	3.9	6.5	2.6	-	-

Tabla 37: Análisis de producción del Tracto-Koller

La tabla 37 muestra un análisis de producción en el periodo abril a julio de 2008. El Tracto-Koller estuvo disponible 792 horas, se laboraron 403.3 horas que representa un 50.1%, teniendo 388.7 horas perdidas es decir 1.96 meses, con un rendimiento de 2628 toneladas, perdiendo 452 toneladas representando 0.58 meses de trabajo con un 14.5%, relacionando el número de horas laboradas por número de toneladas extraídas se concluye que el rendimiento es de 6.5

toneladas hora, superando el rendimiento ideal por hora para este equipo, pero nos podemos dar cuenta de que el rendimiento en toneladas extraídas presente una pérdida del 14.5%, de esto se puede decir que el equipo puede ser eficaz, pero se debe tener en cuenta ciertos criterios que pueden disminuir dicho rendimiento como son tiempos perdidos no programados, tiempos no productivos programados, y condiciones del entorno como son; distancia de madereo, pendiente del lote y carga transportada, para ello se realizó una regresión lineal que permitirá predecir el comportamiento de dichas variables:

El ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre toneladas hora y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es;

$$\text{Toneladas hora} = (7,2743) - (0,0245189 \times \text{distancia media}) + (15,3715 \times \text{pendiente media}) + (1,2696 \times \text{carga transportada})$$

$$\text{Distancia media} = (2/3) \times (\text{distancia total de madereo})$$

$$\text{Pendiente media} = \text{pendiente 1} + \text{pendiente 2} + \dots + \text{pendiente n} / n$$

Dado que el p-valor en la tabla ANAVA es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%. Ver anexo 13.

Implementación del modelo: Este modelo está diseñado para predecir rendimientos en operaciones de madereo hasta una distancia media de 400 metros, pendientes entre 27 y 45%; y plantaciones de pino (tecunumanii, Ocarpa, Patula) dadas las condiciones el estudio se realizó en corredores con distancia media no superior a 268 metros, lo que impidió recopilación de datos de estas características teniendo en cuenta que el equipo está capacitado para hacer extracción forestal con eficacia hasta una distancia media máxima de 470 metros.

6.4.5. Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el tractor-Koller

La falta de patios por condiciones topográficas determinó que el equipo disminuyera su rendimiento, puesto que los adecuados no tenían la capacidad suficiente que la máquina requería y a esto se sumó la falta de evacuación que ocasionaba alteraciones negativas en el rendimiento de este equipo, ya que no

se controlaba el cargue de vehículos con el equipo de apoyo (Bell). La instalación del Tracto-Koller en sitios inadecuados, estos no presentaban todas las características necesarias para su óptimo funcionamiento, en este caso la pendiente era insuficiente, esta tenía 28%, y para un buen desempeño del equipo necesita mínimo una pendiente del 35%, de lo contrario se dificulta el viaje vacío del carrito hasta el lugar de apeo, obligando a los estrobadores a halar cable. Por la poca pendiente del terreno se ve la necesidad de adaptarle un accesorio para que ayude a ganar peso y mayor velocidad en el trayecto al carrito. El invierno ocasionó pérdidas considerables en el rendimiento del equipo, ya que minimizaba las operaciones y saturaba el suelo imposibilitando la evacuación. La tumba inadecuada, mal direccionamiento de los fustes, estos quedan entrecruzados y superpuestos, también se presentan fustes mal desramados lo que permite que se enreden y se obstaculice su extracción. Cuando los corredores tienen distancias laterales mayores a 30 metros dificultan y retrasan la operación. Una técnica inadecuada de estrobo permite que el rendimiento se vea afectado, ya que el ángulo no es el correcto, esto ocasiona retrasos y desgaste del equipo (carrito, cable). El número de pasas de cables determina el rendimiento del equipo ya que en ocasiones no son suficientes para el trayecto del corredor y las distancias entre soportes eran muy grandes lo que permitía que la deflexión se maximizara. Cuando la deflexión del cable aéreo es grande la tensión es baja, esto hace que los fustes se arrastren por el suelo ocasionando que la presión ejercida sobre el cable aéreo disminuya y por lo contrario el cable de arrastre aumenta el esfuerzo ejercido por el roce de casi la totalidad de los fustes con el suelo, en esta operación disminuye el desgaste del cable aéreo, pero aumenta el del cable de arrastre y el daño en el suelo. El rendimiento del Tracto-Koller depende de la densidad del bosque, del área basal por hectárea, y el volumen por hectárea, de esto se basa que un corredor este por más tiempo en un sitio, esto disminuye el número de instalaciones lo que lleva a disminuir el TNPP y aumenta el rendimiento.

6.5. TRACTOR AGRÍCOLA CON CARRETO MECÁNICO (TACM)

6.5.1. Causas por las cuales disminuye el rendimiento

Descripción tiempos improductivos	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Lluvia	4,0	4,0	2,0	6,3	2,0	2,0
Instalación	20,5	20,5	6,0	10,7	6,0	43,0
Falla mecánica	2,5	2,5	3,0	4,0	3,0	0,0
Permiso	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0
Capacitación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
Falta de evacuación	16,5	16,5	68,0	50,0	68,0	29,0
Transporte de equipo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
Preparación corredores	0,0	0,0	4,0	0,0	4,0	7,0
Falta de programación	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Orden	52,0	10,0	0,5	9,0	0,5	0,0
Total horas	99,5	57,5	83,5	85,9	83,5	117,0

Tabla 38: Descripción de tiempos improductivos por meses del TACM.

La tabla 38 muestra que en el mes de julio se presentó la mayor pérdida de tiempo con 117 horas, dentro de las cuales las instalaciones son las más representativas con 43 horas y la falta de evacuación le sigue con 29 horas, esto se ocasiona cuando los corredores son poco densos o los patios de acopio no funcionan eficientemente y el mes que menos tiempo perdido presentó fue el de marzo con 57.5 horas.

Descripción tiempos improductivos	Tiempos Perdidos		Porcentaje (%)
	Horas	Meses	
Lluvia	20,3	0,10	3,85
Instalación	106,7	0,54	20,25
Falla mecánica	15,0	0,08	2,85
Permiso	6,0	0,03	1,14
Capacitación	18,0	0,09	3,42
Falta de evaluación	248,0	1,25	47,07
Transporte de equipo	18,0	0,09	3,42
Preparación corredores	15,0	0,08	2,85
Falta de programación	8,0	0,04	1,52
Orden	72,0	0,36	13,66
Total	527,0	2,66	100,00

Tabla 39: Tiempos totales perdidos en horas del TACM.

La tabla 39 muestran que la falta de evacuación con 248 horas es la causa por la cual el equipo pierde mas tiempo, equivalente a 1.25 meses y un 47.07% del total de tiempo improductivo, y los permisos son la menor con 6 horas equivalente al 1.14% del total de tiempo improductivo. El tiempo improductivo total fue de 527 horas, lo que quiere decir que en un periodo de seis meses se pierde 2.66 meses equivalente al 44.3% del total del periodo evaluado.

DESCRIPCIÓN TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	HORAS	VALOR (miles \$)	TON	VALOR TON (miles \$)	
				OPERADOR \$ 1.311	ESTROBADO \$ 2273
Lluvia	20,3	283,7	79,2	103,8	180,0
Instalación	106,7	1491,4	416,1	545,5	945,9
Falla mecánica	15,0	209,7	58,5	76,7	133,0
Permiso	6,0	83,9	23,4	30,7	53,2
Capacitación	18,0	251,6	70,2	92,0	159,6
Falta de	248,0	3466,4	967,2	1268,0	2198,4
Transporte de	18,0	251,6	70,2	92,0	159,6
Preparación	15,0	209,7	58,5	76,7	133,0
Falta de	8,0	111,8	31,2	40,9	70,9
Orden	72,0	1006,4	280,8	368,1	638,3
Total	527,0	7364,8	2054,9	2694,0	4670,8

Tabla 40: Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobadores

La tabla 40 muestra que el TACM perdió 526.9 horas durante el periodo de estudio y la empresa perdió 2.694.000 pesos y 4.670.800 pesos referentes a salarios del operador y estrobadores respectivamente, sumando un total de 7.364.800 pesos perdidos, suma que representa 2.66 meses de salario.

6.5.2. Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos.

➤ Estudio de Tiempos

Determinación del tamaño de la muestra. Se realizó un muestreo con una prueba piloto de 25 observaciones. Ver Anexo 3. Arrojando los siguientes datos:

Dato Máximo: 12.98 min.
Dato Mínimo: 7.46 min.
Rango: 5.52 min.
 S^2 : 2.06

Para el cálculo del número de observaciones que se deben realizar en el estudio utilizamos la siguiente formula:

Por lo tanto n: 88 observaciones

Estudio de de tiempos por cronometro. Para el estudio de tiempos por cronometro se realizaron 88 observaciones. Ver Anexo 8.

El estudio muestra los siguientes datos:

Tiempo de viaje vacio: Representa entre el 15% y el 19% del tiempo total del ciclo que es 8.73 minutos, es decir, 1.3 minutos y 1.7 minutos, el tiempo de viaje vacío depende de la distancia de madereo, la habilidad del operador y la pendiente del terreno.

Tiempo de carga: Representa entre el 20% y 41% del tiempo total del ciclo, es decir, 1.71 minutos y 3.6 minutos, Generalmente los tiempos de carga son bastante altos, pero disminuye su importancia en el ciclo a medida que aumenta la distancia de madereo.

Tiempo de viaje cargado: Ocupa porcentajes que van entre 15% y 26%, es decir va entre 1.3 minutos y 2.3 minutos, a medida que aumenta la distancia de madereo aumenta la incidencia del viaje cargado en el ciclo de madereo.

Tiempos de descarga: En el ciclo de madereo ocupan porcentajes entre 8% y 14%, es decir va entre 0.7 minutos a 1.2 minutos, la incidencia del tiempo de descarga en el ciclo de madereo es inferior que el de las etapas antes mencionadas.

El estudio se realizó en distancias entre los 50 metros y 400 metros con una distancia promedio de 218.18 metros, un rango de pendiente entre 30% a 60% con un promedio de 39.03%, un total de fustes transportados entre 1 y 4 con promedio de 2.24 fustes por ciclo con un peso aproximado de carga que va entre 0.2 toneladas a 0.7 toneladas, con un promedio de 0.52 toneladas por ciclo.

Se determino que el ciclo promedio para el TACM es:

Ciclo=V. vacio 1.67+T.carga 3.59+V. cargado 2.28+T. descarga 1.20 = 8.73 minutos.

Con los datos anteriores se calculó el número de tonelada extraídas al día así:
 $540\text{min} / 8.73 \text{ min/ciclo} = 61.9 \text{ ciclos/día} * 0.52 \text{ ton} = 32.2 \text{ ton/día}$

Muestreo de trabajo. Para hacer este estudio por muestreo estadístico de proporciones se eligió la misma tarea que en el estudio por cronometro.

Actividad	Total observaciones	(%)
Productivos		
1. Viaje vacio	54	18,43
2. Cargar	48	16,38
3. Viaje con carga	28	9,56
4. Descargar	39	13,31
Subtotal productivos	169	57.68
Improductivos		
5. Maquina	27	9.22
6. Desenredar estrobos	32	10.92
7. Necesidades personales	26	8.87
8. Falla cable	39	13.31
Subtotal improductivos	124	42.32
Total	293	100.00

Tabla 41: Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo.

La tabla 41 muestra las actividades productivas con un 57.68% en la que el viaje vacío es la de mayor representación con un 18.43% y las no productivas con un 42.32% en la que sobresale las fallas de cables con un 13.31%. En este equipo se ocasionaban rupturas frecuentes de cables debido al mal estado de estos lo que llevaba a parar la operación.

6.5.3. Descripción de los tiempos.

Tiempos productivos. Durante el estudio realizado se obtuvieron los siguientes resultados.

Periodo Analizado Febrero a julio del 2008			(%)
Días periodo:180	Horas periodo: 1620		
Días hábiles:132	Horas hábiles: 1188		100
Días efectivos: 73.5	Horas Efectivas: 661.5		55.7
Días perdidos: 58.5	Horas perdidas: 526.5	Meses perdidos: 2.7	44.3

Tabla 42: Tiempos productivos e improductivos.

La tabla 42 muestra tiempos productivos e improductivos en periodo de seis meses, que consta de 180 días de los cuales 132 son hábiles y 73.5 fueron efectivos, perdiendo 58.5 días, equivalente a 2.7 meses.

Tiempos no productivos programados o suplementarios (TNPP). Del total del tiempo improductivo el 27.1% equivale a TNP

Periodo analizado febrero a julio de 2008		(%)
Descripción de TNP	Días	
Instalaciones	11.86	74.80
Transporte maquinaria	2.00	12.60
Capacitaciones	2.00	12.60
Total	15.86	100,00

Tabla 43: Relación de tiempos no productivos programados (TNPP)

La tabla 43 muestra el total de los TNPP es de 15.86 días repartidos de la siguiente manera, Instalaciones 11.86 días, capacitaciones 2.0 días, transporte de la maquinaria 2.0 días.

Tiempos perdidos no programados (TPNP). Ocupa el 72.9% del total del tiempo improductivo.

Periodo analizado febrero a julio de 2008		
Descripción de TPNP	Días	(%)
Lluvia	2,26	5,29
Falla mecánica	1,67	3,91
Permiso	0,67	1,57
Falta de evaluación	27,56	64,51
Preparación corredores	1,67	3,91
Falta de programación	0,81	2,08
Orden	8,00	18,73
Total	42.64	100,00

Tabla 44: Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)

La tabla 44 muestra el total de los TPNP es de 42.64 días, distribuidos de la siguiente manera 27.56 días no productivos por falta de evacuación, 8.0 días por ordenes impuestas, 2.26 días por lluvia.

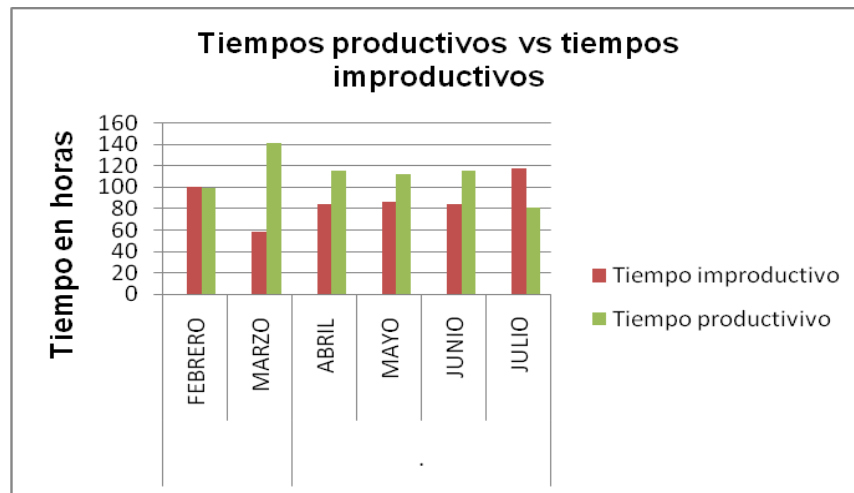


Figura 16: Gráfico de distribución de tiempos productivos e improductivos tomados en horas

En la figura 16 se muestran los tiempos productivos vs tiempos improductivos durante los seis meses de estudio, donde el mes julio fue el de mayor tiempo improductivo con 117 horas, y el mes de mayor tiempo productivo fue marzo con 140.5 horas de 198 horas hábiles y los tiempos productivos son los de mayor porcentaje con un 56% y los tiempos improductivos tienen un porcentaje del 44%.

➤ Estudio de movimientos

6.5.4. Rendimiento

El rendimiento ideal del TACM es de 2.8 toneladas hora, 25 toneladas día y 550 toneladas mensuales, el estudio se realizó por seis meses, el rendimiento ideal para este período será de 3300 toneladas.

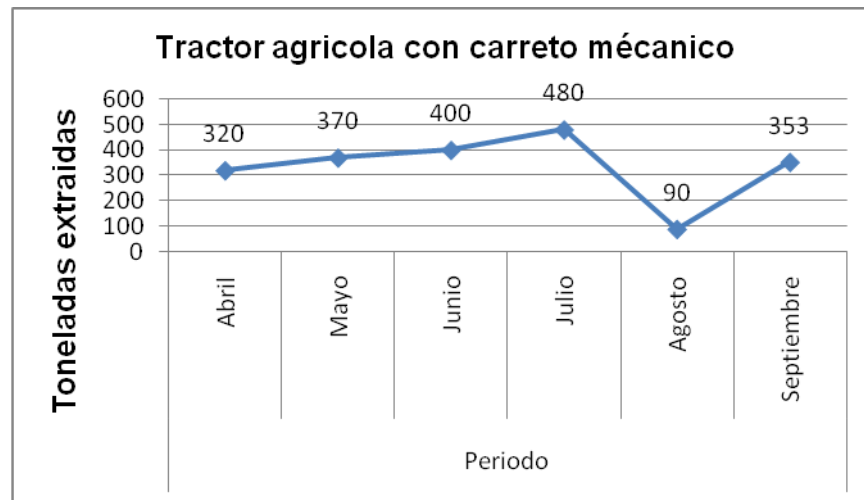


Figura 17: Gráfico de rendimientos del TACM.

La figura 17 muestra el rendimiento del TACM y en ninguno de los meses estudiados supera las metas establecidas, en julio se obtuvo un rendimiento de 480 toneladas siendo este el más alto del periodo, y en el mes de agosto presentó el rendimiento más bajo con 90 toneladas esto ocurrió porque en este mes fue de mucha lluvia y esta no dejaba trabajar la maquina, los suelos se saturaron, lo que no dejó evacuar los fustes y se acumuló gran cantidad de madera en trozas ya que no se podía despachar por que las vías estaban deterioradas, de esto se puede decir que el TACM obtuvo una eficacia del 60.5%

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Rendimiento Real}}{\text{Rendimiento Ideal}} = \frac{2013 \text{ ton}}{3330 \text{ ton}} * 100 = 60.5\%$$

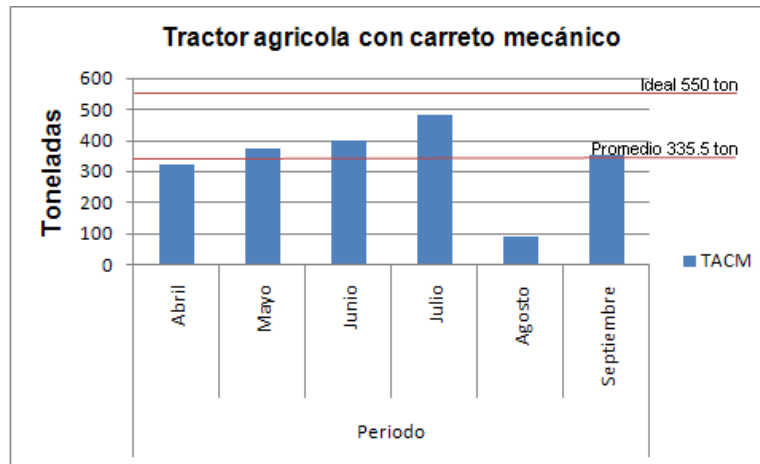


Figura 18: Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del TACM.

El gráfico 57 muestra el rendimiento ideal frente al rendimiento real que obtuvo el TACM, con un rendimiento promedio de 335.5 toneladas; perdiendo aproximadamente 214.5 toneladas al mes.

Descripción de los tiempos	Ideal	Real	Diferencia	Perdida (meses)	Porcentaje (%)
Horas disponibles	792	792	0	0	
Horas laboradas	792	422.1	(369.9)	1.86	46.7
Toneladas Extraídas	2200	1570	(630)	1.14	28.6
Toneladas hora	2.8	3.7	0.9	-	-

Tabla 45: Análisis de producción del TACM

La tabla 45 muestra que el TACM estuvo disponible 792 horas, se laboraron 422.1 horas que representa un 53.3%, teniendo 369.9 horas perdidas es decir 1.86 meses, con un rendimiento de 1570 toneladas, perdiendo 630 toneladas representando 1.14 meses de trabajo con un 28.6%, relacionando el número de horas laboradas por número de toneladas extraídas se concluye que el rendimiento es de 3.7 toneladas hora, superando el rendimiento ideal por hora para este equipo, pero nos podemos dar cuenta de que el rendimiento en toneladas extraídas presente una pérdida del 28.6%, de esto se puede decir que el equipo puede ser eficaz, pero se debe tener en cuenta ciertos criterios que pueden disminuir dicho rendimiento como son tiempos perdidos no programados, tiempos no productivos programados, y condiciones del entorno como son; distancia de madereo, pendiente del lote y carga transportada, para ello se realizó una regresión lineal que permitirá predecir el comportamiento de dichas variables.

El ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre toneladas hora y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Toneladas hora} = (4,12955) - (0,00329457 \times \text{distancia media}) + (1,10763 \times \text{pendiente media}) - (1,14 \times \text{carga transportada})$$

Distancia media= $(2/3) \times (\text{distancia total de madereo})$

Pendiente media= pendiente 1 + pendiente 2 +.....+ pendiente n /n.

Dado que el p-valor en la tabla ANAVA es inferior a 0.01, se puede decir que existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%. Ver anexo 14.

Implementación del modelo: Este modelo esta diseñado para predecir rendimientos en operaciones de madereo hasta una distancia media de 250 metros, pendientes entre 30 y 45%; y plantaciones de eucalipto (grandis), este equipo esta capacitado para hacer extracción forestal con eficacia a una distancia media menor a 270 metros.

6.5.5. Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el TACM

La falta de patios por condiciones topográficas y climáticas fue un factor determinante para que este equipo disminuyera su rendimiento, puesto que los adecuados eran de difícil acceso para el equipo de apoyo (Bell) para que este evacuara y esto ocasionó alteraciones negativas en el rendimiento de este equipo, además no se coordinaba adecuadamente la evacuación para el TACM con el cargue de vehículos. La topografía de algunos corredores afectó el normal desempeño en las operaciones de extracción de madera, cuando se presentan alteraciones en el terreno (ondulaciones) estas dificultan la extracción ya que a la hora de amarrar los fustes y hacer el recorrido lateral se imposibilita el desplazamiento hasta el lugar del estrobo demorándolo y por consiguiente bajando el rendimiento al equipo de extracción. El invierno ocasionó pérdidas considerables en el rendimiento del equipo, estas llevaban a paras en las operaciones y se saturaba el suelo imposibilitando la evacuación. La tumba inadecuada, mal direccionamiento de los fustes, estos quedan entrecruzados y obstaculizan su extracción. Cuando los corredores tienen distancias laterales mayores a 30 metros dificultan y retrasan la operación. El rendimiento del TACM depende de la densidad del bosque, del área basal por hectárea, y por ende el volumen por hectárea, de esto se basa que un corredor este por mas tiempo,

esto disminuye el número de instalaciones lo que lleva a disminuir el TNPP y aumenta el rendimiento.

6.6. WINCHE NACIONAL

6.6.1 Causas por las cuales disminuye el rendimiento el Winche nacional.

Descripción tiempos improductivos	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Lluvia	8,5	4,2	4,0	4,0	1,3	0,0
Instalación	31,0	0,0	15,0	13,0	29,0	33,0
Falla mecánica	97,0	16,0	51,5	0,0	0,0	0,0
Permiso	0,0	1,0	0,0	0,0	6,0	0,0
Capacitación	0,0	2,5	10,5	0,0	0,0	18,0
Falta de evacuación	25,0	27,5	15,0	22,0	16,0	22,0
Falta de madera	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0
Transporte de equipo	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0
Preparación corredores	0,0	0,0	0,0	33,0	9,0	2,0
Falla de cable	0,0	32,2	9,0	12,0	18,5	12,0
Orden	0,0	1,0	0,0	9,0	4,0	0,0
Total horas	162,5	84,4	105,0	93,0	85,3	115,0

Tabla 46: Descripción de tiempos improductivos por meses del Winche Nacional.

La tabla 46 muestra que en el mes de febrero se presentó la mayor pérdida de tiempo con 162.5 horas de las cuales 97 horas corresponden a fallas mecánicas, seguido de la falta de evacuación con 25 horas, y el mes que menos tiempo perdido presentó fue el de marzo con 84.4 horas donde las fallas e cables son las más representativas.

Descripción tiempos improductivos	Tiempos Perdidos		Porcentaje (%)
	Horas	Mese	
Lluvia	22,00	0,11	3,41
Instalación	121,00	0,61	18,75
Falla mecánica	164,50	0,83	25,50
Permiso	7,00	0,04	1,08
Capacitación	31,00	0,16	4,80
Falta de evaluación	127,50	0,64	19,76
Falta de madera	1,50	0,01	0,23
Transporte de equipo	29,00	0,15	4,49
Preparación corredores	44,00	0,22	6,82
Falla de cable	83,70	0,42	12,97
Orden	14,00	0,07	2,17
Total horas	645,20	3,26	100,00

Tabla 47: Resultados totales obtenidos en el seguimiento realizado al Winche para determinar las causas por las cuales disminuye su rendimiento.

La tabla 47 muestra que las fallas mecánicas con 164 horas es la causa por la cual el equipo pierde más tiempo, equivalente a 0.83 meses y un 25.5% del total de tiempo improductivo, y la falta de madera es la menor con 1.5 horas equivalente al 0.23% del total de tiempo improductivo. El tiempo improductivo total fue de 645.2 horas, lo que quiere decir que en un periodo de seis meses se pierde 2.66 meses equivalente al 44.3% del total del periodo evaluado.

DESCRIPCIÓN TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	HORAS	VALOR (miles \$)	TON	VALOR TON (miles \$)	
				OPERADOR \$ 1.656	ESTROBADO \$ 1.435
Lluvia	22,00	149,60	48,40	80,15	69,45
Instalación	121,00	822,82	266,20	440,83	382,00
Falla mecánica	164,50	1118,63	361,90	599,31	519,33
Permiso	7,00	47,60	15,40	25,50	22,10
Capacitación	31,00	210,81	68,20	112,94	97,87
Falta de	127,50	867,03	280,50	464,51	402,52
Falta de madera	1,50	10,20	3,30	5,46	4,74
Transporte de	29,00	197,21	63,80	105,65	91,55
Preparación	44,00	299,21	96,80	160,30	138,91
Falla de cable	83,70	569,18	184,14	304,94	264,24
Orden	14,00	95,20	30,80	51,00	44,20
Total	645,20	4387,49	1419,4	2350,59	2036,90

Tabla 48: Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de operador y estrobadores del Winche Nacional.

La tabla 48 muestra que el Winche perdió 645.2 horas durante el periodo de estudio y la empresa perdió 2.350.590 pesos y 2.036.900 pesos referentes a salarios del operador y estrobadores respectivamente, sumando un total de 4.387.490 pesos perdidos, suma que representa 3.26 meses de salario.

6.6.2. Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos.

➤ Estudio de Tiempos

Determinación del tamaño de la muestra. Se realizó un muestreo con una prueba piloto de 25 observaciones ver. Anexo 3. Arrojando los siguientes datos:

Dato Máximo: 10.91 min.

Dato Mínimo: 6.06 min.

Rango: 4.9 min.

S^2 :1.96

Por lo tanto n: 84 observaciones

Estudio de de tiempos por cronometro. Para el estudio de tiempos por cronometro se realizaron 83 observaciones. Ver Anexo 9.

El estudio muestra los siguientes datos:

Tiempo de viaje vacío: Representa entre el 10% y el 12% del tiempo total del ciclo que es 8.48 minutos, es decir, 0.8 minutos y 1.0 minutos, el tiempo de viaje vacío depende de la distancia de madereo, la habilidad del operador y la pendiente del terreno.

Tiempo de carga: Representa entre el 25% y 41% del tiempo total del ciclo, es decir, 2.1 minutos y 3.5 minutos, Generalmente los tiempos de carga son bastante altos, pero disminuye su importancia en el ciclo a medida que aumenta la distancia de madereo.

Tiempo de viaje cargado: Ocupa porcentajes que van entre 15% y 30%, es decir va entre 1.3 minutos y 2.5 minutos, a medida que aumenta la distancia de madereo aumenta la incidencia del viaje cargado en el ciclo de madereo.

Tiempos de descarga: En el ciclo de maderero ocupan porcentajes entre 10% y 17%, es decir va entre 0.8 minutos a 1.4 minutos, la incidencia del tiempo de descarga en el ciclo de maderero es inferior que el de las etapas antes mencionadas.

El estudio se realizó en distancias entre los 50 metros y 320 metros con una distancia promedio de 189.34 metros, un rango de pendiente entre 25% a 40% con un promedio de 30.35%, un total de fustes transportados entre 1 y 3 con promedio de 1.58 fustes por ciclo con un peso aproximado de carga que va entre 0.2 toneladas a 0.5 toneladas, con un promedio de 0.37 toneladas por ciclo.

Se determino que el ciclo promedio para el Winche nacional es:

Ciclo=V. vacío 1.02+T.carga 3.44+V. cargado 2.57+T. descarga 1.45 = 8.48 minutos.

Con los datos anteriores se calculó el número de toneladas día así:
 $540\text{min} / 8.48 \text{ min/ciclo} = 63.7 \text{ ciclos/día} * 0.37 \text{ ton} = 23.6 \text{ ton/día}$

Muestreo de trabajo. Para hacer este estudio por muestreo estadístico de proporciones se eligió la misma tarea que en el estudio por cronometro.

Actividad	Total observaciones	(%)
1. Viaje vacío	25	14,71
2. Cargar	26	15,29
3. Viaje con carga	28	16,47
4. Descargar	18	10,59
Subtotal productivos	97	57,06
5. Maquina	25	14,71
6. Desenredar estrobos	12	7,06
7. Necesidades personales	10	5,88
8. Falla cable	26	15,29
Subtotal improductivos	73	42,94
Total	170	100,00

Tabla 49: Resultados obtenidos en el muestreo de trabajo.

La tabla 49 muestra que las actividades productivas son las más representativas con 57.06% del cual el 16.47% equivale al viaje con carga y el 42.94% representa las actividades improductivas, donde las fallas de cable es la más representativa con 15.29%.

6.6.3. Descripción de los tiempos.

Periodo Analizado Febrero a julio del 2008			(%)
Días periodo:180	Horas periodo: 1620		
Días hábiles:132	Horas hábiles: 1188		100
Días efectivos: 60.3	Horas Efectivas: 542.7		45.7
Días perdidos: 71.7	Horas perdidas: 645.3	Meses perdidos: 3.3	54.3

Tabla 50: Tiempos productivos e improductivos.

La tabla 50 muestra tiempos productivos e improductivos en periodo de seis meses, que consta de 180 días de los cuales 132 son hábiles y tan solo 60.3 fueron efectivos, perdiendo 71.7 días, equivalente a 3.3 meses.

Tiempos no productivos programados o suplementarios (TNPP). Del total del tiempo improductivo el 22.1% equivale a TNPP

Periodo analizado febrero a julio de 2008		(%)
Descripción de TNPP	Días	
Instalaciones	13,40	67
Transporte maquinaria	3,20	16
Capacitaciones	3,40	17
Total	20,00	100

Tabla 51: Relación de tiempos no productivos programados (TNPP).

La tabla 51 muestra el total de los TNPP es de 20 días repartidos de la siguiente manera, Instalaciones 13.40 días, capacitaciones 3.4 días, transporte de la maquinaria 3.2 días.

Tiempos perdidos no programados (TPNP). Ocupa el 77.9%del total del tiempo improductivo.

Periodo analizado febrero a julio de 2008		Días	(%)
Descripción de TPNP			
Lluvia		2,44	4,73
Falla mecánica		18,28	35,43
Permiso		0,78	1,51
Falta de evaluación		14,17	27,47
Falta de madera		0,17	0,33
Preparación corredores		4,89	9,48
Falla de cable		9,30	18,03
Orden		1,67	3,02
Total		51,70	100,00

Tabla 52: Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)

La tabla 52 muestra el total de los TPNP es de 51.69 días, distribuidos de la siguiente manera 18.28 días no productivos por fallas mecánicas, 14 días por falta de evacuación, 9.3 por fallas de cables.

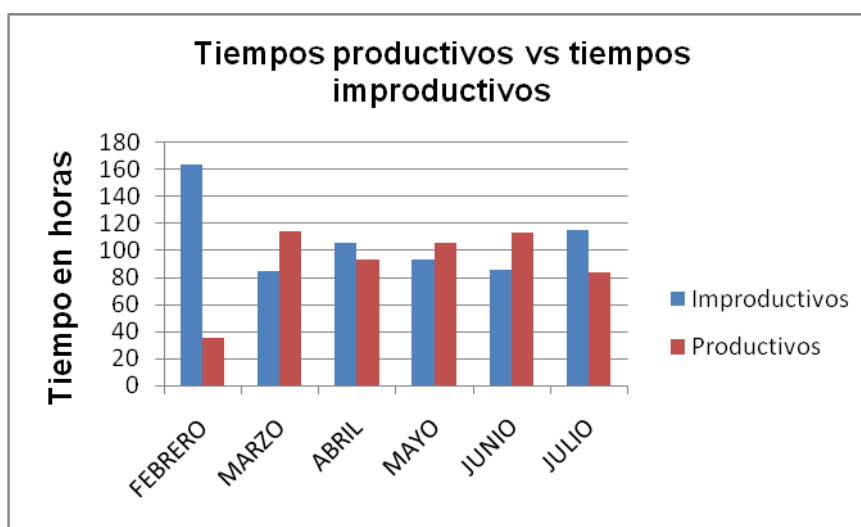


Figura 19: Distribución de tiempos productivos e improductivos tomados horas

En la figura 19 se muestran los tiempos productivos vs tiempos improductivos durante los seis meses de estudio, el mes de febrero presentó el mayor tiempo improductivo del periodo, debido a que en este mes el equipo falló mecánicamente y en marzo el equipo presentó el mayor tiempo productivo debido a que en este periodo se presentaron pocas lluvias.

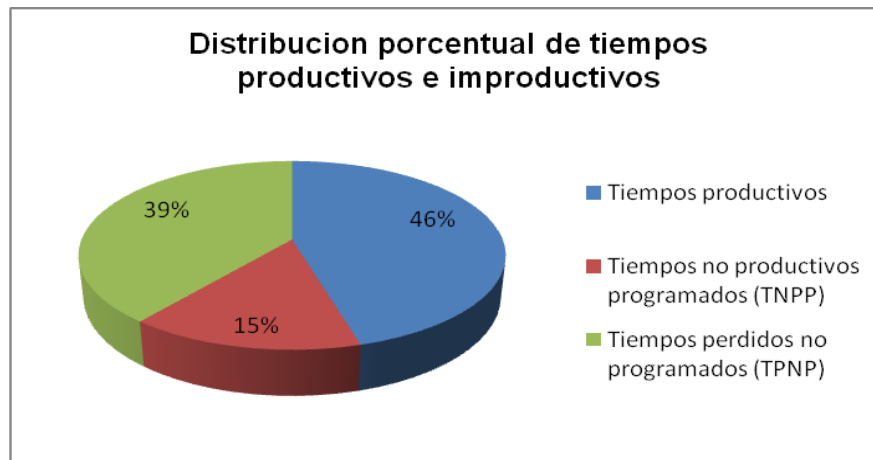


Figura 20: Gráfico de distribución porcentual de los tiempos en el maderero con el Winche Nacional.

La figura 20 muestra que los tiempos improductivos ocupan un 54% distribuido de la siguiente manera; el 39% referido a tiempos perdidos no programados (TPNP) y el 15% a tiempos no productivos programados (TNPP), y el 46% lo ocupan los tiempos productivos, el Winche obtuvo una eficiencia del 45.5%.

6.6.4. Rendimiento

El rendimiento ideal del Winche nacional es de 2.2 toneladas hora, 20 toneladas día y 440 toneladas mensuales, el estudio se realizó por seis meses, el rendimiento ideal para este período será de 2640 toneladas.

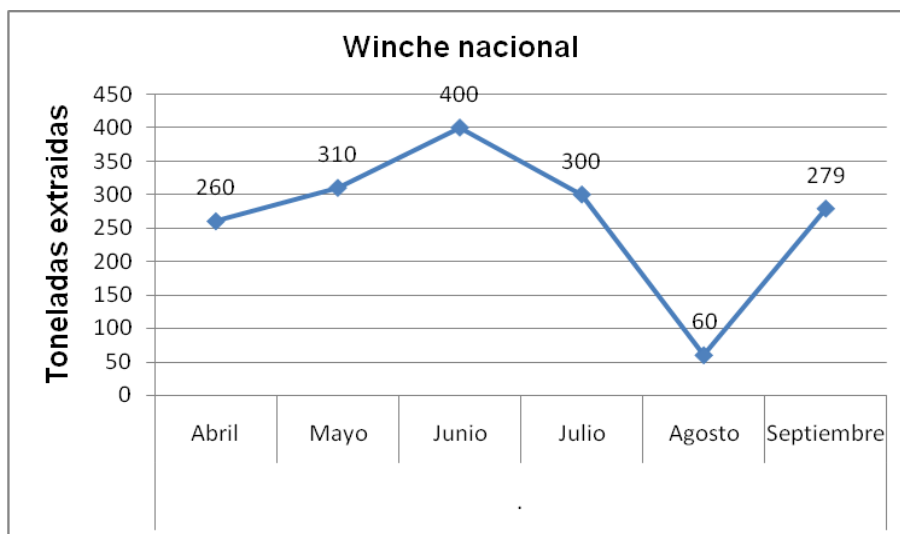


Figura 21: Gráfico de rendimientos del Winche Nacional.

La figura 21 muestra el rendimiento del Winche nacional donde no superas las metas planteadas, el mes de junio es el de más alto rendimiento con 400 toneladas y el mes de agosto es el del menor rendimiento con 60 toneladas, en este mes el rendimiento fue demasiado bajo por que se presentaron muchas lluvias lo que ocasionaba paras, además saturaba el suelo y no permitía la evacuación e los patios, también se vio afectado el despacho por el deterioro de las vías, por que se paro la operación por saturación de madera .

El Winche nacional obtuvo una eficacia del 60.9% en toneladas extraídas

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{RendimientbReal}}{\text{RendimienbIdeal}} = 1609 \text{ ton} / 2640 \text{ ton} * 100 = 60.9\%$$

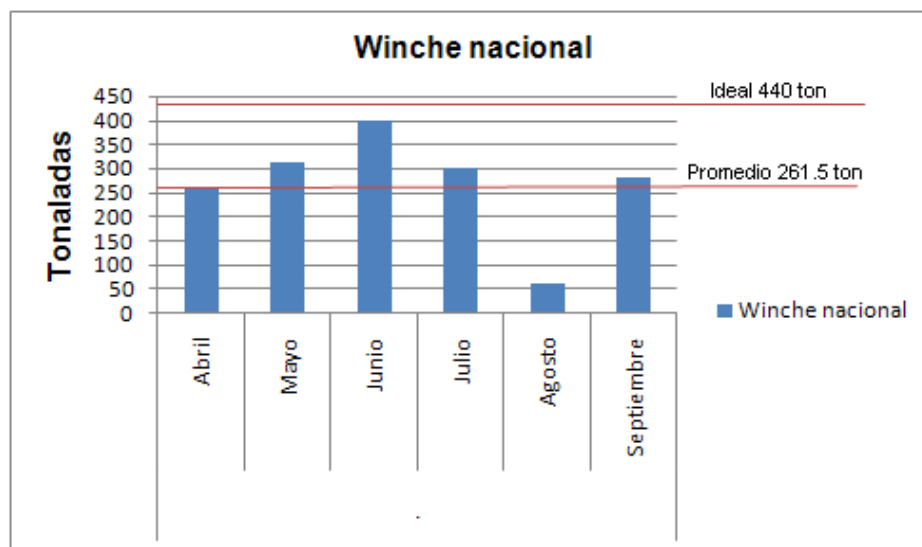


Figura 22: Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento real del Winche Nacional.

El gráfico 22 nos muestra el rendimiento ideal frente al rendimiento real que obtuvo el Winche nacional, con un rendimiento promedio de 261.5 toneladas; perdiendo aproximadamente 178.5 toneladas o al mes debido al invierno, las fallas mecánicas, la falta de evacuación, las instalaciones, preparación de corredores, transporte de equipos, falla de cable , ordenes impuestas y permisos.

Equipo	Rendimiento promedio		Rendimiento Periodo		Valor tonelada en pesos				R
					Estrobador		Operador		
	Ideal	Ideal	Ideal	Real	Ideal	Real	Ideal	Real	
FMC	990	660.2	5940	3961,2	560	840	700	1050	1,5
Valmet	660	551.3	3960	3307,8	868	1039	1050	1257	1,2
Torre k	880	743.3	5280	4459,8	1940	2297	787	932	1,2
Tracto K	770	665	4620	3990	2217	2567	899	1041	1,2
TACM	550	335.5	3300	2013	2273	3726	1259	2064	1,6
Winche	440	261.5	2640	1569	1435	2415	1537	2648	1,7

Tabla 53: Valor de la tonelada ideal vs real de operadores y estrobadores de equipos de extracción forestal.

La tabla 53 muestra el rendimiento ideal y el real de todos los equipos de extracción estudiados durante seis meses, en todos los equipos el rendimiento fue inferior al estándar de cada máquina, esto incurre en que el valor de la tonelada aumente tanto para operadores como para estrobadores, el equipo más deficiente es el winche este aumentó el precio a 1.7 la tonelada, el TACM le sigue con 1.6, y el FMC con 1.5 estos equipos aumentaron los costos por concepto de salarios en un 70, 60, y 50% respectivamente y el Valmet ,Torre Koller y Tracto-koller aumentaron el 20%.

Equipo	Rendimiento en el periodo (seis meses)	Valor tonelada operador + estrobador		Valor total en miles de pesos		Pérdida en miles de pesos
		Ideal	Real	Ideal	Real	
FMC	3961,2	1260	1890	4991,11	7486,67	2495,56
Valmet	3307,8	1918	2296	6344,36	7594,71	1250,35
Torre K	4459,8	2727	3229	12161,8	14400,6	2238,82
Tracto K	3990	3116	3608	12432,8	14395,9	1963,08
TACM	2013	3532	5790	7109,92	11655,2	4545,35
Winche	1569	2972	5063	4663,07	7943,85	3280,78
Total	19300,8	15525	21876	47703,1	63477,1	15773,94

Tabla 54: Pérdida en miles de pesos por el bajo rendimiento de los equipos

La tabla 54 muestra la pérdida en miles de pesos que presentaron los equipos de extracción estudiados en un periodo de seis meses, el equipo que más pérdida presenta es el TACM con \$ 4.545.350, seguido del Winche con \$ 3.280.780 y el equipo que meno pierde es el Valmet con \$ 1.250.350, en el periodo estudiado los seis equipos pierden \$ 15.773.940 esta cifra aumentó en un 40% de lo presupuestado.

Descripción de los tiempos	Ideal	Real	Diferencia	Perdida (meses)	Porcentaje (%)
Horas disponibles	792	792	0	0	
Horas laboradas	792	393.7	(398.3)	2.0	50.3
Toneladas Extraídas	1760	1270	(490)	1.1	27.8
Toneladas hora	2.2	3.2	1.0	-	-

Tabla 55: Análisis de producción del Winche nacional

La tabla 55 muestra que el Winche nacional estuvo disponible 792 horas, se laboraron 393.7 horas que representa un 49.7%, teniendo 398.3 horas perdidas es decir 2.0 meses, con un rendimiento de 1270 toneladas, perdiendo 490 toneladas representando 1.1 meses de trabajo con un 27.8%, relacionando el número de horas laboradas por número de toneladas extraídas se concluye que el rendimiento es de 3.2 toneladas hora, superando el rendimiento ideal por hora para este equipo, pero se puede ver que el rendimiento en toneladas extraídas presente una pérdida del 27.8%, de esto se puede decir que el equipo puede ser eficaz, pero se debe tener en cuenta ciertos criterios que pueden disminuir dicho rendimiento como son tiempos perdidos no programados, tiempos no productivos programados, y condiciones del entorno como son; distancia de madereo, pendiente del lote y carga transportada, para ello se realizó una regresión lineal que permitirá predecir el comportamiento de dichas variables:

El ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre toneladas hora y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Toneladas hora} = (0,669831) - (0,0114272 \times \text{distancia media}) + (4,22821 \times \text{pendiente media}) + (6,61416 \times \text{carga transportada})$$

$$\text{Distancia media} = (2/3) \times (\text{distancia total de madereo})$$

$$\text{Pendiente media} = \text{pendiente 1} + \text{pendiente 2} + \dots + \text{pendiente n} / n.$$

Dado que el p-valor en la tabla ANAVA es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%. Ver anexo 15.

Implementación del modelo: Este modelo esta diseñado para predecir rendimientos en operaciones de madereo hasta una distancia media de 250 metros, pendientes entre 30 y 45%; y plantaciones de eucalipto (grandis), este

equipo esta capacitado para hacer extracción forestal con eficacia a una distancia media menor a 270 metros.

6.6.5. Determinación de las causas que alteran el rendimiento en el Winche nacional

La falta de patios por condiciones topográficas fue un factor determinante para que este equipo disminuyera su rendimiento, ya que en los adecuados era difícil su evacuación. La topografía con ondulaciones afectó el desempeño en las operaciones de extracción de madera a la hora de amarrar los fustes y hacer el recorrido lateral se dificulta el desplazamiento hasta el lugar del estrobo demorándolo y por consiguiente bajando el rendimiento al equipo de extracción.

El invierno ocasionó pérdidas considerables en el rendimiento del equipo, ya que este llevaba a paras en las operaciones y se saturaba el suelo imposibilitando la movilización del equipo de apoyo para que este evacuara.

El rendimiento del Winche nacional depende de la densidad del bosque, del área basal por hectárea, y el volumen por hectárea, de esto se basa que un corredor este por mas tiempo en un lugar, esto disminuye el número de instalaciones lo que lleva a disminuir el TNPP y aumenta el rendimiento. La ergonomía tiene en uno de sus principales objetivos aumentar el rendimiento en los trabajadores, en la operación del Winche no se esta teniendo en cuenta este criterio ya que el operador de este equipo labora con incomodidad y por esta razón se puede estar disminuyendo su rendimiento.

7. CONCLUSIONES

El seguimiento realizado por el sistema de información forestal (SIF) a los equipos de extracción forestal, permitieron establecer las causas por las cuales se reduce su rendimiento. Las fallas mecánicas en los sistemas de arrastre fueron la más significativa, y para los equipos de extracción por cables aéreos fue la falta de evacuación.

Se diagramaron los movimientos rutinarios de los equipos de extracción y se determinaron los ciclos por fases; de tal forma que los equipos de arrastre ocupan el mayor tiempo por unidad de producción, en el cual se destaca el cargue como el más representativo dentro de un ciclo con un 40% para el FMC y el 45% para el VALMET 4x4, en los equipos de extracción con cables aéreos el tiempo por ciclo es menor, en la torre y tracto koller el viaje con carga es el más significativo con un 32 y 38% respectivamente, mientras que en el TACM y el Winche nacional el estrobo es el que representa el mayor porcentaje con un 41% para cada uno.

Se pudo determinar que en el TACM y Winche nacional el mayor tiempo dentro de un ciclo es el estrobo, esto debido en gran parte al carrito mecánico que se utiliza, lo que dificulta la operación del estrobador.

Se determinó que el tamaño de la muestra para el estudio de tiempos por cronometro depende de la variabilidad que tengan las fases del ciclo.

El equipo más eficiente fue el tracto-koller con un rendimiento del 86.4% y el más deficiente fue el TACM con un rendimiento del 60.5%.

Con el estudio realizado se pudo determinar que la principal variable que modifica el rendimiento en los equipos de extracción es la distancia media de madereo, teniendo en los sistemas de cables aéreos una gran influencia la distancia lateral.

Con el estudio realizado se consideró que la pendiente media dentro de un ciclo de madereo afecta negativamente el rendimiento en los equipos de arrastre y positivamente en los sistemas de cable aéreos.

Se pudo determinar que la carga transportada en una unidad de producción tiende a ser constante para todos los equipos de extracción estudiados, por lo que se puede llegar a omitir dentro del modelo de rendimiento.

Se pudo establecer que la distancia lateral en los corredores es muy significativa dentro del ciclo de madereo y que de esta depende en gran parte la eficacia de los equipos de extracción por cables.

Se determinó que el equipo que más pérdidas económicas presenta por bajo rendimiento es el TACM y el que presenta menos es el Valmet por concepto de salarios.

Se pudo determinar que en los seis equipos estudiados su incremento en el valor de la tonelada fue del 40% más de lo presupuestado.

8. RECOMENDACIONES

Para que el rendimiento del tractor forestal FMC sea eficiente, este debe trabajar a una distancia media no mayor de 150 metros cuando la pendiente este entre 10 y 20% y de 200 metros cuando la pendiente sea menor al 10%.

El tractor forestal FMC debe operar en lotes en los cuales exista el mayor volumen promedio por hectárea l, ya que este es más eficiente con madera pesada debido a su alto costo operacional.

El tractor forestal VALMET 4x4 debe operar en lotes con pendientes hasta del 20% y una distancia media máxima de 200 metros.

Los equipos de extracción con cables aéreos se deben instalar en lotes con pendientes mínimo del 35%.

La distancia lateral de los corredores debe ser menor de 30 metros para cada lado para un estrobo eficiente.

Los corredores deben tener en toneladas preferiblemente la cuarta parte de la cuota estándar de extracción de cada equipo para así disminuir el número de instalaciones al mes (máximo 4).

Se debe hacer un análisis de las condiciones y características de los lotes a extraer para así determinar si el equipo asignado para esa tarea puede cumplir con la cuota estándar establecida, de lo contrario modificarla según el rendimiento que el equipo pueda llegar a tener en dicho lote.

Mejorar el mantenimiento y adecuación del TACM y el Winche nacional, estos equipos trabajaban con cables en mal estado ocasionando rupturas frecuentes lo que incrementaba el TPNP.

Cuando a un equipo se le asigne un lote dejar que este lo acabe totalmente de lo contrario se afectara el rendimiento del equipo que llegue a continuar con esta labor.

Se debe controlar y monitorear el trabajo de tumba manual ya que los motosierreros no utilizan las técnicas adecuadas para el apeo lo que ocasiona dificultad en la extracción por que quedan fustes superpuestos, mal desramado, etc.

Se debe de tener más control a los diferentes frentes de aprovechamiento para determinar que los equipos asignados puedan obtener el rendimiento deseado; Se deben hacer controles de carácter técnico instalaciones, tumbas, adecuación de patios, etc.

Tener un verdadero control a los formatos que describen los tiempos improductivos (Formato perma), para manejar datos estadísticos, determinar posible fallas y establecer si estas se pueden controlar.

Se recomienda cambiar el formato (perma) por uno en que se pueda llevar la información de un mes completo, ya que el que actual es quincenal y a veces no se entrega a los operadores y los tiempos improductivos no se registran. Además se debe delegar alguien quien entregue los formatos, los reciba y maneje una estadística de los equipos que han estado al servicio de Cootraforc.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. H. LLOYD., Instituto Imperial de Silvicultura, Oxford, Inglaterra marzo 1 de 2002.
2. ISAZA R., Sistemas de aprovechamiento forestal en Antioquia Medellín, 1983. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
3. S. K. C.C., Smurfit Kappa Cartón de Colombia, División Forestal, Zona sur, Inventarios precosecha, 2007.
4. ANAYA, H.; CHRISTIANSEN, P. Aprovechamiento Forestal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José. Costa Rica, 1986.
5. CABALLERO, M., Estadística práctica para dasónomos, Subsecretaría forestal y de la fauna, México, 1990.
6. CABRERA, J., Transporte Forestal Terrestre, Instituto forestal, Santiago de Chile, 1979.
7. Fundación Chile., Actas primer taller de producción forestal, Concepción de Chile, 1988.
8. NIETO, R.; SORIA, J., Motores y maquinaria forestal, Junta de Andalucía Sevilla, 1990.
9. MALINOVSKY, R.A., Evolución de sistemas de cosecha en el sur de Brasil. Curitiba, 1998. 138 p.
10. R.; DONADO, R. Estudio de producción y costos. Universidad del Tolima. Ibagué 1994.
11. R. M. Cure, "Análisis y medición del trabajo", Editorial: Diana, México D.F. 1972, P: 152 –
12. MAYNARD, Harold B. "Manual de Ingeniería y Organización Industrial" Tercera Edición, Editorial: Reverté, S.A., España, 1987
13. KRICK, Edward V. Ingeniería de Métodos Editorial: Limusa, México D.F. 1991 Romero, M. A. 1991. Estudio.

ANEXOS

ANEXO 2: PLANILLA DE TIEMPOS No. 2

Tabla A2

No observaciones	Tiempo de Toma(min)	Elemento
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

ANEXO 3: PRUEBA PILOTO PARA EL CÁLCULO DE LA MUESTRA

Tabla A3

No DATOS	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
	VALMET 4X4	TORRE KOLLER	FMC	TRACTO KOLLER	TACM	WINCHE NACIONAL
1	10,65	6,80	7,66	9,53	8,61	6,06
2	10,83	5,08	8,45	12,18	7,46	7,10
3	11,25	6,33	8,65	11,50	8,05	7,12
4	11,38	6,60	8,91	9,58	8,51	7,23
5	11,53	7,13	9,06	10,25	8,75	7,43
6	11,75	8,75	9,16	8,58	8,83	7,63
7	11,76	8,00	9,53	11,07	9,26	7,71
8	13,88	6,90	9,75	9,67	9,60	7,73
9	12,41	7,00	9,83	11,42	9,65	7,75
10	12,68	11,68	9,88	11,33	9,65	7,76
11	12,75	9,98	9,91	11,13	9,66	7,93
12	12,75	8,13	9,99	8,10	9,90	8,41
13	12,88	6,60	10,02	11,17	9,98	8,43
14	13,03	7,38	10,1	11,50	10,05	8,88
15	13,16	7,88	10,1	7,93	10,16	9,25
16	13,26	6,97	10,12	9,25	10,80	9,53
17	14,33	7,83	10,4	7,07	10,86	9,78
18	14,35	7,38	10,66	10,62	11,05	9,86
19	14,5	7,00	11,08	9,17	11,25	9,96
20	14,58	4,72	11,63	7,52	11,53	10,03
21	14,83	5,85	11,75	10,38	11,83	10,16
22	15,22	7,17	11,78	7,50	12,03	10,41
23	15,91	8,32	13,47	9,00	12,85	10,80
24	16,03	8,50	14,25	8,60	12,98	10,83
25	16,08	8,97	10,25	8,77	10,95	10,91
PROMEDIO	13,2712	7,48	10,26	9,71	10,17	8,75
MAX	16,08	11,68	14,25	12,18	12,98	10,91
MIN	10,65	4,72	7,66	7,07	7,46	6,06
VARIANZA	2,69	2,13	2,17	2,19	2,06	1,96
TAM. MUES	114,80	90,90	92,54	93,35	88,01	83,81

ANEXO 4: PLANILLA DE TIEMPOS DEL TRACTOR FORESTAL FMC FT - 180 CA

Tabla A4

Finca: La paz

Equipo: FMC

Sistema: SKD

Lote: 16

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.503M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
1	2,92	3,35	6,65	1,92					14,83	180	0-10	3		1.51	0.98
2	2,87	4,12	8,52	0,67					16,17	180	0-10	3		1.51	0.98
3	3,50	4,80	5,38	1,13					14,82	180	0-10	3		1.51	0.98
4	3,67	3,60	7,60	2,00					16,87	180	0-10	3		1.51	0.98
5	3,68	11,58	9,48	2,42					27,17	180	0-10	3		1.51	0.98
6	3,57	6,90	9,62	1,25					21,33	180	0-10	3		1.51	0.98
7	4,42	4,15	3,85	3,92					16,33	180	0-10	3		1.51	0.98
8	3,50	2,00	3,83	1,07					10,40	180	0-10	3		1.51	0.98
9	4,02	4,23	6,50	0,43					15,18	180	0-10	3		1.51	0.98
10	3,50	3,00	6,25	0,72					13,47	180	0-10	3		1.51	0.98
11	3,75	2,78	6,53	1,77					14,83	180	0-10	3		1.51	0.98
12	2,70	7,83	6,80	0,87					18,20	180	0-10	3		1.51	0.98
13	4,17	3,00	5,92	1,17					14,25	180	0-10	3		1.51	0.98
14	2,75	2,10	4,68	0,58					10,12	180	0-10	3		1.51	0.98
15	2,58	1,78	4,60	0,57					9,53	180	0-10	3		1.51	0.98
16	2,15	1,22	5,00	0,28					8,65	180	0-10	3		1.51	0.98
17	4,70	1,63	7,83	0,80					14,97	180	0-10	3		1.51	0.98
18	3,03	0,98	4,65	1,08					9,75	180	0-10	3		1.51	0.98
19	2,47	1,83	4,45	1,27					10,02	180	0-10	3		1.51	0.98
20	2,57	3,05	5,13	1,00					11,75	180	0-10	3		1.51	0.98
21	1,33	6,93	2,50	1,02					11,78	75	0-10	4		2.01	1.3
22	0,91	5,79	2,13	1,00					9,83	60	0-10	3		1.51	0.98
23	1,66	3,67	2,73	0,85					8,91	50	0-10	3		1.51	0.98
24	1,83	2,13	4,09	1,01					9,06	30	0-10	3		1.51	0.98
25	0,5	1,10	5,46	0,60					7,66	40	0-10	3		1.51	0.98

Tabla A5

Finca: El recuerdo

Equipo: FMC

Sistema: SKD

Lote: 4

Fecha: Junio/2008

Vprom: 0.325M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo Total	Distancia mts	Pendiente %	No Fustes	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro						Vol.	Ton
26	4,61	10,14	8,08	1,50					24,33	300	24	3		0.975	0.63
27	4,30	3,96	17,47	4,10					29,83	300	24	4		1.3	0.84
28	4,65	7,68	9,00	3,50				0.50	24,83	300	24	4		1.3	0.84
29	4,76	13,74	7,66	4,10					30,26	300	24	4		1.3	0.84
30	0,81	5,27	1,40	2,40					9,88	40	18	5		1.62	1.1
31	0,83	3,70	2,13	1,79					8,45	40	18	5		1.62	1.1
32	1,03	4,58	1,67	1,88					9,16	40	18	5		1.62	1.1
33	0,91	4,50	2,14	2,44					9,991	60	18	4		1.3	0.82
34	1,02	4,56	4,17	0,91		2.00			10,66	70	18	4		1.3	0.82
35	4,50	9,83	7,79	4,71					26,83	300	24	5		1.62	1.1
36	4,00	10,85	22,00	10,37	7.00	0.50			47,22	300	18	5		1.62	1.1
37	4,13	14,30	9,32	3,61					31,36	300	18	5		1.62	1.1
38	0,91	4,59	1,60	3,00					10,1	50	20	4		1.3	0.8
39	0,86	5,40	0,84	3,00					10,1	50	18	4		1.3	0.8
40	0,91	4,17	2,27	4,28					11,63	50	18	4		1.3	0.8
41	0,88	5,37	2,08	2,75					11,08	55	20	4		1.3	0.8
42	0,66	6,50	2,09	0,66					9,91	40	18	4		1.3	0.8
43	0,66	2,00	1,00	1,59					5,25	25	10	3		0,98	0,63
44	0,56	5,04	0,73	1,33					7,66	25	10	3		0,98	0,63
45	0,75	5,51	1,50	2,49					10,25	45	15	3		0,98	0,63
46	0,75	8,05	0,95	2,58				2.50	12,33	50	20	3		0,98	0,63
47	0,83	5,05	3,35	1,27				2.10	10,50	60	20	3		0,98	0,63
48	0,91	1,69	3,65	1,91				1.26	8,16	65	20	3		0,98	0,63
49	1,51	5,82	7,37	1,46		1.66	1.25	2.00	16,16	70	25	3		0,98	0,63
50	1,00	6,31	3,45	1,37				2.12	12,13	73	25	3		0,98	0,63

Tabla A6

Finca: El recuerdo

Equipo: FMC

Sistema: SKD

Lote: 4

Fecha: Mayo/2008

Vprom: 0.325M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
51	0,90	4,01	4,09	1,66		0.83		2.08	10,66	75	25	5		1,63	1,06
52	2,88	3,48	4,97	1,70					13,03	170	25	4		1,30	0,85
53	3,41	6,67	10,83	1,97					22,88	180	25	5		1,63	1,06
54	3,78	9,97	7,05	1,88					22,68	400	25	1		0,33	0,21
55	7,51	11,61	12,71	3,50					35,33	400	9	5		1,63	1,06
56	7,50	13,05	11,51	5,52		2.00	3.00		37,58	400	9	3		0,98	0,63
57	2,75	1,27	52,01	7,13					63,16	350	15.5	4		1,30	0,85
58	2,75	34,76	13,64	8,45					59,60	350	15.5	4		1,30	0,85
59	3,50	42,16	10,50	3,00					59,16	350	15.5	5		1,63	1,06
60	0,33	3,98	1,52	2,15					7,98	30	4.4	3		0,98	0,63
61	0,58	12,70	3,65	1,23					18,16	80	8.8	2		0,65	0,42
62	1,66	5,10	4,19	3,88					14,83	80	8.8	4		1,30	0,85
63	1,26	8,74	2,98	4,48					17,46	80	8.8	3		0,98	0,63
64	1,25	7,33	3,12	5,20					16,90	80	8.8	3		0,98	0,63
65	1,83	6,33	3,62	4,75					16,53	80	8.8	4		1,30	0,85
66	2,45	13,80	5,45	4,13					25,83	160	22	5		1,63	1,06
67	2,40	13,83	4,47	4,16					24,86	160	22	6		1,95	1,27
68	2,73	6,60	5,33	4,44					19,10	120	11	5		1,63	1,06
69	2,03	10,58	4,55	3,14					20,30	120	11	6		1,95	1,27
70	1,45	15,13	4,40	7,04					28,02	120	11	3		0,98	0,63
71	2,43	9,33	4,55	7,35					23,66	160	22	6		1,95	1,27
72	2,35	8,51	4,94	7,33					23,13	160	22	5		1,63	1,06
73	2,75	34,76	13,64	8,45					59,60	350	15.5	4		1,30	0,85
74	3,50	42,16	10,50	3,00					59,16	350	15.5	4		1,30	0,85
75	0,33	3,98	1,52	2,15					7,98	350	15.5	5		1,63	1,06

Tabla A7

Finca: La paz
0.503M3

Equipo: FMC

Sistema: SKD

Lote: 4

Fecha: Mayo/2008

Vprom:

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
76	1,06	1,28	2,18	0,92					5,44	35	25	1		0,53	0,34
77	1,06	1,25	2,40	0,89					5,60	35	25	1		0,53	0,34
78	1,16	1,57	10,10	0,62					13,45	35	25	4		2,12	1,38
79	1,23	2,02	1,77	0,58					5,60	35	25	2		1,06	0,69
80	1,33	1,22	3,90	1,35					7,80	35	25	1		0,53	0,34
81	1,33	5,13	3,27	0,52					10,25	35	25	1		0,53	0,34
82	1,16	1,65	5,62	0,87					9,30	35	25	2		1,06	0,69
83	2,92	3,35	6,65	1,92					14,83	180	10	3		1,51	0,98
84	2,87	4,12	8,52	0,67					16,17	180	10	3		1,51	0,98
85	3,50	4,80	5,38	1,13					14,82	180	10	3		1,51	0,98
86	3,67	3,60	7,60	2,00					16,87	180	10	3		1,51	0,98
87	3,68	11,58	9,48	2,42					27,17	180	10	3		1,51	0,98
88	3,57	6,90	9,62	1,25					21,33	180	10	3		1,51	0,98
89	4,42	4,15	3,85	3,92					16,33	180	10	3		1,51	0,98
90	3,50	2,00	3,83	1,07					10,40	180	10	3		1,51	0,98
91	4,02	4,23	6,50	0,43					15,18	180	10	3		1,51	0,98
92	3,50	3,00	6,25	0,72					13,47	180	10	3		1,51	0,98
93	0,58	12,70	3,65	1,23					18,16	75	25	5		1,63	1,06

ANEXO 5: PLANILLA DE TIEMPOS DEL TRACTOR FORESTAL VALMET 4X4

Tabla A8

Finca: La paz

Equipo: VALMET

Sistema: SKD

Lote: 16

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.503M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
1	2.83	2.40	4.37	5.62	4.00				15.22	230	10	3		1,06	0,69
2	2.83	2.40	4.57	2,95		1.50			12.75	230	10	2		1,06	0,69
3	2.93	1.85	3.68	2,14					10.60	230	10	2		1,59	1,03
4	2.95	2.03	2.52	1,36					8.86	230	10	3		1,59	1,03
5	2.96	2.50	4.77	2,18					12.41	230	10	3		1,59	1,03
6	2.95	2.83	4.88	1,09					11.75	240	10	3		1,59	1,03
7	3.05	3.85	14.50	0,7				10.50	22.10	255	10	3		1,06	1,03
8	3.02	1.96	3.48	7,45	3.50				15.91	250	10	2		1,59	0,69
9	3.13	1.83	0.77	2,32					8.05	250	10	3		1,06	1,03
10	2.96	1.95	5.72	0,62	1.00				11.25	250	10	2		1,06	0,69
11	2.83	2.50	4.33	1,87					11.53	250	10	2		1,59	0,069
12	3.22	2.36	4.25	1,55					11.38	270	10	3		1,59	1,03
13	3.16	4.67	3.19	2,14					13.16	250	10	3		1,59	1,03
14	3.20	2.40	4.26	0,97					10.83	270	10	3		1,06	1,03
15	3.23	2.73	3.77	2,03					11.76	270	10	2			0,69
16	2,33	7,63	7,2	3,65					20,81	250	10	3		1,59	1,03
17	2,40	7,56	3,69	1,68					15,33	250	10	3		1,59	1,03
18	3,60	5,7	7,93	3,42					20,65	250	10	3		1,59	1,03
19	2,66	13	3,36	2,94	3.00				21,96	250	10	3		1,59	1,03
20	2,80	8,32	4,33	2,11					17,56	250	10	4		2,12	1,38
21	2,56	7,9	3,95	2,44					16,85	250	10	3		1,59	1,03
22	2,96	7,59	4,28	2					16,83	250	10	3		1,59	1,03
23	2,56	6,69	1,15	2,26					12,66	300	10	3		1,59	1,03
24	2,91	10,64	5,48	2					21,03	300	10	3		1,59	1,03
25	3,31	8,89	4,61	1,79					18,6	300	10	3		1,59	1,03

Tabla A9

Finca: El recuerdo

Equipo: VALMET

Sistema: SKD

Lote: 3

Fecha: Junio/2008

Vprom: 0.325M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
26	3,50	8,33	4,0	1,25					17,08	300	10	3		1,59	1,03
27	3,46	8,2	5,09	1,41					18,16	300	10	4		2,12	1,38
28	3,16	11	6,65	1,29				0.50	22,1	300	10	3		1,59	1,03
29	3,76	1,65	5,05	4,12		3.00			14.58	500	10	2		1,06	0,69
30	4,66	2,64	4,95	1,66					13,91	500	10	2		1,06	0,69
31	3,75	1,11	5,5	11					11,36	500	10	3		1,59	1,03
32	4,06	7,27	5,83	11,34		4.00			18,5	500	10	3		1,59	1,03
33	4,05	3,5	5,91	1,59					15,05	300	10	4		2,12	1,38
34	3,41	7,59	2,61	3,89					17,5	300	10	4		2,12	1,38
35	2,05	11,45	4,72	1,16					19,38	300	10	4		2,12	1,38
36	2,83	6,2	5,97	1,66					16,66	300	10	4		2,12	1,38
37	3,03	4,22	6,41	0,44					14,1	300	10	3		1,59	1,03
38	3,06	4,9	5,87	0,92					14,75	300	10	3		1,59	1,03
39	2,83	4,87	5,81	1,49					15	300	10	3		1,59	1,03
40	3,61	8,41	5,26	1,55					18,83	300	10	3		1,59	1,03
41	2,95	2,51	4,97	1,38					11,81	300	10	3		1,59	1,03
42	3,65	5,45	4,92	1,38					15,4	300	10	3		1,59	1,03
43	3,96	3,5	7,14	0,4					15	300	10	3		1,59	1,03
44	6,95	5,88	9,33	1,29		7.00			23,45	300	10	3		1,59	1,03
45	3,12	4,48	5,35	2,21					15,16	300	10	4		2,12	1,38
46	3,25	10,25	7,65	1,6			6.00		22,75	300	10	3		1,59	1,03
47	2,41	6,72	5,4	1,63					16,16	250	10	3		1,59	1,03
48	2,25	7,71	5,19	2,68					17,83	250	10	3		1,59	1,03
49	3,16	10	8,67	1,33	1.50				23,16	250	10	3		1,59	1,03
50	4,15	9,08	10,6	1,4	1.50				25,23	250	10	3		1,59	1,03

Tabla A10

Finca: El recuerdo

Equipo: VALMET

Sistema: SKD

Lote: 3

Fecha: Mayo/2008

Vprom: 0.325M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
51	2,53	9,3	4,83	1,62	1.50				18,28	250	10	3		1,59	1,03
52	2,58	7,83	5,12	3,12				200	18,65	250	10	4		2,12	1,38
53	2,75	7,3	6,78	2,13					18,96	250	10	3		1,59	1,03
54	1,13	8,37	1,33	1,08					11,91	75	20	3		0,98	0,63
55	1,03	6,1	1,03	1,07					9,23	75	20	2		0,65	0,41
56	1,40	6,26	1,75	0,79					10,2	75	20	2		0,65	0,27
57	1,25	-0,22	12,13	0,06					13,22	75	20	3		0,98	0,26
58	1,48	6,64	1,63	0,83					10,58	75	20	2		0,65	0,17
59	1,22	12,04	1,49	0,75					15,5	75	20	4		1,3	0,22
60	1,38	7,28	1,59	1					11,25	75	20	3		0,98	0,22
61	1,03	9,7	1,67	4,01					16,41	75	20	4		1,3	0,28
62	1,43	5,88	3,97	4,05	4.16				15,33	85	20	3		0,98	0,27
63	1,45	8,3	5	4	1.00				18,75	100	20	3		0,98	0,27
64	3,12	6,13	3,58	1,45					14,28	260	20	4		1,3	0,35
65	1,85	10,81	2,87	2,6					18,13	170	20	5		1,63	0,56
66	1,75	12	2,33	3,25					19,33	180	20	4		1,3	0,73
67	1,86	8,87	11,43	2,24					24,4	180	20	3		0,98	0,71
68	2,66	9,17	2,83	3,9				3.00	18,56	190	20	3		0,98	0,69
69	1,66	23,25	1,84	4,16					30,91	75	20	3		0,98	0,68
70	1,15	13,55	1,33	2,99					19,02	75	20	3		0,98	0,66
71	1,45	8,3	5	4	1.00				18,75	100	20	3		0,98	0,27
72	3,12	6,13	3,58	1,45					14,28	260	20	4		1,3	0,35
73	1,85	10,81	2,87	2,6					18,13	170	20	5		1,63	0,56
74	1,75	12	2,33	3,25					19,33	180	20	4		1,3	0,73
75	1,86	8,87	11,43	2,24					24,4	180	20	3		0,98	0,71

Tabla A11

Finca: La paz

Equipo: VALMET

Sistema: SKD

Lote: 3

Fecha: Mayo/2008

Vprom: 0.503M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distan cia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
76	1,06	1,28	2,18	0,92					5,44	35	25	1		0,53	0,34
77	1,06	1,25	2,40	0,89					5,60	35	25	1		0,53	0,34
78	1,16	1,57	10,10	0,62					13,45	35	25	4		2,12	1,38
79	1,23	2,02	1,77	0,58					5,60	35	25	2		1,06	0,69
80	1,33	1,22	3,90	1,35					7,80	35	25	1		0,53	0,34
81	1,33	5,13	3,27	0,52					10,25	35	25	1		0,53	0,34
82	1,16	1,65	5,62	0,87					9,30	35	25	2		1,06	0,69
83	2,92	3,35	6,65	1,92					14,83	180	10	3		1,51	0,98
84	2,87	4,12	8,52	0,67					16,17	180	10	3		1,51	0,98
85	3,50	4,80	5,38	1,13					14,82	180	10	3		1,51	0,98
86	3,67	3,60	7,60	2,00					16,87	180	10	3		1,51	0,98
87	3,68	11,58	9,48	2,42					27,17	180	10	3		1,51	0,98
88	3,57	6,90	9,62	1,25					21,33	180	10	3		1,51	0,98
89	4,42	4,15	3,85	3,92					16,33	180	10	3		1,51	0,98
90	3,50	2,00	3,83	1,07					10,40	180	10	3		1,51	0,98
91	4,02	4,23	6,50	0,43					15,18	180	10	3		1,51	0,98
92	3,50	3,00	6,25	0,72					13,47	180	10	3		1,51	0,98
93	0,58	12,70	3,65	1,23					18,16	75	25	5		1,63	1,06
94	1,45	8,3	5	4	1.00				18,75	100	20	3		0,98	0,27
95	3,12	6,13	3,58	1,45					14,28	260	20	4		1,3	0,35
96	1,85	10,81	2,87	2,6					18,13	170	20	5		1,63	0,56
97	1,75	12	2,33	3,25					19,33	180	20	4		1,3	0,73
98	1,86	8,87	11,43	2,24					24,4	180	20	3		0,98	0,71
99	2,66	9,17	2,83	3,9				3.00	18,56	190	20	3		0,98	0,69
100	1,66	23,25	1,84	4,16					30,91	75	20	3		0,98	0,68

Tabla A12

Finca: La paz

Equipo: VALMET

Sistema: SKD

Lote: 16

Fecha: Mayo/2008

Vprom: 0.503M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo Total	Distancia mts	Pendiente %	No Fustes	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro						Vol.	Ton
101	2,80	27,53	3,33	2			4.33		35,66	260	22	2		0,6	0,42
102	1,75	12,1	2,4	2,7			5.16		18,95	170	22	3		0,9	0,63
103	2,41	7,15	19,05	1,22					29,83	180	22	1		0,3	0,21
104	1,61	15,75	2,55	1,75					21,66	180	9	2		0,6	0,42
105	1,60	19,45	1,58	1,37					24,0	190	9	3		0,9	0,63
106	1,10	11,56	1,59	1,75				9.91	16,0	75	9	2		0,6	0,42
107	1,48	26,55	2,63	2,67				9.53	33,33	75	11	2		0,6	0,42
108	0,50	7,38	0,73	1,3					9,9	100	5	5		1,6	1,06
109	0,41	5,34	0,78	3					9,5	260	5	3		0,9	0,63
110	0,33	4,8	0,72	2,43					8,2	170	5	3		0,9	0,63
111	0,36	5,7	0,84	1,8					8,7	180	5	4		1,3	0,85
112	0,48	5,54	0,63	2,37					9,0	180	5	3		0,9	0,63
113	0,46	6,02	0,85	2,15				3.50	9,4	190	5	4		1,3	0,85
114	0,48	7,18	0,67	2,32			1.88	1.00	10,6	75	5	3		0,9	0,63
115	0,55	5,31	4,57	2,45					12,88	75	5	4		1,3	0,85

ANEXO 6: PLANILLA DE TIEMPOS DE LA TORRE DE MADREO KOLLER

Tabla A13

Finca: El recuerdo

Equipo: Torre koller

Sistema: ECA

Lote: 4 Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.325M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
1	0,77	2,45	2,50	1,08					6,80	285	31,1	1		0,33	0,21
2	1,17	1,05	2,23	0,63					5,08	285	31,1	2		0,65	0,42
3	1,55	1,35	2,70	0,73	1,00				6,33	285	31,1	2		0,65	0,42
4	1,18	1,30	3,55	0,57				1,00	6,60	285	31,1	1		0,33	0,21
5	1,68	1,88	2,65	0,92					7,13	285	31,1	3		0,98	0,63
6	1,23	1,62	5,55	0,35	3,23				8,75	285	31,1	1		0,33	0,21
7	1,07	1,98	4,05	0,90				1,50	8,00	285	31,1	2		0,65	0,42
8	1,07	2,57	2,77	0,50					6,90	285	31,1	1		0,33	0,21
9	0,88	2,68	2,67	0,77					7,00	285	31,1	4		1,30	0,85
10	0,97	3,20	6,17	1,35	3,66				11,68	285	31,1	3		0,98	0,63
11	1,35	3,32	2,52	2,80	2,02				9,98	285	31,1	3		0,98	0,63
12	1,22	3,35	2,38	1,18					8,13	285	31,1	3		0,98	0,63
13	1,33	2,03	2,57	0,67					6,60	285	31,1	3		0,98	0,63
14	1,02	1,67	2,47	2,23	0,75				7,38	285	31,1	3		0,98	0,63
15	1,17	2,15	2,98	1,58					7,88	285	31,1	3		0,98	0,63
16	0,93	2,53	2,28	1,22					6,97	285	31,1	3		0,98	0,63
17	1,50	1,95	2,57	1,82					7,83	285	31,1	4		1,30	0,85
18	1,47	2,10	1,58	2,23					7,38	285	31,1	3		0,98	0,63
19	1,67	1,08	2,47	1,34					7,00	285	31,1	1		0,33	0,21
20	1,75	1,13	2,17	0,93					4,72	300	31,1	3		0,98	0,63
21	1,72	1,30	2,67	1,03					5,85	300	31,1	3		0,98	0,63
22	1,98	1,10	2,77	1,23					7,17	300	31,1	3		0,98	0,63
23	1,30	3,92	2,75	1,04					8,32	320	31,1	3		0,98	0,63
24	1,07	3,97	2,58	1,12					8,50	320	31,1	2		0,65	0,42
25	1,13	4,13	2,52	1,15					8,97	320	31,1	3		0,98	0,63

Tabla A14

Finca: El recuerdo

Equipo: Torre koller

Sistema: ECA

Lote: 4

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.325M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
26	1,16	1,06	3,79	0,20	2,00				6,21	320	31,1	2		0.65	0.42
27	1,36	0,80	2,30	0,37					4,83	320	31,1	2		0.65	0.42
28	1,58	1,07	2,18	0,53					5,36	320	31,1	2		0.65	0.42
29	1,76	1,37	1,82	0,71					5,66	320	31,1	2		0.65	0.42
30	1,35	1,56	2,00	0,45					5,36	320	31,1	2		0.65	0.42
31	1,48	1,64	3,63	1,03	2,00				7,78	320	31,1	2		0.65	0.42
32	1,33	2,68	1,74	2,58					8,33	320	31,1	2		0.65	0.42
33	0,78	0,93	1,31	0,40					3,42	80	31,1	2		0.65	0.42
34	0,88	1,12	1,36	0,78					4,14	80	31,1	2		0.65	0.42
35	0,83	0,83	1,08	0,58					3,32	80	31,1	2		0.65	0.42
36	0,58	0,70	1,88	0,33					3,49	80	31,1	2		0.65	0.42
37	0,83	0,83	1,36	0,33					3,35	100	31,1	2		0.65	0.42
38	0,53	0,76	1,01	0,73					3,03	80	31,1	2		0.65	0.42
39	0,50	0,58	0,36	1,55					2,99	80	31,1	2		0.65	0.42
40	0,58	0,83	1,70	0,76					3,87	80	31,1	2		0.65	0.42
41	0,58	0,83	0,70	0,76					2,87	80	31,1	2		0.65	0.42
42	0,83	1,16	2,23	1,02					5,24	80	31,1	2		0.65	0.42
43	0,76	1,13	1,51	1,25					4,65	80	31,1	2		0.65	0.42
44	0,85	0,81	1,41	1,05					4,12	80	31,1	2		0.65	0.42
45	0,83	0,58	1,38	1,25					4,04	80	31,1	2		0.65	0.42
46	0,78	0,96	1,63	0,73					4,10	80	31,1	2		0.65	0.42
47	0,93	0,86	2,30	0,53					4,62	40	31,1	2		0.65	0.42
48	0,78	0,66	1,50	0,76					3,70	40	31,1	2		0.65	0.42
49	1,23	2,23	1,76	1,86	0,50				7,08	300	31,1	1		0.33	0.21
50	1,61	1,10	2,1	0,77					5,58	300	31,1	2		0.65	0.42

Tabla A15

Finca: El recuerdo

Equipo: Torre koller

Sistema: ECA Lote: 4

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.325M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
51	1,48	1,43	1,95	0,8					5,66	300	31,1	2		0.65	0.42
52	1,75	3,10	5,16	2,6	0,13		3,50	1,25	12,61	300	31,1	3		0.975	0.63
53	1,22	3,09	4,74	1,8	2,66				10,85	300	31,1	2		0.62	0.42
54	1,35	2,30	3,11	0,95	1,33				7,71	300	31,1	1		0.325	0.21
55	1,71	2,20	2,02	2,29					8,22	300	31,1	1		0.32	0.21
56	1,30	2,66	2,05	0,65					6,66	300	31,1	3		0.975	0.63
57	1,35	1,73	3,17	1,38			1,26		7,63	300	31,1	2		0.65	0.42
58	1,22	3,43	1,98	0,8					7,43	300	31,1	2		0.65	0.42
59	1,75	8,25	2,58	1,95					14,53	300	31,1	2		0.65	0.42
60	1,28	1,75	2,2	0,67					5,90	300	31,1	2		0.65	0.42
61	1,20	1,82	2,18	1,21					6,41	300	31,1	2		0.65	0.42
62	1,40	3,16	2,85	1,84					9,25	300	31,1	2		0.65	0.42
63	1,28	3,72	2,6	1,23					8,83	300	31,1	1		0.325	0.21
64	1,91	3,39	2,06	1,57					8,93	300	31,1	3		0.975	0.63
65	1,26	3,32	1,9	2,12					8,60	300	31,1	1		0.325	0.21
66	1,43	1,80	2,25	1,92					7,40	300	31,1	2		0.65	0.42
67	1,23	1,93	2,32	1,9					7,38	300	31,1	1		0.325	0.21
68	1,43	1,05	3,98	1,00	1,83				7,46	300	31,1	2		0.65	0.42
69	2,33	1,55	2,57	2,06	1,00			0,66	8,51	300	31,1	3		0.975	0.63
70	1,48	2,17	2,01	0,87					6,53	300	31,1	2		0.65	0.42
71	1,23	1,32	1,96	0,92					5,43	300	31,1	1		0.325	0.21
72	2,93	1,43	2,04	1,9	1,66				8,30	300	31,1	2		0.62	0.42
73	1,36	1,64	1,98	2,2					7,18	300	31,1	2		0.62	0.42
74	1,30	2,11	1,95	1,84					7,20	300	31,1	2		0.62	0.42
75	2,16	1,45	4,05	0,54					8,2	350	31,1	3		0.975	0.63

Tabla A16

Finca: El recuerdo

Equipo: Torre koller

Sistema: ECA

Lote: 4

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.325M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendien te	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
76	5,88	3,68	2,75	1,10					9,73	350	31,1	2		0,65	0,42
77	4,83	2,60	2,42	0,91	0.50				8,16	350	31,1	2		0,65	0,42
78	6,71	4,05	2,62	0,90					10,23	350	31,1	1		0,33	0,21
79	5,35	3,27	2,38	1,32					9,05	350	31,1	1		0,33	0,21
80	4,26	2,01	2,04	1,33					7,63	350	31,1	1		0,33	0,21
81	4,55	2,43	2,23	0,82					7,60	350	31,1	1		0,33	0,21
82	5,93	3,23	3,73	1,17					10,83	350	31,1	2		0,65	0,42
83	4,58	2,32	2,54	1,79	1.00				8,91	360	31,1	3		0,98	0,63
84	3,83	1,83	2,39	0,94					7,16	360	31,1	2		0,65	0,42
85	5,02	2,06	2,31	1,62		1.30			8,95	360	31,1	2		0,65	0,42
86	4,61	2,56	2,59	1,21					8,41	360	31,1	1		0,33	0,21
87	6,38	4,73	2,57	1,10					10,05	360	31,1	2		0,65	0,42
88	3,55	1,89	4,20	1,58	2.50				9,33	360	31,1	2		0,65	0,42
89	3,95	1,79	2,43	1,53	1.16				7,91	360	31,1	3		0,98	0,63
90	4,85	3,02	2,46	1,35					8,66	360	31,1	2		0,65	0,42
91	5,33	2,58	2,00	1,17					8,50	380	31,1	2		0,65	0,42

ANEXO 7: PLANILLA DE TIEMPOS DEL TRACTO-KOLLER

Tabla A17

Finca: El recuerdo

Equipo: Tracto-koller

Sistema: ECA

Lote: 5

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.321M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
1	3,2	2,0	3,1	2,1					9,5	360,0	30	3		0,78	0,55
2	3,2	2,0	3,1	2,1					12,2	360,0	30	3		0,78	0,55
3	2,0	1,5	3,0	5,0					11,5	360,0	30	4		1,04	0,73
4	2,5	2,3	2,9	1,9					9,6	350,0	30	2		0,52	0,36
5	2,6	2,5	2,5	2,5					10,3	340,0	30	1		0,26	0,18
6	2,8	2,1	2,8	1,3					8,6	340,0	30	1		0,26	0,18
7	4,5	2,3	3,1	2,0					11,1	340,0	30	2		0,52	0,36
8	3,3	2,5	3,0	1,0					9,7	340,0	30	3		0,78	0,55
9	2,9	2,3	3,4	2,8					11,4	340,0	30	3		0,78	0,55
10	3,2	2,8	3,0	2,3					11,3	350,0	30	2		0,52	0,36
11	3,8	2,0	3,8	1,6					11,1	350,0	30	1		0,26	0,18
12	2,8	1,8	2,4	1,6					8,1	350,0	30	3		0,78	0,55
13	3,7	1,5	4,0	2,0					11,2	350,0	30	2		0,52	0,36
14	3,9	1,5	4,3	2,8					11,5	350,0	30	2		0,52	0,36
15	3,2	1,2	2,8	0,8					7,9	350,0	30	3		0,78	0,55
16	1,2	5,4	1,2	1,5					9,3	340,0	30	3		0,78	0,55
17	1,4	3,3	0,3	2,0					7,1	340,0	30	3		0,78	0,55
18	1,8	4,1	3,2	1,6					10,6	340,0	30	4		1,04	0,73
19	1,4	3,6	1,5	2,7					9,2	340,0	30	2		0,52	0,36
20	2,2	1,8	2,8	0,8					7,5	340,0	30	1		0,26	0,18
21	3,8	2,1	2,2	2,3					10,4	340,0	30	2		0,52	0,36
22	2,0	1,7	2,5	1,4					7,5	340,0	30	2		0,52	0,36
23	3,3	1,2	2,4	2,2					9,0	340,0	30	3		0,78	0,55
24	3,1	1,7	2,8	1,1					8,6	340,0	30	3		0,78	0,55
25	4,3	1,2	2,5	0,8					8,8	340,0	30	2		0,52	0,36

Tabla A18

Finca: El recuerdo

Equipo: Tracto-koller Sistema: ECA

Lote: 5

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.321M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
26	4,76	1,05	4,96	0,56					11,33	500	27	3		0,52	0,36
27	3,5	5,05	5,05	0,22					13,82	500	27	1		0,78	0,55
28	3,36	2,05	5,08	0,58					11,07	500	27	3		0,26	0,18
29	2,85	1,63	5,06	0,46					10	500	27	2		0,78	0,55
30	3	1,06	5,46	0,76					10,28	500	27	3		0,52	0,36
31	2,45	2,04	4,41	0,33					9,23	500	27	1		0,78	0,55
32	2,71	1,41	6,04	1,53					11,69	500	27	4		0,26	0,18
33	2,5	2,1	4,08	0,71					9,39	500	27	3		1,04	0,73
34	2,46	2,68	6,35	0,58					12,07	500	27	5		0,78	0,55
35	2,02	3,5	3,13	0,03					9,15	300	20	2		1,3	0,91
36	2,18	2,28	2,83	0,5					7,79	300	20	2		0,52	0,36
37	2,46	2,16	3,35	0,36					7,33	300	20	3		0,52	0,36
38	2,25	1,53	3,75	0,45					7,98	300	20	3		0,78	0,55
39	2,33	3,22	12,03	0,48					18,06	300	20	4		0,78	0,55
40	2,03	2,08	3,28	0,8					8,19	300	20	3		1,04	0,73
41	1,91	2,23	3,09	0,83					8,06	300	20	3		0,78	0,55
42	14,71	14,35	30,98	3,04					63,08	300	20	3		0,78	0,55
43	2,01	2,05	4,07	0,76					8,89	300	20	4		0,78	0,55
44	20,05	1,25	4,13	0,56					25,99	300	20	3		1,04	0,73
45	2,65	2,18	3,08	0,66					8,57	250	27	2		0,78	0,55
46	2,33	1,46	3,28	0,96					8,03	250	27	2		0,52	0,36
47	2,05	2,16	3	1,26					8,47	250	27	2		0,52	0,36
48	3,51	2,71	3,03	1,58					10,83	250	27	4		0,52	0,36
49	2,36	2,83	4	1,83					11,02	250	27	4		1,04	0,73
50	2,38	2,43	3,06	0,09					7,96	250	27	3		0,52	0,36

Tabla A19

Finca: El recuerdo

Equipo: Tracto-koller

Sistema: ECA

Lote: 5

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.321M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
51	2,33	1,75	3,0	2,22					9,3	250	27	3		0,78	0,55
52	4,06	1,33	3,5	1,08					9,97	250	27	3		0,78	0,55
53	2,25	3,06	3,22	0,86					9,39	250	27	3		0,78	0,55
54	3,5	2,06	5,0	1,85					12,41	250	27	3		0,78	0,55
55	1,83	2,68	3,5	1,02					7,2	250	27	4		1,04	0,73
56	1,63	2,75	2,65	0,85					7,88	250	27	2		0,52	0,36
57	1,95	2,28	3,45	0,85					8,53	250	27	2		0,52	0,36
58	2,02	1,85	3,06	0,08					7,01	250	27	2		0,52	0,36
59	2,16	1,66	5,33	0,46					9,61	250	27	3		0,78	0,55
60	1,93	1,09	3,08	1,25					7,35	250	27	3		0,78	0,55
61	1,91	5,06	2,43	1,41					10,81	250	27	2		0,52	0,36
62	1,86	4,25	5,13	0,66					11,24	250	27	4		1,04	0,73
63	1,98	2,61	3,07	0,66					8,32	250	27	3		0,78	0,55
64	2,18	2,66	3,85	1,38					10,07	250	27	3		0,78	0,55
65	1,15	0,76	1,86	1,18					4,95	250	27	3		0,78	0,55
66	1,26	0,71	1,38	0,76					3,4	250	27	3		0,78	0,55
67	1,48	0,76	2,43	0,71					4,62	250	27	3		0,78	0,55
68	1,28	0,7	1,46	0,33					3,77	150	27	2		0,52	0,36
69	1,5	1,68	1,86	0,5					5,04	150	27	3		0,78	0,55
70	1,12	1,83	6,83	0,03					9,81	150	27	3		0,78	0,55
71	1,38	0,73	2,0	1,36					5,47	150	27	3		0,78	0,55
72	2,51	1,33	2,91	0,07					6,82	150	27	3		0,78	0,55
73	1,23	1,22	1,0	0,33					3,78	150	27	3		0,78	0,55
74	1,35	1,18	1,31	1,12					4,96	150	27	3		0,78	0,55
75	1,05	1,76	1,16	0,33					4,3	150	27	3		0,78	0,55

Tabla A20

Finca: El recuerdo

Equipo: Tracto-koller

Sistema: ECA

Lote: 5

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.321M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton.
76	1,0	0,9	1,1	0,6					3,6	150,0	27	2		0,52	0,36
77	1,7	1,0	1,5	0,5					4,7	150,0	27	3		0,78	0,55
78	1,4	1,0	1,6	1,0					5,0	150,0	27	3		0,78	0,55
79	1,4	1,7	1,8	0,6					5,4	150,0	27	3		0,78	0,55
80	1,4	1,5	1,2	0,4					4,5	150,0	27	4		1,04	0,73
81	1,0	1,1	1,6	0,5					4,2	150,0	27	3		0,78	0,55
82	1,0	0,9	1,7	0,7					4,2	150,0	27	3		0,78	0,55
83	1,3	1,1	2,5	0,6					5,4	150,0	27	3		0,78	0,55
84	1,0	1,4	2,2	1,2					5,9	150,0	27	3		0,78	0,55
85	1,5	3,8	2,2	1,1					8,7	150,0	27	3		0,78	0,55
86	1,5	1,5	6,0	0,1					9,1	150,0	27	3		0,78	0,55
87	1,2	1,9	2,9	0,3					6,3	150,0	27	3		0,78	0,55
88	2,1	1,7	2,8	0,8					7,5	150,0	27	3		0,78	0,55
89	1,6	2,1	2,3	0,5					6,5	150,0	27	3		0,78	0,55
90	2,7	2,5	5,8	0,7					11,6	150,0	27	3		0,78	0,55
91	3,3	2,5	5,1	1,2					9,5	150,0	27	3		0,78	0,55
92	3,3	2,0	7,0	0,7					12,9	150,0	27	3		0,78	0,55
93	3,13	3,26	5,96	1,35					13,7	150	27	3		0,78	0,55

ANEXO 8: PLANILLA DE TIEMPOS DEL TACM

Tabla A21

Finca: Claridad

Equipo: TACM

Sistema: ECA

Lote: 35

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.361M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
1	2,8	3,9	2,0	0,6					8,6	130,0	30	2		0,72	0,47
2	2,6	4,3	2,4	0,9					10,1	130,0	30	3		1,08	0,70
3	2,3	3,4	2,3	0,6					8,5	150,0	30	3		1,08	0,70
4	1,8	3,2	2,1	0,4					7,5	150,0	30	2		0,72	0,47
5	1,8	5,7	2,1	0,5					10,0	160,0	30	2		0,72	0,47
6	1,3	5,0	2,1	0,4					8,8	160,0	30	1		0,36	0,23
7	1,3	6,7	8,7	1,3	7,0				17,9	160,0	30	3		1,08	0,70
8	1,8	6,1	1,6	0,4					9,9	160,0	30	2		0,72	0,47
9	1,5	4,9	2,0	1,2					9,6	160,0	30	2		0,72	0,47
10	1,8	7,2	3,1	0,9	1,5				13,0	160,0	30	4		1,44	0,94
11	1,6	4,0	2,1	0,4					8,1	160,0	30	1		0,36	0,23
12	1,8	6,4	2,0	1,0					11,1	160,0	30	2		0,72	0,47
13	1,9	5,5	2,1	0,6					10,2	160,0	30	3		1,08	0,70
14	2,0	2,5	3,4	1,0	1,3				8,8	150,0	30	2		0,72	0,47
15	1,8	2,8	3,2	0,8	0,5				8,5	150,0	30	1		0,36	0,23
16	1,8	2,3	1,7	2,3	5,8				8,1	150,0	30	3		1,08	0,70
17	1,9	3,0	2,0	0,8					7,7	150,0	30	2		0,72	0,47
18	3,3	3,3	2,3	0,8				2,0	9,7	150,0	30	3		1,08	0,70
19	1,8	2,0	2,6	1,0					7,3	150,0	30	1		0,36	0,23
20	1,6	3,7	3,1	1,0	3,0				9,3	150,0	30	1		0,36	0,23
21	0,7	4,4	3,3	3,4	2,0				11,8	100,0	30	3		1,08	0,70
22	0,7	5,1	0,4	0,9					7,2	100,0	30	2		0,72	0,47
23	0,5	2,1	1,3	3,0					6,8	90,0	30	3		1,08	0,70
24	0,8	1,8	1,5	0,4					4,5	90,0	30	2		0,72	0,47
25	2,1	3,2	1,6	2,8	1,0			1,8	9,7	90,0	30	4		1,44	0,94

Tabla A22

Finca: Claridad

Equipo: TACM

Sistema: ECA

Lote: 35

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.361M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
26	3,26	1,15	1,19	1,06					6,66	90	30	1		0,36	0,23
27	1,30	4,03	1,32	0,93					7,58	90	30	3		1,08	0,70
28	1,41	4,17	1,5	1					8,08	90	30	1		0,36	0,23
29	2,16	5,59	1,63	1,42					10,8	180	60	2		0,72	0,47
30	2,60	3,95	1,71	2,99					11,25	180	60	3		1,08	0,70
31	0,75	1,55	1,36	0,36					4,02	120	45	1		0,36	0,23
32	0,73	3,2	0,48	1,09					5,5	120	45	2		0,72	0,47
33	0,75	1,8	1,35	0,8	0,83			0,5	4,7	120	45	3		1,08	0,70
34	0,66	1,77	1,52	1,07					5,02	120	45	2		0,72	0,47
35	0,86	3,05	1,34	0,45					5,7	120	45	2		0,72	0,47
36	0,66	4,54	1,46	1,09					7,75	120	45	2		0,72	0,47
37	0,75	2,28	1,38	0,84					5,25	120	45	3		1,08	0,70
38	1,80	7,2	3,13	0,85					12,98	160	30	4		1,44	0,94
39	1,60	3,98	2,05	0,42					8,05	160	30	1		0,36	0,23
40	1,75	6,38	1,97	0,95					11,05	160	30	2		0,72	0,47
41	1,86	5,47	2,05	0,78					10,16	160	30	3		1,08	0,70
42	2,20	1,96	1,82	1,02					7	180	60	2		0,72	0,47
43	2,55	4,47	1,84	2,7					11,56	180	60	2		0,72	0,47
44	4,00	3,02	2,46	2,55					12,03	180	60	3		1,08	0,70
45	4,75	1,47	2,46	4,17					12,85	180	60	2		0,72	0,47
46	2,78	2,05	2,29	2,53					9,65	180	60	3		1,08	0,70
47	2,10	2,73	2,39	3,64		1,5			10,86	180	60	4		1,44	0,94
48	2,58	1,83	2,12	0,88		3			7,41	180	60	3		1,08	0,70
49	1,91	1,89	4,5	0,93					9,23	370	40	2		0,72	0,47
50	1,41	1,99	2,63	1,52					7,55	370	40	2		0,72	0,47

Tabla A23

Finca: Claridad

Equipo: TACM

Sistema: ECA

Lote: 35

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.361M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
51	1,36	6,3	2,8	2,99			1,5		13,45	370	40	4		1,44	0,94
52	1,43	5,8	2,7	1,6					11,53	370	40	2		0,72	0,47
53	1,45	2,23	2,25	1,17					7,1	370	40	2		0,72	0,47
54	1,48	7,78	2,52	1,65					13,43	370	40	3		1,08	0,70
55	1,68	3,65	2,47	2,23					10,03	370	40	2		0,72	0,47
56	1,45	6	2,63	1,68	5				11,76	370	40	2		0,72	0,47
57	4,00	5,61	2,97	2,22					14,8	370	40	2		0,72	0,47
58	1,86	1,54	2,43	2					7,83	370	40	2		0,72	0,47
59	1,40	1,58	2,9	2,1	2,5				7,98	370	40	2		0,72	0,47
60	1,83	1,82	2,1	1,33					7,08	370	40	2		0,72	0,47
61	1,33	1,83	2,5	0,94					6,6	370	40	2		0,72	0,47
62	1,46	2,4	2,47	1,52					7,85	370	40	3		1,08	0,70
63	1,53	1,83	4,24	1,3					8,9	370	40	2		0,72	0,47
64	1,41	1,42	2,29	0,94					6,06	370	40	1		0,36	0,23
65	1,13	1,97	2,65	2,83					8,58	370	40	1		0,36	0,23
66	1,16	9	2,6	1,72					14,48	370	40	3		1,08	0,70
67	0,91	3,67	2,44	0,79					7,81	300	45	2		0,72	0,47
68	1,22	2,53	1,83	0,57					6,15	300	45	3		1,08	0,70
69	1,08	1,25	4,17	1,1					7,6	300	45	3		1,08	0,70
70	1,20	2,31	2,79	0,35					6,65	300	45	2		0,72	0,47
71	1,43	3,38	2,5	0,42					7,73	300	45	2		0,72	0,47
72	1,33	1,65	2,2	0,38					5,56	300	45	2		0,72	0,47
73	1,16	1,79	2,15	0,65					5,75	300	45	2		0,72	0,47
74	1,10	2,78	1,77	0,38					6,03	300	45	1		0,36	0,23
75	1,03	2,97	1,86	2,14				1,5	8	300	45	1		0,36	0,23

Tabla A24

Finca: Claridad

Equipo: TACM

Sistema: ECA

Lote: 35

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.361M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
76	1,20	3,8	2,18	0,33					7,51	300	45	2		0,72	0,47
77	1,03	3,2	2,1	0,67	1,5				7,0	300	45	3		1,08	0,70
78	1,05	3,85	2,35	0,66					7,91	300	45	2		0,72	0,47
79	1,13	4,9	2,63	0,5					9,16	300	45	2		0,72	0,47
80	1,23	2,97	1,16	0,82					6,18	300	45	2		0,72	0,47
81	1,03	2,07	2,83	0,45					6,38	300	45	2		0,72	0,47
82	1,05	4,15	1,26	0,94					7,4	300	45	3		1,08	0,70
83	2,83	3,22	2,03	0,53					8,61	130	30	2		0,72	0,47
84	2,56	4,27	2,37	0,85					10,05	130	30	3		1,08	0,70
85	2,30	3,38	2,28	0,55					8,51	130	30	3		1,08	0,70
86	1,75	3,21	2,12	0,38					7,46	150	30	2		0,72	0,47
87	1,80	5,65	2,08	0,45					9,98	150	30	2		0,72	0,47
88	1,33	4,97	2,06	0,39					8,75	160	30	1		0,36	0,23

ANEXO 9: PLANILLA DE TIEMPOS DEL WINCHE NACIONAL

Tabla A25

Finca: Claridad

Equipo: Winche

Sistema: ECA

Lote: 35

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.361M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo Total	Distancia mts	Pendiente %	No Fustes	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro						Vol.	Ton
1	1,80	2,51	2,35	1,09					7,75	130	35	1		0,361	0,23
2	1,76	2,50	2,54	4,03	2,51				10,83	130	35	1		0,361	0,23
3	1,75	2,96	1,32	1,60	2,50				7,63	130	35	1		0,361	0,23
4	1,43	2,82	1,26	2,22	2,96				7,73	130	35	2		0,722	0,47
5	1,50	3,26	1,34	1,33	2,82				7,43	130	35	1		0,361	0,23
6	1,55	2,65	2,35	0,68	3,26				7,23	130	35	2		0,722	0,47
7	1,70	3,03	1,22	1,17	2,65				7,12	130	35	2		0,722	0,47
8	2,05	1,78	1,95	0,28	3,03				6,06	130	35	2		0,722	0,47
9	1,83	2,00	2,73	0,54	1,78				7,10	130	35	3		1,083	0,70
10	1,91	4,29	3,86	1,60	2,00				11,66	320	35	2		0,722	0,47
11	2,66	2,27	3,37	1,48					9,78	320	35	2		0,722	0,47
12	2,66	3,17	3,92	0,41					10,16	320	35	2		0,722	0,47
13	2,08	8,00	5,25	0,92	5,00				16,25	320	35	2		0,722	0,47
14	2,03	4,62	3,15	1,11					10,91	320	35	2		0,722	0,47
15	1,96	3,45	2,99	1,46					9,86	320	35	3		1,083	0,70
16	2,05	3,70	3,16	1,05					9,96	320	35	1		0,361	0,23
17	0,75	8,50	4,55	1,25				1,66	15,05	300	35	2		0,722	0,47
18	0,66	6,00	3,47	1,23				1,66	11,36	300	35	1		0,361	0,23
19	0,76	10,65	3,71	1,64				1,75	16,76	300	35	3		1,083	0,70
20	0,70	9,38	3,58	1,36				2,33	15,02	300	35	2		0,722	0,47
21	0,73	6,32	3,20	1,77				2,30	12,02	300	35	2		0,722	0,47
22	0,71	5,84	3,03	1,17				2,00	10,75	300	35	1		0,361	0,23
23	1,03	5,99	5,28	1,55				2,25	13,85	300	35	2		0,722	0,47
24	0,75	5,75	2,56	1,39				1,75	10,45	300	35	1		0,361	0,23
25	0,75	5,75	2,56	1,39					10,45	300	35	1		0,36	0,23

Tabla A26

Finca: Claridad

Equipo: Winche

Sistema: ECA

Lote: 35

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.361M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
26	3,12	7,21	4,1	1,55	2,25			2,5	15,98	300	37	2		0,72	0,47
27	0,66	9,84	3,46	1,29				2,36	15,25	300	37	1		0,36	0,23
28	0,93	10,85	3	2,4				3,75	17,18	300	37	2		0,72	0,47
29	0,75	7,88	3,92	1,6				2,25	14,15	300	37	1		0,36	0,23
30	0,8	4,66	3,85	1,1				0,63	10,41	300	37	1		0,36	0,23
31	0,81	2,67	2,93	1,3				0,58	7,71	300	37	1		0,36	0,23
32	0,76	2,92	2,77	1,31				0,6	7,76	300	37	1		0,36	0,23
33	0,85	2,9	3,21	0,97				0,63	7,93	300	37	1		0,36	0,23
34	0,91	4,09	3,06	1,19				0,66	9,25	300	37	3		1,08	0,70
35	0,83	3,47	3,53	1,05				0,66	8,88	300	37	1		0,36	0,23
36	0,81	3,1	3,22	1,3				1,5	8,43	300	37	1		0,36	0,23
37	0,76	2,85	4,37	1,55				0,71	9,53	300	37	1		0,36	0,23
38	0,81	5,27	3,4	1,32				1,86	10,8	300	37	2		0,72	0,47
39	0,66	4,84	2,86	1,67				2,26	10,03	300	37	1		0,36	0,23
40	1,05	5,1	3,87	1,73			0,5	0,78	11,75	300	37	2		0,72	0,47
41	1,33	5,47	3,5	1,82				0,75	12,12	300	37	1		0,36	0,23
42	0,91	9,22	3,28	1,62			3,5	0,75	15,03	300	37	2		0,72	0,47
43	0,66	3,27	1,98	1,72					7,63	130	25	2		0,72	0,47
44	0,6	2,42	2,59	1,44					7,05	130	25	2		0,72	0,47
45	0,7	1,05	2,41	1,24					5,4	130	25	1		0,36	0,23
46	0,71	1,49	2,3	1,48					5,98	130	25	1		0,36	0,23
47	0,61	0,72	2,2	1,4					4,93	130	25	1		0,36	0,23
48	0,5	0,8	3,66	0,79					5,75	130	25	1		0,36	0,23
49	0,76	1,74	2,08	1,28					5,86	130	25	1		0,36	0,23
50	0,75	1,3	2,33	1,12					5,5	140	25	1		0,36	0,23

Tabla A27

Finca: Claridad

Equipo: Winche

Sistema: ECA

Lote: 35

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.361M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton
51	0,71	1,32	1,99	2,18					6,2	140	25	1		0,36	0,23
52	0,73	1,72	0,81	0,83					4,09	140	25	1		0,36	0,23
53	0,6	5,73	2,07	0,62				4	9,02	140	25	1		0,36	0,23
54	0,7	2,13	1,98	1,05					5,86	140	25	1		0,36	0,23
55	0,61	2,7	2,02	2,62				1	7,95	140	25	2		0,72	0,47
56	0,61	1,45	3,24	1,66					6,96	140	25	2		0,72	0,47
57	0,73	5,43	1,82	1,97				4	9,95	140	25	2		0,72	0,47
58	0,96	2,2	2,4	1,89					7,45	140	25	3		1,08	0,70
59	0,85	2,35	2,25	1,71					7,16	140	25	2		0,72	0,47
60	0,71	3,62	2,05	1,78		0,83			8,16	140	25	2		0,72	0,47
61	0,7	2	2,42	2,03					7,15	140	25	3		1,08	0,70
62	0,68	2,82	1,53	2,42		0,83			7,45	140	25	2		0,72	0,47
63	0,7	3,1	2,86	1,39	0,66				8,05	140	25	2		0,72	0,47
64	1,26	3,42	5,62	1,7			3,66		12	140	25	1		0,36	0,23
65	0,71	0,75	2,22	1,62					5,3	140	25	1		0,36	0,23
66	0,66	3,27	1,98	1,72					7,63	140	25	1		0,36	0,23
67	0,6	2,42	2,59	1,44					7,05	140	25	1		0,36	0,23
68	1,25	1,23	1,33	1,24					5,05	80	25	2		0,72	0,47
69	1,85	1,33	1,3	1,47					5,95	80	25	2		0,72	0,47
70	0,93	2,63	0,34	1,61					5,51	80	25	2		0,72	0,47
71	0,5	0,3	1,7	2,1					4,6	80	25	1		0,36	0,23
72	1	0,61	1,27	2,42					5,3	80	25	1		0,36	0,23
73	0,63	0,72	1,35	1,61					4,31	80	25	2		0,72	0,47
74	0,51	1,2	1,35	1,67					4,73	80	25	2		0,72	0,47
75	0,48	0,72	2,41	1,1					4,71	80	25	1		0,36	0,23

Tabla A28.

Finca: Claridad

Equipo: Winche

Sistema: ECA

Lote: 35

Fecha: Abril 2008

Vprom: 0.361M3

CICLO	Tiempo productivo				Tiempo improductivo				Tiempo	Distancia	Pendiente	No	Observaciones	Carga	
	V.vac	Cargue	V.car	Desc.	E.est	Nece.	Incid.	Otro	Total	mts	%	Fustes		Vol.	Ton.
76	0,46	2,54	1,36	1,1					5,46	80	25	2		0,72	0,47
77	1,03	2,45	1,42	1,41					6,31	80	25	2		0,72	0,47
78	0,43	1,37	1,35	1,28					4,43	80	25	1		0,36	0,23
79	0,46	1,6	1,22	0,28					3,56	80	25	2		0,72	0,47
80	0,85	1,06	1,17	1,57					4,65	80	25	1		0,36	0,23
81	0,46	0,94	1,46	1,55					4,41	80	25	1		0,36	0,23
82	1,02	1,21	1,4	0,57					4,2	85	25	1		0,36	0,23
83	0,9	1,66	1,47	1,4					5,43	85	25	2		0,72	0,47
84	0,43	1,32	1,5	1,41					4,66	85	25	1		0,36	0,23

ANEXO 10: ANAVA DEL TRACTOR FORESTAL FMC FT-180 CA

Figura A1: Grafico de dispersión

Gráfico de Componente+Residuo para toneladas hora

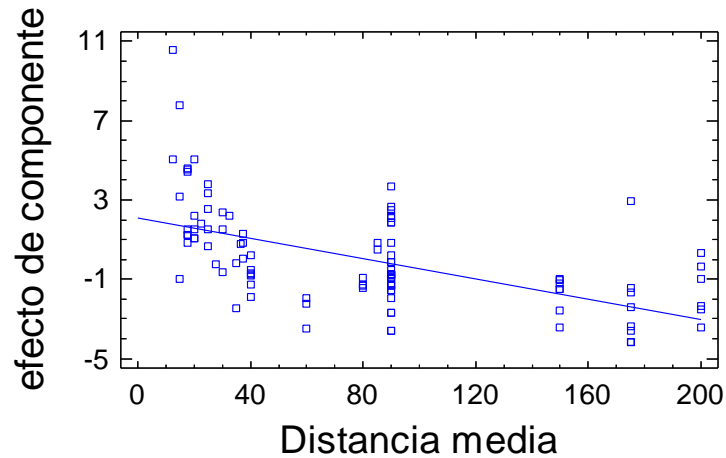


Tabla A29: Análisis de Regresión Múltiple

Variable dependiente: ton hora

Parámetro	Error Estimación	Estadístico estándar	T	P-Valor
CONSTANTE	-6,91536	5,54702	-1,24668	0,2154
Dist media	-0,027498	0,00357475	-7,69229	0,0000
Pendiente	20,7736	12,0077	1,73002	0,0867
Ton ciclo	9,42929	3,20469	2,94234	0,0040

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	338,603	3	112,868	27,17	0,0000
Residuo	415,469	100	4,15469		
Total (Corr.)	754,072	103			

R-cuadrado = 44,9033 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 43,2504 porcentaje
Error estándar de est. = 2,03831
Error absoluto medio = 1,47078
Estadístico de Durbin-Watson = 1,20912 (P=0,0000)
Auto correlación residual en Lag 1 = 0,382857

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 44,9033% de la variabilidad en ton hora. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente números de variables independientes, es 43.2504%. El error estándar de estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 2,03831. Este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú del texto. El error absoluto medio (MAE) de 1,47078 es el valor medio de los residuos. El estadístico Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se han introducido los datos en el fichero. Dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial. Represente los residuos frente al orden de fila para ver si hay algún modelo que pueda verse.

ANEXO 11: ANAVA DEL TRACTOR FORESTAL VALMET 4X4

Figura A2: Grafico de dispersión

Gráfico de Componente+Residuo para Toneladas hora

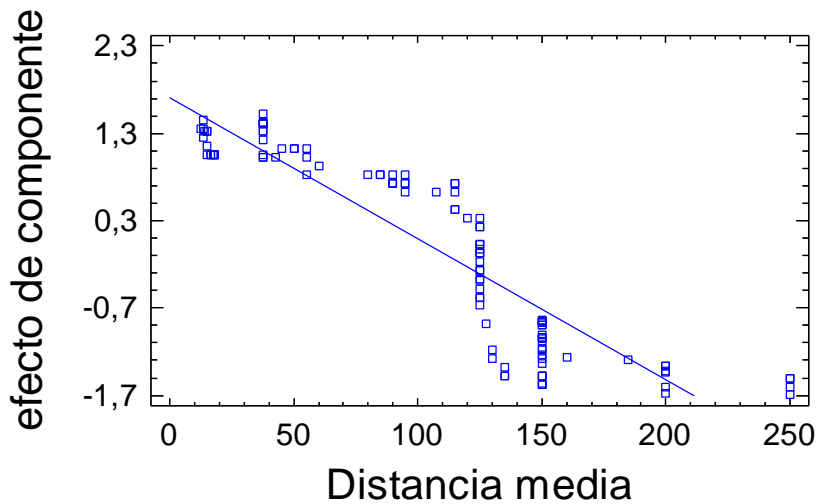


Tabla A30: Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P Valor
Modelo	260,403	3	86,8008	400,30	0,0000
Residuo	23,8522	110	0,216838		
Total (Corr.)	284,255	113			

R-cuadrado = 91,6089 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 91,38 porcentaje

Error estándar de est. = 0,465659

Error absoluto medio = 0,38062

Estadístico de Durbin-Watson = 0,13332 (P=0,0000)

Auto correlación residual en Lag 1 = 0,924545

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 91.6089% de la variabilidad en Toneladas hora. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 91.38%. El error estándar de la estimación muestra la

desviación típica de los residuos que es 0,465659. Este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú del texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,38062 es el valor medio de los residuos. El estadístico Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se han introducido los datos en el fichero. Dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial. Represente los residuos frente al orden de fila para ver si hay algún modelo que pueda verse.

Para decidir la simplificación del modelo, tenga en cuenta que el p-valor más alto en las variables independientes es 0,1028, perteneciendo a toneladas ciclo. Puesto que el p-valor es superior o igual a 0.10, este término no es estadísticamente significativo para un nivel de confianza del 90% o superior. Por tanto, debería considerar quitar toneladas ciclo del modelo.

ANEXO 12: ANAVA DE LA TORRE DE MADEREO KOLLER

Figura A3: Grafico de dispersión.

Gráfico de Componente+Residuo para toneladas hora

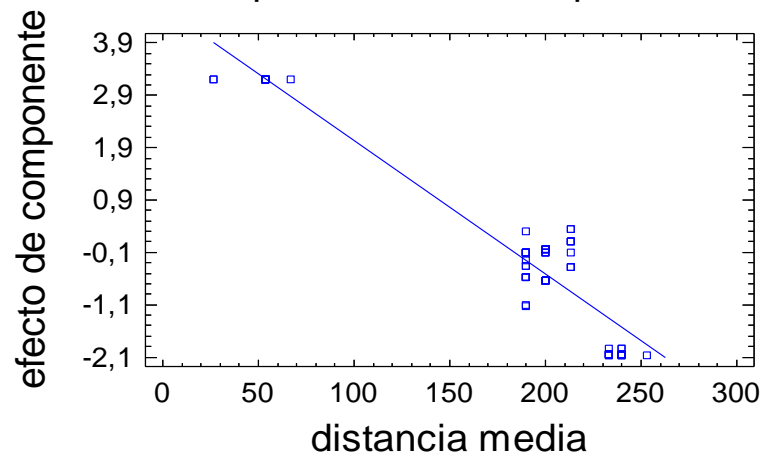


Tabla A31: Análisis de Regresión Múltiple

Variable dependiente: toneladas hora

Parámetro	Error Estimación	Estadístico estándar	T	P-Valor
CONSTANTE	3,00007	1,8315	1,63804	0,1050
Distancia media	-0,0253942	0,00328394	-7,73285	0,0000
Pendiente media	11,0853	4,04172	2,74272	0,0074
Toneladas ciclo	2,76455	0,45395	6,08999	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	438,221	3	146,074	620,63	0,0000
Residuo	20,4767	87	0,235365		
Total (Corr.)	458,697	90			

R-cuadrado = 95,5359 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 95,382 porcentaje

Error estándar de est. = 0,485144
Error absoluto medio = 0,373188
Estadístico de Durbin-Watson = 0,661877 (P=0,0000)
Auto correlación residual en Lag 1 = 0,665485

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 95.5359% de la variabilidad en toneladas hora. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferentes números de variables independientes, es 95.382%. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 0,485144. Este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú del texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,373188 es el valor medio de los residuos. El estadístico Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se han introducido los datos en el fichero. Dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial. Represente los residuos frente al orden de fila para ver si hay algún modelo que pueda verse.

Para decidir la simplificación del modelo, tenga en cuenta que el p-valor más alto en las variables independientes es 0,0074, perteneciendo a pendiente media. Puesto que el p-valor es inferior a 0.01, el término de orden superior es estadísticamente significativo para un nivel de confianza del 99%. Por tanto, probablemente no quiera quitar ninguna variable del modelo.

ANEXO 13: ANAVA DEL TRACTO-KOLLER

Figura A4: Grafico de dispersión.

Gráfico de Componente+Residuo para toneladas hora

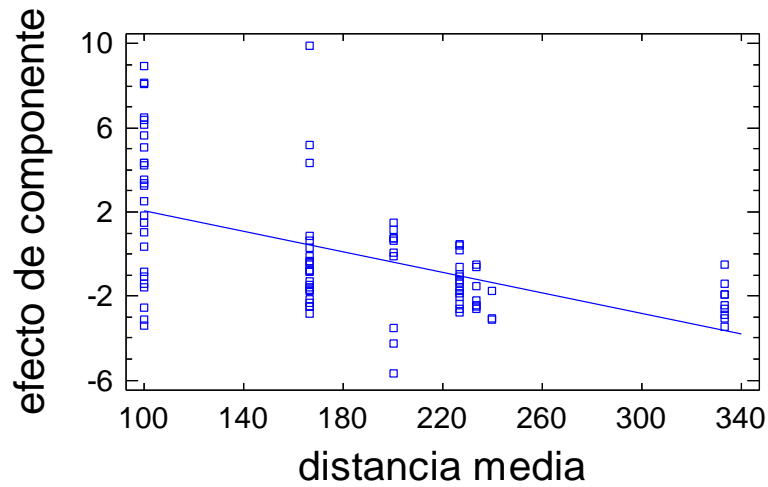


Tabla A32: Análisis de Regresión Múltiple

Variable dependiente: toneladas hora

Parámetro	Error Estimación	Estadístico estándar	T	P-Valor
CONSTANTE	7,2743	3,84939	1,88973	0,0620
Distancia media	-0,0245189	0,00416664	-5,88458	0,0000
Pendiente media	15,3715	11,326	1,35718	0,1782
Tonelada ciclo	1,2696	1,96392	0,646463	0,5196

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	278,838	3	92,9459	12,56	0,0000
Residuo	658,736	89	7,40153		
Total (Corr.)	937,574	92			

R-cuadrado = 29,7404 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 27,372 porcentaje

Error estándar de est. = 2,72057
Error absoluto medio = 2,01723
Estadístico de Durbin-Watson = 0,871643 (P=0,0000)
Auto correlación residual en Lag 1 = 0,541252.

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 29.7404% de la variabilidad en toneladas hora. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente números de variables independientes, es 27.372%. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 2,72057. Este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú del texto. El error absoluto medio (MAE) de 2,01723 es el valor medio de los residuos. El estadístico Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se han introducido los datos en el fichero. Dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial. Represente los residuos frente al orden de fila para ver si hay algún modelo que pueda verse.

Para decidir la simplificación del modelo, tenga en cuenta que el p-valor más alto en las variables independientes es 0,5196, perteneciendo a tonelada ciclo. Puesto que el p-valor es superior o igual a 0.10, este término no es estadísticamente significativo para un nivel de confianza del 90% o superior. Por tanto, debería considerar quitar tonelada ciclo del modelo.

ANEXO 14: ANAVA DEL TACM

Figura A5: Grafico de dispersión.

Gráfico de Componente+Residuo para toneladas hora

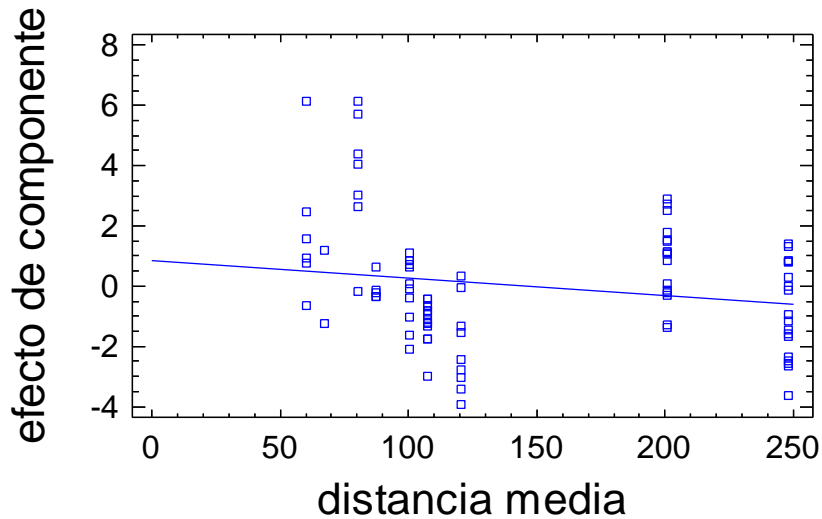


Tabla A33: Análisis de Regresión Múltiple

Variable dependiente: toneladas hora

Parámetro	Error Estimación	Estadístico estándar	T	P-Valor
CONSTANTE	8,37736	1,07245	7,81139	0,0000
Distancia media	-0,00583735	0,00343695	-1,69841	0,0931
Pendiente media	4,75887	2,4245	1,96283	0,0530
Toneladas ciclo	-3,74717	1,16572	-3,21446	0,0019

-----Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	55,2026	3	18,4009	4,51	0,0056
Residuo	343,037	84	4,08378		

Total (Corr.) 398,24 87

R-cuadrado = 13,8616 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 10,7853 porcentaje

Error estándar de est. = 2,02084
Error absoluto medio = 1,54828
Estadístico de Durbin-Watson = 1,11596 (P=0,0000)
Auto correlación residual en Lag 1 = 0,437961

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 13.8616% de la variabilidad en toneladas hora. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 10.7853%. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 2,02084. Este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú del texto. El error absoluto medio (MAE) de 1,54828 es el valor medio de los residuos. El estadístico Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se han introducido los datos en el fichero. Dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial. Represente los residuos frente al orden de fila para ver si hay algún modelo que pueda verse.

ANEXO 15: ANAVA DEL WINCHE NACIONAL

Figura A6: Grafico de dispersión.

Gráfico de Componente+Residuo para toneladas hora

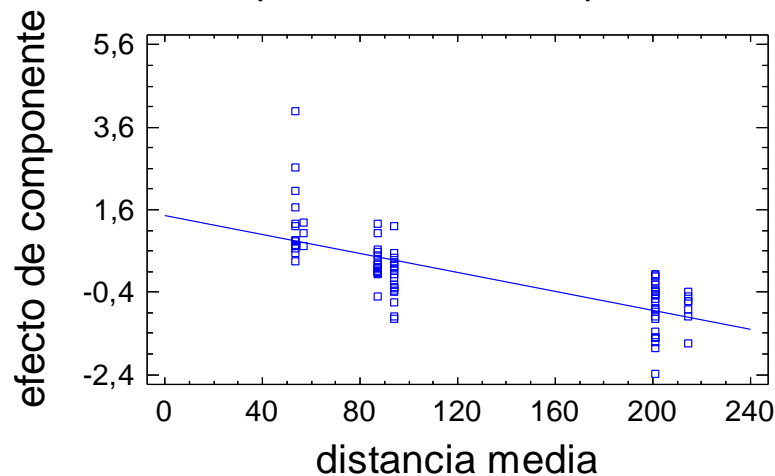


Tabla A34: Análisis de Regresión Múltiple

Variable dependiente: toneladas hora

Parámetro	Error Estimación	Estadístico estándar	T	P-Valor
CONSTANTE	8,37736	1,07245	7,81139	0,0000
Distancia media	-0,00583735	0,00343695	-1,69841	0,0931
Pendiente media	4,75887	2,4245	1,96283	0,0530
Toneladas ciclo	-3,74717	1,16572	-3,21446	0,0019

-----Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	55,2026	3	18,4009	4,51	0,0056
Residuo	343,037	84	4,08378		
Total (Corr.)	398,24	87			

R-cuadrado = 77,8274 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 76,9854 porcentaje

Error estándar de est. = 0,701739

Error absoluto medio = 0,494657

Estadístico de Durbin-Watson = 1,69916 (P=0,0523)

Auto correlación residual en Lag 1 = 0,147896

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 77,8274% de la variabilidad en toneladas hora. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 76,9854%. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 0,701739. Este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú del texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,494657 es el valor medio de los residuos. El estadístico Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se han introducido los datos en el fichero. Dado que el p-valor es superior a 0.05, no hay indicio de auto correlación serial en los residuos.