



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Evaluación Técnica y Económica de un Plan de Cosecha de
Eucalyptus nitens a Tala Rasa, mediante Harvester y
Forwarder en la Décima Región, provincia de Valdivia.**

Patrocinante: Sr. Patricio Carey

Trabajo de Titulación Presentado
como parte de los requisitos para
optar al Título de **Ingeniero Forestal.**

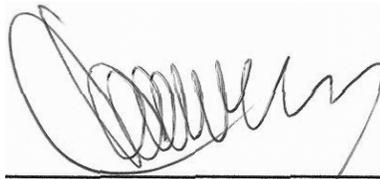
PABLO ALONSO CARDEMIL OYARZÚN

VALDIVIA
2007

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante	Sr. Patricio Carey Briones Sr.	5,5
Informante	Andrés Iroumé Arrau Sr. Víctor	5,5
Informante	Sandoval Vásquez	5,7

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del comité de Titulación.



Sr. Patricio Carey Briones

*A mis padres Ana y Alonso, hermanas
Marcia y Cristina, Ximena y amigos.*

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Sistema de cosecha con Harvester y transporte menor con Forwarder	3
2.2 Planificación	3
2.3 Estudio de tiempos	4
2.4 Determinación del rendimiento	4
2.5 Determinación de los costos horarios	5
2.5.1 Costos fijos	5
2.5.2 Costos variables	6
2.5.3 Costo de mano de obra	6
2.6 Planificación con sistema computacional (PLANFOR v1)	6
3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	8
3.1 Descripción del área de estudio	8
3.1.1 Ubicación	8
3.1.2 Clima	8
3.1.3 Bosque	8
3.2 Descripción del sistema de cosecha	9
3.2.1 Subsistema de volteo, desrame, despunte, descortezado y trozado	9
3.2.2 Subsistema de transporte menor (madereo)	10
3.3 Proceso de planificación convencional con harvester y forwarder	11
3.3.1 Costos de administración	11
3.3.2 Costos de equipamiento de personal	11
3.3.3 Costos de transporte de personal	11
3.3.4 Costos de alimentación	11
3.3.5 Producción	11
3.4 Determinación de tiempos y volúmenes	11

3.4.1	Subsistema de volteo, desrame, despunte, descortezado y trozado	12
3.4.2	Subsistema Madereo	12
3.5	Validación del proceso de planificación mediante el software PLANFOR	13
4	RESULTADOS	14
4.1	Tiempos y rendimientos determinados para cada subsistema	14
4.1.1	Subsistema de volteo, desrame, despunte, descortezado y trozado	14
4.1.2	Subsistema de madereo	17
4.2	Determinación de costos	20
4.2.1	Costos por hora planificada de las máquinas para el sistema de cosecha	20
4.2.2	Costos unitarios de las máquinas para el sistema total de cosecha	21
4.2.3	Análisis de los costos totales del sistema de cosecha	24
4.3	Determinación de costos mediante PLANFOR v1	26
4.3.1	Determinación de los costos horarios	26
4.3.2	Determinación de los costos unitarios	27
4.3.3	Reporte del flujo de caja de PLANFOR v1	28
4.4	Comparación de los resultados de la planificación convencional y PLANFOR.	30
5.	CONCLUSIONES	32
6.	BIBLIOGRAFÍA	34

ANEXOS

1	Abstract and keywords
2	Formularios de terreno
3	Información del rodal
4	Estadística
5	Determinación de los costos
6	Reporte de cosecha PLANFOR
7	Reporte de flujo de caja PLANFOR
8	Imágenes de PLANFOR v1

RESUMEN EJECUTIVO

El área de estudio se ubica en el predio Tornagaleones A de Forestal Anchile Ltda. comuna de Corral, en la provincia del Valdivia X Región, en una faena de cosecha de *Eucalyptus nitens* con año de plantación en 1997.

Se plantea como objetivo general de este estudio, efectuar una evaluación técnica y económica de un plan de cosecha con harvester Valmet 941 y forwarder Valmet 890.2 pertenecientes a una EMSEFOR que utiliza alta mecanización en sus faenas de cosecha, en plantaciones de *Eucalyptus nitens*.

Para lograr el objetivo general del estudio, se plantean los siguientes objetivos específicos: 1) Determinar y evaluar los costos de un plan de cosecha forestal mediante un método convencional, y realizar un estudio de tiempos en terreno para determinar los rendimientos 2) Procesar la información y entregar resultados que permitan determinar los costos y rendimientos de un sistema de cosecha basado en forwarder y harvester y 3) Validar la planificación mediante el software llamado "Planificador de Sistemas de Cosecha y Transporte Forestal" (PLANFOR v1).

Los subsistemas que integran el sistema estudiado son el subsistema de volteo, trozado y descortezado y subsistema de madereo.

Para el estudio de rendimientos se realizó un inventario del rodal y se identificaron tres tipos de categoría de árbol, dependientes del diámetro a la altura del pecho (DAP): Categoría 1, árboles menores a 15,6 cm de DAP (Volumen medio individual 0,07 m³); categoría 2, árboles mayores o igual a 15,6 cm y menores a 25,8 cm De DAP (Volumen medio individual 0,31 m³) y categoría 3, árboles mayores o iguales a 25,8 cm de DAP (Volumen medio individual 0,69 m³).

El estudio de tiempos y rendimientos se analiza clasificando las demoras del equipo dentro de cada subsistema en demoras inferiores a 10 minutos y demoras totales, las cuales incluyen las demoras menores y mayores a 10 minutos. Por esta razón se determinan dos productividades por subsistema en el estudio de tiempos. Las productividades determinadas para el subsistema de volteo, trozado y descortezado es de 68% y para el subsistema de madereo es de 84%.

Los rendimientos calculados por hora planificada para el subsistema de volteo, trozado y descortezado es de 14,66 m³/HrPI, para el subsistema de madereo es de 24,22 m³/HrPI.

Los costos se calcularon según metodología utilizada por Forest Engineering Research Institute of Canada (FERIC), se incluyen costos fijos, costos variables y costos de mano de obra.

El costo horario del sistema se determinó en 62.899 \$/HrPI, el que incluye costos de propiedad de la maquinaria, los costos operacionales y de mano de obra directa.

El estudio de costos determina un costo unitario total del sistema de cosecha de 3.104 \$/m³ para rendimientos planificados que incluyen solo las demoras inferiores a 10 minutos registradas.

El estudio de costos determinó un costo unitario total del sistema de cosecha de 3.728 \$/m³ para rendimientos planificados que incluyen el total de demoras registradas, obteniéndose de esta manera una diferencia de 624 \$/m³ dependiendo de la eliminación de las demoras operacionales mayores a 10 minutos.

Los costos horarios determinados por PLANFOR v1 son de 59.970 \$/HrPI, haciendo una diferencia de 2.929 pesos (4,8% con respecto al valor total por hora), con respecto a la planificación convencional. Los resultados para el costo unitario es de 3.441 con planificación vía software, por lo tanto la diferencia es de 287 pesos (8,3% con respecto al valor total unitario).

Palabra Clave: Subsistema, tiempos, rendimientos, costos, software.

1. INTRODUCCIÓN.

Las plantaciones de *Eucalyptus spp.* en Chile son de 489.603 ha (Diciembre 2004), de las cuales 127.424 ha se encuentran en la décima región de Los Lagos, siendo la segunda especie de mayor importancia en volumen del país. La producción anual total de *Eucalyptus spp.* es de 5.341.205 m³ de los cuales 2.647.072 m³ son para pulpa, 11.318 m³ madera aserrada, 6.884 m³ tableros y chapas, 26 m³ trozas aserrables de exportación, 81.290 m³ trozas pulpables de exportación, 2.589.997 m³ de astillas y 4.618 m³ postes y polines (INFOR 2004).

Los sistemas de cosecha de plantaciones han experimentado grandes cambios en las últimas dos décadas, lo cual se ve reflejado en un incremento de la mecanización y de nuevas tecnologías a las existentes anteriormente en Chile.

La planificación de cosecha actualmente se debe realizar llevando una detallada lista de los costos involucrados, ya que, así se puede tener un mejor control de estos costos y maximizar los ingresos netos. Estos beneficios después se representan en el mejor estándar de vida de todas las personas involucradas en los trabajos formados por las faenas forestales.

La evaluación de un sistema de cosecha con forwarder y harvester en *Eucalyptus nitens* apoya la gestión y planificación de cosechas y transporte forestal para las EMSEFOR (empresas de servicios forestales). Esta evaluación se puede hacer a través de un método convencional, el cual es extensamente utilizado actualmente, pero la incorporación de un sistema computacional en la planificación ayudaría a facilitar la toma de decisiones previas a la puesta en marcha de la cosecha. Los datos que se utilizarán para realizar la evaluación del sistema de cosecha, serán obtenidos de una EMSEFOR que utiliza alta mecanización en sus faenas de cosecha, la cual realizó una faena de cosecha en *Eucalyptus nitens* con forwarder y harvester en el predio Tornagaleones A perteneciente a Forestal Anchile Ltda. en la comuna de Corral, provincia de Valdivia.

El plan de cosecha al cual se le analiza sus costos está basado en la utilización de un forwarder Valmet 890.2 para el madereo y un harvester Valmet 941 realizando el volteo, desrame, descortezado y trozado en terreno, ambas máquinas de marca Valmet. Los rendimientos de un grupo de trabajo de dos personas (correspondiente a cada uno de los operarios) es de 11 m³/HrPI para el harvester y 25 m³/HrPI para el forwarder. La vida útil de estas máquinas es de 20.000 horas para el harvester y de 12.000 horas para el forwarder. Las pendientes a las que están sujetos estos equipos son no mayores al 30%.

La evaluación técnica y económica convencional de un sistema de cosecha con forwarder y harvester será comparada con un sistema computacional de planificación. El software a utilizar se llama PLANFOR V.1, el cual permite el manejo de una base de datos de maquinarias forestales, asigna equipos para las actividades, costos de adquisición de la maquinaria, depreciación, costos de mantención, precio y consumo de combustible, costos de neumáticos y accesorios y

sueños de los trabajadores. Los reportes del software son los costos de la cosecha y transporte de la madera, en pesos o dólares por metro cúbico y costos totales, ajustándose a las condiciones especiales y particulares de cada máquina y actividad de cosecha. Además desarrolla el flujo de caja del plan de cosecha, para un análisis económico-financiero final.

Objetivo General.

Evaluar técnica y económicamente un sistema de cosecha con Forwarder y harvester en *Eucalyptus nitens* y comparar entre un sistema tradicional de planificación y un sistema de planificación vía software.

Objetivos específicos.

- Determinar y evaluar los costos y rendimientos de un plan de cosecha forestal mediante un método convencional.
- Procesar la información y determinar los costos y rendimientos de un plan de cosecha basado en forwarder y harvester.
- Validar la planificación mediante el software llamado “Planificador de Sistemas de Cosecha y Transporte Forestal” (PLANFOR v1).

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Sistema de cosecha con Harvester y transporte menor con Forwarder.

Las cosechadoras (harvester) son siempre máquinas móviles, que cuentan con un solo cabezal unido a un extremo de un brazo mecánico. Con el efectúan la tala, el desrame y el trozado (Tolosana *et al*, 2000).

El rendimiento de la tala, elaboración y apilado con cosechadora depende fundamentalmente del volumen unitario de los árboles talados y de las condiciones fisiográficas. El resultado de rendimientos apunta la necesidad de volúmenes unitarios bastante elevados para la igualdad de costos en las condiciones actuales. No obstante, no hay que olvidar que se trata de costos directos, es decir, que la mecanización tiene otras ventajas que pueden hacer optar por ella, como la independencia del tiempo meteorológico y el mayor rendimiento (Tolosana *et al*, 2000).

En la corta mecanizada es más fácil orientar la dirección de caída que con el trabajo manual. Como inmediatamente después de efectuarse el corte de caída la base del fuste se desplaza hacia la máquina se crea un mayor espacio para la caída del árbol, por lo tanto menores fracturas de los árboles. Gracias a los rodillos u otros mecanismos de medición que poseen las cosechadoras para medir el largo y el diámetro de los fustes y la automatización de esta medición, resulta fácil controlar las variadas exigencias simultáneas de medición y calidad (Eeronheimo y Mäkinen, 1995).

El método de corta y trozado en el bosque, basado en el uso de tractores autocargables, ofrece varias ventajas en comparación con el método de arrastre. El deterioro del terreno y la compactación del suelo se mantienen a un nivel bajo gracias a la gran cantidad de ruedas anchas y a la distribución uniforme del peso de la maquinaria y a la transmisión equilibrada de la fuerza. Además, los daños causados en el terreno y los ocasionados al sistema radical de los árboles que quedan en pie se pueden disminuir aun más concentrando los residuos de corta en la vía de saca del tractor autocargable. Es considerablemente más fácil evitar los daños de la cosecha empleando el método de corta y trozado en el bosque. Con el empleo de un tractor autocargable dotado de una pluma de largo alcance, que arrastrando los fustes completos o árboles desramados empleando un tractor arrastrador (Eeronheimo y Mäkinen, 1995).

2.2 Planificación.

Hay gran diferencia de costos entre las opciones posibles de organización de un aprovechamiento, por lo que compensa un sencillo análisis del área de corta para la planificación del sistema de aprovechamiento y los medios y técnicas a emplear, al menos para un cierto tamaño de explotación. En cualquier aprovechamiento la elección del sistema y de los medios a emplear es función de una serie de factores condicionantes, que deben conocerse y analizarse. En primer lugar una serie de

factores intrínsecos de la propia masa forestal, las características de las masas (volumen por árbol, densidad de corta y prescripciones técnicas sobre la misma, características de la madera), el tamaño de la explotación, la pendiente y la escabrosidad (en general, las condiciones de accesibilidad) y la red de pistas existentes. Además, la planificación de un aprovechamiento maderero incluye el conocimiento de factores extrínsecos a la propia explotación y la empresa ejecutora: las condiciones legales, la previsión de aspectos logísticos y de aspectos técnicos relacionados con las características óptimas del producto. Sobre estas bases, se deberían tomar, de forma previa al propio aprovechamiento, importantes decisiones sobre la forma de ejecución y las técnicas de trabajo a emplear, en previsión de los posibles destinos de la madera buscando su máximo valor añadido (Tolosana *et al*, 2000).

2.3 Estudio de tiempos.

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y los ritmos del trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución establecida (Cardiel 1982).

Los siguientes conceptos para clasificar los tiempos:

Tiempo planificado (HrPI).

Corresponde al tiempo total el ciclo de trabajo, el cual incluye los tiempos productivos (de trabajo) más el tiempo de las demoras. Por lo tanto, corresponde a la suma de los tiempos productivos y las demoras, y se expresa en minutos u horas planificadas.

Tiempo productivo (HrPr).

Corresponde a la suma de los tiempos parciales de los elementos productivos del ciclo de trabajo de los subsistemas, excluyendo las demoras y se expresa en minutos u horas productivas.

Tiempo de demoras.

Corresponde a tiempos ocasionales, ya sea indirectamente productivos o tiempos muertos. Además estos se pueden clasificar en tres grupos: operacionales, mecánicas y personales. Estos tiempos son indispensables para el cálculo de productividades (Carey 1992).

2.4 Determinación del rendimiento.

Los rendimientos son esenciales para el proceso determinante de los costos y se calculan en base al tiempo que requiere cada una de las fases, en el total de la operación, ya sea en la tala o en el transporte menor (maderero) (Anaya, 1998).

La construcción de los modelos de rendimiento requiere del conocimiento de la producción durante el tiempo de trabajo. El registro de esta producción suele ser simultáneo al estudio de tiempo, y se suele llevar a cabo por conteo del número de unidades producidas (árboles, trozas, cargas de tractor, etc.) acompañado de un muestreo sobre dichas unidades en que, mediante técnicas convencionales de cubicación, se estime su valor en las unidades requeridas en cada caso. La forma de obtención de los modelos de rendimiento, en tal caso, pueden ser dos: derivándolos a partir del correspondiente modelo de tiempos, en que se utiliza como valor de la producción P por ciclo el valor medio registrado durante la toma de tiempos, o preferentemente; por ajuste directo, a partir de los datos registrados de rendimiento en cada ciclo de trabajo, confrontados con los correspondientes parámetros que puedan funcionar como variables explicativas (Tolosana *et al*, 2000).

2.5 Determinación de los costos horarios.

Se denomina costo horario de un medio de producción al conjunto de costos directos imputables a dicho medio por hora de utilización del mismo. La definición de lo que se entiende por “hora de utilización” es uno de los principales problemas en la cuantificación de los costos horarios. Los componentes que se suelen considerar en el cálculo de costes horarios son los siguientes:

2.5.1 Costos fijos.

Son aquellos que se producen independientemente de que el medio de producción empleado trabaje o no. No obstante, su magnitud varía en función de los que dicho medio trabaje, aunque no de todo modo proporcional al tiempo en que lo haga, por lo que su valor horario dista mucho de ser fijo.

Costo de depreciación (de amortización).

Es un gasto no desembolsable, el cual es la disminución del valor de los bienes como consecuencia de determinadas causas.

Representa el coste que supone la recuperación del capital invertido en la adquisición de la máquina.

Costo de intereses.

Es el costo de financiamiento del capital invertido en la adquisición de la máquina, normalmente obtenido por un crédito bancario. Su magnitud depende de la tasa de interés.

Costo de seguros e impuestos.

Es el debido a estas cargas, y se suele considerar para las máquinas que las soportan. Por su cálculo, lo idóneo es el conocimiento de los gastos anuales por concepto de seguros (generalmente de siniestro y de responsabilidad civil).

2.5.2 Costos variables.

Se llama así a los costos horarios que sólo se producen si se utiliza la máquina, y cuya magnitud global se supone proporcional o casi al número de horas de utilización en un cierto periodo.

Costo de combustible.

Se calcula como producto del consumo de combustible por hora de funcionamiento y el precio de dicho combustible. El cálculo es inmediato se conocen los consumos reales.

Costo de lubricantes.

Se calcula del mismo modo que el de combustible a partir de los consumos y de los precios de los diferentes lubricantes (aceite motor, líquidos hidráulicos, aceite de la transmisión, etc.).

En caso de no conocer estos consumos, se debe estimar los costes de lubricantes, para tractores de saca convencionales, entre 5 y un 10% de los costos horarios de combustible, y multiplicar por coeficientes mayores que la unidad en el caso de máquinas de transmisión hidrostática o con gran complejidad en los circuitos hidráulicos de sus elementos de trabajo.

Costos de reparación y mantención.

Es uno de los costos de más difícil valoración, entre otras razones porque varía notablemente a lo largo de la vida de la máquina. La mayor parte de los autores estiman que se puede estimar su valor medio a lo largo de N horas de vida útil como porcentaje de los costes de amortización, siempre que la máquina tenga un uso medio. La magnitud de este porcentaje varía en función del tipo de máquina y de las condiciones de trabajo, desde el 60 al 100%.

Costo de accesorios.

Estos costos se suelen calcular de manera independiente debido a que los accesorios de las máquinas tienen una vida útil menor a la máquina. Para el caso de un harvester son la cadena de la sierra, los rodillos o el cabezal completo.

2.5.3 Costo de mano de obra.

En el caso de cálculo de costos, se suele imputar a la máquina el coste del operario y, en su caso, de los operarios auxiliares que lo atiendan. Para ello, si estos operarios trabajan exclusivamente con la máquina, habría que dividir su costo anual bruto (incluidos todos los costos sociales y de seguros) por el número de horas de utilización de la máquina al cabo del año.

2.6 Planificación con sistema computacional (PLANFOR v1).

Actualmente es de gran importancia que el empresario forestal o planificador utilice el proceso de planificación como una etapa analítica, con el propósito de obtener el mejor diseño de los sistemas de cosecha a emplear, en relación con sus

requerimientos de producción y sus disponibilidades de inversión, además debe conocer anticipadamente una estimación real de sus costos de cosecha y de esta manera evaluar en forma exacta el margen de beneficio neto a obtener en sus operaciones forestales.

La implementación de un sistema computacional, como una herramienta de apoyo a la planificación y diseño de los sistemas de cosecha y transporte forestal, considerando principalmente la determinación y evaluación de costos de un pan de cosecha forestal, a nivel operativo, diseñado por el planificador (Carey, 1997).

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.1 Descripción del área de estudio.

3.1.1 Ubicación.

La ubicación del predio Tornagaleones A, perteneciente a Forestal Anchile Ltda. que es de donde se obtuvieron los datos necesarios para realizar la determinación de los rendimientos. Se encuentra a una distancia de 38 km de la ciudad de Valdivia, en la comuna de Corral, provincia de Valdivia. En la figura 1 se aprecia la ubicación del predio Tornagaleones A.



Figura 1. Ubicación del predio Tornagaleones A.

3.1.2 Clima.

El Clima del sector es Templado lluvioso, con precipitaciones de unos 2.500 mm anuales distribuidas en todas las estaciones, pero más abundantes en invierno. Las máximas de verano excepcionalmente pueden superar los 30°C, pero por lo general oscilan en torno a 25°C. Las mínimas de verano son de unos 5° a 10°C. En invierno, la temperatura máxima es de unos 14°C y la mínima cercana a 0°C.

3.1.3 Bosque.

El bosque en estudio corresponde a una plantación de *Eucalyptus nitens* de 10 años de edad (anexo 3). Al tratarse de un rodal manejado con objetivos pulpables. Los rodales cosechados tenían una densidad de plantación de 1.495 plantas por hectárea y el inventario realizado para efectos del estudio, determinó un volumen total por hectárea de 500 m³.

Para los efectos del análisis de los resultados y según el inventario realizado, se determinaron tres categorías de árbol, dependiendo del DAP y por consiguiente por el volumen individual del árbol medio de la categoría, lo cual se explica en el cuadro 1. Una segunda categorización de los árboles depende del número de flechas que tenga, 1 o 2 flechas.

Cuadro1. Descripción de las categorías de árboles del rodal.

Categoría	DAP medio(cm)	H (m)	Volumen (m ³)
1	10,5	17,2	0,0702
2	20,7	23,1	0,3133
3	30,9	25,0	0,6932

3.2 Descripción del sistema de cosecha.

3.2.1 Subsistema de volteo, desrreme, despunte, descortezado y trozado.

Para esta operación se utiliza una cosechadora forestal Valmet 941 de 277 hp a 1.800 RPM, de 23.500 kg de peso. Posee un cabezal Valmet 370.e de 1.470 kg de peso y posee una apertura máxima de 60 cm. El volteo se realiza a través de una sierra cadena tipo motosierra, el desrreme lo realiza a través de cuchillas ubicadas en la parte superior del cabezal, el despunte y el trozado es realizado por la misma sierra cadena del volteo y el descortezado lo realizan dos rodillos los cuales también realizan la acción de movimiento longitudinal de la troza. En la figura 2 se muestra el harvester estudiado, y en la figura 3 se observa el cabezal que utiliza.



Figura 2. Harvester Valmet 941.

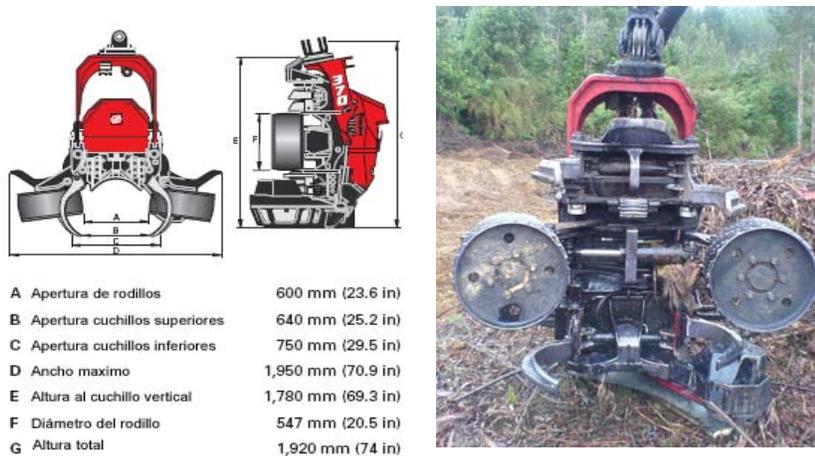


Figura 3. Dimensiones y disposiciones de los elementos del cabezal Valmet 370.e.

3.2.2 Subsistema de transporte menor (madereo).

Este subsistema consta de un forwarder Valmet 890.2 de 230 hp a 1.700 RPM, con tracción en las 8 ruedas, lo cual hace que tenga un menor impacto en el suelo, tanto en compactación como erosión superficial. Tiene una distancia de madereo óptima de 250 m. El transporte se realiza desde el lugar donde el árbol es procesado por el harvester hasta la orilla de camino más cercana o lugar donde se arrume. En la figura 4 se muestra el forwarder estudiado.



Figura 4. Forwarder Valmet 890.2.

3.3 Proceso de planificación convencional con harvester y forwarder.

Para la planificación convencional de este sistema de cosecha, se determinaron los costos horarios de cada una de las máquinas involucradas en la faena, además deben tener los costos involucrados de administración, equipamiento, transporte y alimentación del personal y costos de producción.

3.3.1 Costos de administración.

Los costos de administración están dados por los sueldos del personal administrativo, el cual en este caso se trata del jefe de faenas el cual es puesto por el EMSEFOR que esta a cargo de la faena, el arriendo de una casa o pensión la cual es de uso como oficina y para el alojamiento de los trabajadores, en la cual se deben tener en cuenta todos los gastos que involucran mantener una casa, además de mantener un computador con conexión a internet.

3.3.2 Costos de equipamiento de personal.

Estos costos son menores, ya que no se necesitan tantos implementos, solamente se necesitan el equipamiento de los operarios de maquinas, o sea, zapatos de seguridad, cascos y chalecos reflectantes.

3.3.3 Costos de transporte de personal.

Este costo es la mantención de una o dos camionetas doble tracción, las cuales transportan las tres o cuatro personas que necesita este tipo de faena por turno.

3.3.4 Costos de alimentación.

Este costo es de la alimentación diaria del personal que se encuentra en la faena.

3.3.5 Producción.

La producción diaria de la faena está dada por los metros cúbicos producidos por cada una de las máquinas. Estos datos de producción dan los rendimientos de estas, y además se obtienen los ingresos y costos por unidad ya sea por día, mensual y por metro cúbico. Para determinar la productividad de cada subsistema se analiza los tiempos dentro de la faena, para poder fijar las diferencias entre los tiempos productivos y los planificados.

3.4 Determinación de tiempos y volúmenes.

En esta etapa se obtuvo la información necesaria para el cálculo de estadísticas descriptivas básicas de cada subsistema midiendo el tiempo consumido por cada uno de éstos, incluyendo tiempos productivos y no productivos o demoras (operacionales, mecánicas, personales). Para la realización de este estudio se utilizó

un cronómetro. Los registros de tiempos fueron anotados en formularios especialmente diseñados para ésta labor (anexo 2).

3.4.1 *Subsistema de volteo, desrame, despunte, descortezado y trozado.*

Medición del tiempo

Como primera tarea se realizó un seguimiento a la máquina para determinar todas las actividades comúnmente realizadas por ésta en el desarrollo de un ciclo de trabajo. Luego se procedió a clasificar y codificar cada una de las operaciones por separado, para facilitar el registro en el formulario. Además se agregaron las operaciones no productivas como por ejemplo, carga de combustible, mantención, detenciones, etc.

Terminada la clasificación y codificación de cada una de las operaciones realizadas por la máquina, se procedió a realizar el registro de tiempos. Cada lectura quedó registrada junto a su código en el formulario de registros.

Medición del volumen

Para la medición del volumen cosechado, se clasificaron los árboles en categorías por volumen de árbol medio. Cada vez realizada la operación de corta, junto con registrar el tiempo y categoría de volumen medio de cada uno. Con esta información se determinó el rendimiento promedio del equipo.

El volumen por árbol se obtuvo por medio de la siguiente función de volumen, proporcionada por Forestal Anchile:

$$\ln(V) = a \ln(D) + b \ln(H^2 / (h - 1.4)) + c$$

Donde:

V = Volumen (m³)

D = Diámetro a la altura del pecho (cm)

H = Altura total del árbol (m)

a = 1,79068

b = 1,07473

c = -10,03201

3.4.2 *Subsistema Madereo.*

Medición del tiempo

Para la toma de tiempos de este equipo se determinó cada actividad realizada en el desarrollo de un ciclo de trabajo, las cuales son viaje vacío (tiempo y distancia), toma de carga (tiempo), viaje cargado (tiempo y distancia), pendientes de viajes vacío y cargado (porcentajes), tiempo de descarga (tiempo).

Medición del volumen

El rendimiento del forwarder se determinó a partir del volumen transportado por el tractor en cada ciclo, el cual se calculó a partir de un valor estimado. La estimación se realizó a través de las alturas de carga que transporta hacia orilla de camino. En la figura 5 se muestra las alturas en la cual se estimaron los volúmenes transportados.



Figura 5. Estimación de volumen del forwarder.

3.5 Validación del proceso de planificación mediante el software PLANFOR v1.

Para la validación de la planificación del sistema de cosecha estudiado, se utilizó el software PLANFOR v1. el cual tiene una estructura de flujo de información compuesto por los siguientes módulos: módulo de definición y diseño del sistema de cosecha forestal, módulo de costo de maquinaria forestal, módulo de costo de personal forestal, módulo de asignación de maquinaria forestal, módulo de rendimiento de actividades de sistema de cosecha y modulo de informes y reportes. los primeros cinco módulos mencionados son para realizar ingresos de información y el último es de salidas de información, la cual lo muestra en costo total del plan de cosecha y transporte, en \$/mensuales; costo unitario por actividad de cosecha, en $\$/m^3$ por mes; costo de personal forestal, distribución por categoría en \$/mes; costo de maquinaria forestal asignada, en \$/mes; calendario de producción y costos mensuales; informes gráficos de los diferentes ítems bajo análisis.

4. RESULTADOS.

4.1 Tiempos y rendimientos determinados para cada subsistema.

4.1.1 Subsistema de volteo, desrame, despunte, descortezado y trozado.

El ciclo productivo del harvester Valmet 941 subdividido en dos partes, posición y volteo y procesado, realizando desplazamientos cortos cada cuatro árboles, ya que va volteando cuatro hileras cada un desplazamiento corto, y un desplazamiento largo al finalizar estas cuatro hileras, las cuales fueron consideradas como demoras productivas. El volteo de la faja de cuatro hileras, plantadas a favor de la pendiente, se realiza en forma paralela a estas.

En el cuadro 2 se observa el resumen de los resultados totales del estudio de tiempos realizado en terreno.

Cuadro 2. Resumen de tiempos totales, productividad y rendimiento del subsistema harvester.

Parámetros	
Tiempo total (minutos)	379,72
Tiempo total productivo (minutos)	288,12
Número de ciclos (n)	255
Tiempo total < 10 minutos (minutos)	39,13
Tiempo de demoras totales	91,6
Número de árboles por hora productiva (arb/HrPr)	77,8
Volumen del árbol medio (m3)	0,32
Rendimiento por hora productiva (m3/HrPr)	21,49
Rendimiento por hora planificada (m3/HrPl)	14,66
Utilización de maquinaria demoras <10 minutos (%)	86,41%
Utilización de maquinaria total demoras (%)	68,21%

En el cuadro 2 se presentan los tiempos totales y rendimientos del harvester, el cual se determinó una utilización de 86,41%, considerando las demoras menores a los 10 minutos (39,13 minutos). Considerando el total de las demoras (91,6 minutos), la utilización del equipo es de 68,21%. Por lo tanto, el rendimiento del harvester es de 77,8 árboles por hora productiva.

Los rendimientos del harvester son de 21,49 m³ por hora productiva, considerando el total de demoras se estimó en rendimiento planificado en 14,66 m³ por hora.

Los parámetros obtenidos de productividad se detallan en el cuadro 3. Estos corresponden a la producción de una hora promedio del harvester por categoría de árbol para la faena estudiada.

Cuadro 3. Resumen de tiempos totales y productividad por categoría de árbol para subsistema harvester.

Parámetros	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
Tiempo total registrado (minutos)	44,38	148,78	94,95
Total de árboles registrados (árboles)	53	129	73
Número de árboles por hora productiva (arb/HrPr)	71,65	52,02	46,13
Volumen del árbol medio (m3)	0,07	0,31	0,69
Rendimiento por hora productiva (m3/HrPr)	5,96	19,13	36,95
Rendimiento Planificado demoras < 10 min (m3/HrPI)	5,15	16,53	31,92
Rendimiento Planificado Total demoras (m3/HrPI)	4,06	13,05	25,20
Porcentaje de volumen por categoría (%)	3,93	42,66	53,41

El trabajo del equipo ha sido analizado diferenciando los árboles en tres categorías de volumen medio individual, determinando así una productividad individual por categoría. La categoría de mayor productividad es la 3, con árboles de diámetros sobre 25,8 cm, con un volumen promedio de 0,69 m³. Para esta categoría se calculó un rendimiento productivo de 36,95 m³ por hora, en los rendimientos planificados se calculó un 31,92 m³ por hora para las demoras menores a diez minutos y un 25,20 m³ por hora para el total de demoras. Esta categoría de tamaño de árbol es la más importante en porcentaje de volumen con un 53,41% para el rodal estudiado.

En el cuadro 4 se presenta el rendimiento del harvester por la condición del bosque, en la cual presentaba árboles de dos flechas, las cuales disminuyen el rendimiento por hora de la máquina.

Cuadro 4. Resumen de tiempos totales y productividad por numero de flechas subsistema harvester.

Parámetros	1 Flecha	2 Flechas
Tiempo total registrado (minutos)	207,82	80,30
Total de árboles registrados (árboles)	209	46
Número de árboles por hora productiva (arb/HrPr)	60,34	34,37
Rendimiento por hora productiva (m3/HrPr)	23,67	11,61
Rendimiento Planificado demoras < 10 min. (m3/HrPI)	20,45	10,03
Rendimiento Planificado Total demoras (m3/HrPI)	16,14	7,92
Porcentaje de volumen por categoría (%)	83,74	16,26

En el cuadro anterior se puede apreciar el alto porcentaje de árboles con doble flechas, con un 16,26% del volumen total, teniendo un rendimiento productivo de 11,61 m³ por hora, y un rendimiento planificado con total de demoras de 7,92 m³ por hora, el cual se contrapone con un 16,14 m³ por hora planificada si los árboles fueran monopódicos. Por lo tanto, la disminución del rendimiento es de un 10% con respecto del rendimiento total.

De los tiempos totales se destacan las demoras, las cuales disminuyen el rendimiento. Estas demoras se pueden clasificar en personales, operacionales y mecánicas. En el cuadro 5 se detallan las demoras registradas en terreno.

Cuadro 5. Detalle de tiempos de demoras por categoría e intervalos de tiempos del harvester.

Descripción	Menores a 10 minutos			Mayores a 10 minutos			Demoras totales		
	Frec. (n)	Tiempo (min)	%	Frec. (n)	Tiempo (min)	%	Frec. (n)	Tiempo (min)	%
Personales	3	1,77	4,51%	0	0	0,00%	3	1,77	1,93%
Operacionales	16	33,07	84,50%	1	37,42	71,32%	17	70,48	76,95%
Mecánicas	2	4,30	10,99%	1	15,05	28,68%	3	19,35	21,12%
Totales		39,13	100%		52,47	100%		91,60	100%
Porcentaje por categoría			42,72%			57,28%			100%

En el cuadro anterior se ve que el 42,72% con 39,13 minutos son demoras menores a los 10 minutos, de las cuales el 84,5% son demoras operacionales, ya sean de desplazamientos largos para comenzar una nueva faja o acomodo de desechos que va dejando en el procesado. Las demoras mayores a los 10 minutos son un 57,28% del total, y las demoras operacionales son las mayores con un 71,32% la cual corresponde principalmente a la carga de petróleo.

A partir del análisis de los tiempos registrados, se determina el tiempo del ciclo medio productivo y del ciclo medio planificado del harvester. En la figura 6 se muestra la distribución de los ciclos medios del harvester.

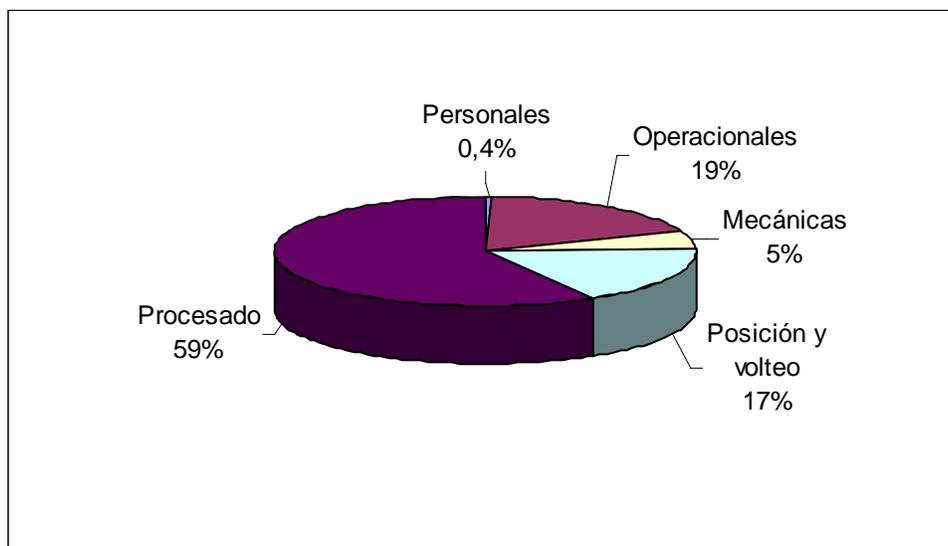


Figura 6. Distribución porcentual de los tiempos del ciclo medio del harvester.

En la figura anterior se presenta la distribución porcentual de los tiempos involucrados en el ciclo productivo del harvester. Se puede observar que los tiempos productivos son de 59% para el procesado y un 17% para el posicionamiento del cabezal y volteo. El porcentaje demoras es de un 24%, siendo un porcentaje importante del tiempo del ciclo productivo.

En el cuadro 6 se presenta el detalle cuantitativo y porcentual del ciclo medio del harvester.

Cuadro 6. Detalle de tiempos del ciclo medio planificado de trabajo para subsistema harvester.

Actividad	Tiempo medio	% Tiempo
Tiempo Productivo		
Posición y volteo	0,2578	17,31%
Procesado	0,8721	58,57%
Subtotal	1,1299	75,88%
Tiempo de demoras		
Personales	0,0069	0,47%
Operacionales	0,2764	18,56%
Mecánicas	0,0759	5,10%
Subtotal	0,3592	24,12%
Total	1,4891	100,00%

En el cuadro 6 se detalla la participación de tiempos de cada actividad involucrada dentro del ciclo medio de trabajo planificado del harvester, el porcentaje del tiempo productivo es de 75,88% y el porcentaje de tiempo de demoras es de 24,12%.

4.1.2 Subsistema de madereo.

En la operación de madereo se ocupa un tractor autocargable (forwarder) Valmet modelo 890.2. La tarea de la máquina es el traslado de la madera desde el rodal hacia las rumas que se encuentran a orilla de camino para su posterior transporte mayor.

El ciclo de trabajo productivo del harvester es primero un viaje vacío desde la ruma hasta el lugar donde se encuentran las filas de trozas procesadas por el harvester, en el lugar realiza la carga de trozas con pequeños desplazamientos por la fila, posteriormente realiza el viaje cargado hasta la ruma y finalmente la descarga de las trozas a orilla de camino.

En el cuadro 7 se presenta el análisis de los datos registrados en terreno del subsistema madereo. Donde se determina un porcentaje de utilización de 92,48%, considerando solamente las demoras menores a los 10 minutos (132,78 minutos). Además, si se consideran el total de demoras (245,13 minutos) el porcentaje de utilización es de 86,11%.

Cuadro 7. Resumen de tiempos totales, productividad y rendimiento del subsistema madereo.

Parámetros	
Tiempo total (minutos)	2025,40
Tiempo total productivo (minutos)	1764,57
Número de ciclos (n)	66
Tiempo total < 10 minutos (minutos)	132,78
Tiempo de demoras totales	245,13
Número de árboles por hora productiva (arb/HrPr)	90,59
Rendimiento por hora productiva (m3/HrPr)	28,99
Rendimiento Planificado demoras < 10 min. (m3/HrPI)	26,81
Rendimiento Planificado Total demoras (m3/HrPI)	24,22
Utilización de maquinaria demoras <10 minutos (%)	92,48%
Utilización de maquinaria total demoras (%)	86,11%

En el cuadro anterior se puede observar el resultado y análisis de los tiempos y productividad del subsistema, teniendo un rendimiento productivo de 28,99 m³ por hora. Con las demoras menores a 10 minutos el rendimiento es de 26,81 m³ por hora y el rendimiento planificado con el total de demoras es de 24,22 m³ por hora.

En el cuadro 8 se detallan las demoras registradas en terreno, categorizadas por tipo de demora y tamaño del tiempo de demora.

Cuadro 8. Detalle de tiempos de demoras por categoría e intervalos de tiempos del madereo.

Descripción	Menores a 10 minutos			Mayores a 10 minutos			Demoras totales		
	Frec. (n)	Tiempo (min)	%	Frec. (n)	Tiempo (min)	%	Frec. (n)	Tiempo (min)	%
Personales	30	44,52	33,53%	2	51,78	40,44%	32	96,30	36,92%
Operacionales	36	86,85	65,41%	4	76,27	59,56%	40	163,12	62,54%
Mecánicas	1	1,42	1,07%	0	0	0,00%	1	1,42	0,54%
Totales		132,78	100%		128,05	100%		260,83	100%
Porcentaje por categoría		50,91%			49,09%				100%

En cuadro anterior se ve que el 50,91% con 132,78 minutos son demoras menores a los 10 minutos, siendo las demoras operacionales y personales las más importantes con 65,41% y 33,53% respectivamente, dentro de las demoras operacionales las más comunes el acomodo del lugar donde se acancharan las trozas y recoger trozas que se caen al hacer el madereo. Las demoras mayores a los 10 minutos son un 49,09% del total, y las demoras operacionales son las mayores con un 59,56% la cual corresponde principalmente a la carga de petróleo.

A partir del análisis de los tiempos registrados, se determina el tiempo del ciclo medio productivo y del ciclo medio planificado del forwarder. En la figura 7 se presenta la distribución porcentual del ciclo medio del forwarder.

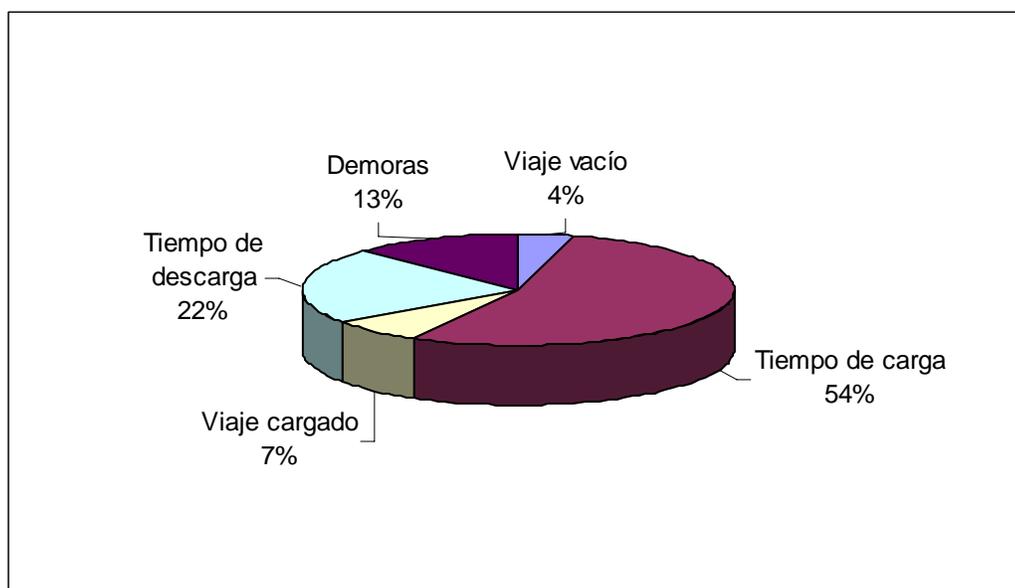


Figura 7. Distribución porcentual de los tiempos del ciclo medio del madereo.

En la figura anterior se puede observar que los tiempos productivos son de 54% para el tiempo de carga, un 22% para el tiempo de descarga, un 7% para el viaje cargado y 4% para el viaje descargado. El porcentaje demoras es de un 13%.

En el cuadro 9 se detalla la participación de tiempos de cada actividad involucrada dentro del ciclo medio de trabajo planificado del forwarder.

Cuadro 9. Detalle de tiempos del ciclo medio planificado de trabajo para subsistema madereo.

Actividad	Tiempo medio	% Tiempo
Tiempo Productivo		
Viaje vacío	1,315	4,29%
Tiempo de carga	16,524	53,84%
Viaje cargado	2,116	6,90%
Tiempo de descarga	6,781	22,10%
Subtotal	26,736	87,12%
Tiempo de demoras		
Personales	1,459	4,75%
Operacionales	2,471	8,05%
Mecánicas	0,021	0,07%
Subtotal	3,952	12,88%
Total	30,688	100%

Lo que se observa en el cuadro anterior es que dentro del porcentaje del tiempo productivo que es 82,12%%, el porcentaje del tiempo de carga es el que mas participación tiene en el tiempo del ciclo total con un 53,84%.

4.2 Determinación de costos.

Se realizó un análisis de costos (anexo 5) de la maquinaria utilizada en la faena. Este análisis determinó el costo unitario y por hora de en la producción de *Eucalyptus nitens* para cada subsistema y para el sistema en su conjunto,

4.2.1 Costos por hora planificada de las máquinas para el sistema de cosecha.

Para la determinación de los costos planificados por subsistema y del sistema de cosecha en general, se utilizaron los rendimientos que contemplan el total de demoras, determinando los costos individuales para cada subsistema. Dentro de estos valores no se incluyen los costos de sueldos del personal, a menos que sean los operarios de las máquinas y tampoco se incluyen costos asociados a la faena como pensión, alimentación, etc.

En el cuadro 10 se presenta el costo unitario planificado detallado para el sistema de cosecha.

Cuadro 10. Costo horario (\$/hrpl) para el sistema de cosecha mecanizado.

	C. fijos	%	C. variables	%	M. obra	%	Total	%
Harvester	16.965	27%	8.213	13%	4.901	8%	30.079	48%
Forwarder	20.778	33%	7.397	12%	4.645	7%	32.820	52%
Total	37.743	60%	15.610	25%	9.546	15%	62.899	100%

El costo total por hora planificada con el total de demoras de las máquinas, alcanza el valor de 62.899 \$/hrpl. La participación de los costos totales por máquina son de 30.079 \$/hrpl del harvester con un 48% del total de los costos por máquina y el forwarder con 32.820 \$/hrpl con un 52% de los costos por máquina.

En la figura 8 se muestran los costos horarios planificados del sistema de cosecha, por subsistema y total.

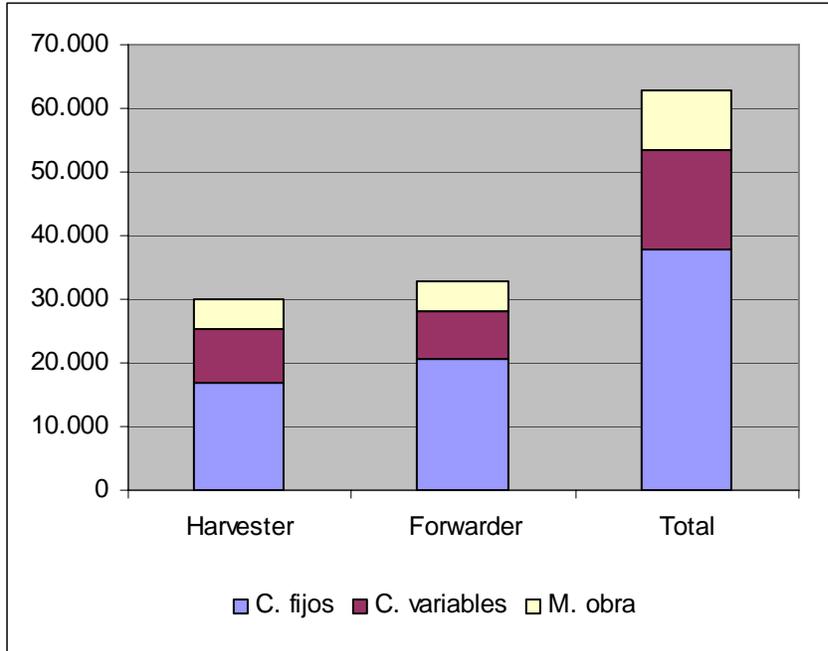


Figura 8. Costos por hora planificada para sistema de cosecha mecanizado.

Dentro de los costos de las máquinas se puede observar, que los costos fijos son los que tiene el mayor porcentaje (60%) de participación dentro de los costos totales, esto es debido a los grandes costos de adquisición de cada una de las máquinas, además que no tienen valor de reventa, por lo tanto, el valor de depreciación es elevado, con 4.691.516 pesos por mes para el harvester y 3.582.491 pesos por mes para el forwarder.

Dentro de los costos variables el harvester es la máquina que tiene este costo significativamente más alto, ya que tiene un alto consumo de petróleo por hora (19,5 lt/hr), y además de tener una alta utilización de lubricantes por mes, teniendo este valor 384% más alto que el forwarder. Por otro lado, los costos variables son bajos ya que no hay accesorios involucrados y la vida útil de los neumáticos es igual a la vida útil de la máquina.

4.2.2 Costos unitarios de las máquinas para el sistema total de cosecha.

Después de realizar el cálculo de los costos por hora planificada para el sistema de cosecha, se determinan los costos unitarios de acuerdo con los rendimientos y productividades que fueron obtenidos a partir del estudio de tiempos realizado en terreno.

El estudio de tiempos y rendimientos considerando las demoras inferiores a 10 minutos, determinó para el subsistema del harvester una productividad de 86,41% y

un rendimiento de 18,57 m³/hrpl, para el subsistema de madereo una productividad de 92,48% y un rendimiento de 26,81 m³/hrpl.

En el cuadro 11 se presentan los costos unitarios planificado con demoras menores a 10 minutos.

Cuadro 11. Costos unitarios (\$/m³) para el sistema en general para rendimientos con demoras menores a 10 minutos.

	C. fijos	%	C. variables	%	M. obra	%	Total	%
Harvester	914	29%	648	21%	264	9%	1.826	59%
Forwarder	775	25%	330	11%	173	6%	1.278	41%
Total	1.689	54%	979	32%	437	14%	3.104	100%

El costo total por hora planificada con demoras menores a los diez minutos de las máquinas, alcanza el valor de 3.104 \$/m³. La participación de los costos totales por máquina son de 1.826 \$/m³ del harvester con un 59% del total de los costos por máquina y el forwarder con 1.278 \$/m³ con un 41% de los costos por máquina.

En la figura 9 se presenta en forma gráfica los costos por hora planificada, por subsistema y el sistema total.

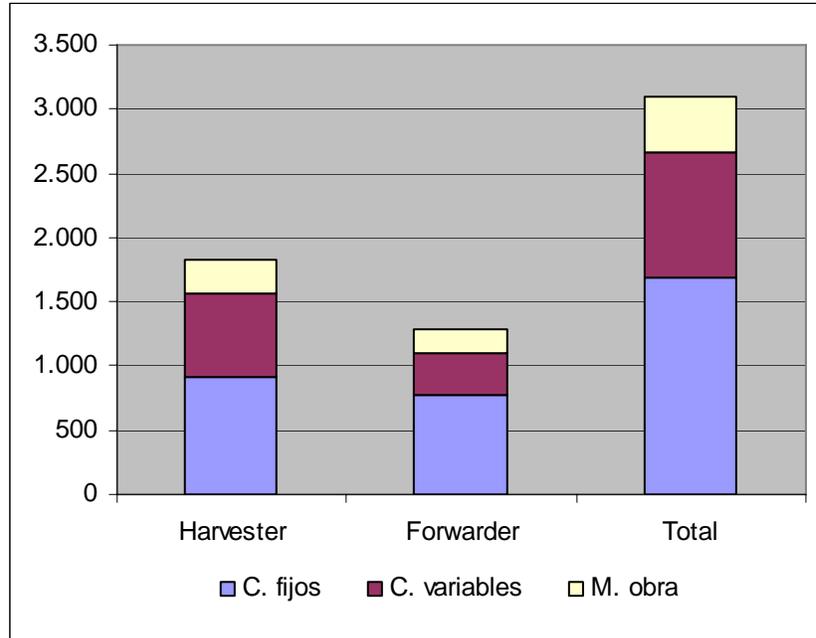


Figura 9. Costos por hora planificada para sistema de cosecha mecanizado.

En los costos unitarios se puede observar que los costos del harvester son mayores al del forwarder, debido al menor rendimiento del harvester. Al contrario de los

valores por hora vistos anteriormente donde los costos son mayores para el forwarder, debido principalmente a su menor vida útil y además por su menor utilización de horas en el mes.

Los costos unitarios de las máquinas presentan un mayor porcentaje de participación de los costos fijos dentro del costo total al igual que en los valores por hora, pero en los valores unitarios el valor de costo variable del harvester presenta un aumento del porcentaje de participación, de un 27% para el valor por hora hasta un 36% para el valor por m³, debido principalmente al mayor consumo de petróleo y lubricantes para producir un metro cúbico.

En el cuadro 12 se presentan los valores unitarios para el sistema de cosecha, donde se utilizan las demoras totales de las máquinas.

Cuadro 12. Costos unitarios (\$/m³) por subsistema y sistema en general para rendimientos con demoras totales.

	C. fijos	%	C. variables	%	M. obra	%	Total	%
Harvester	1.157	31%	821	22%	334	9%	2.313	62%
Forwarder	858	23%	366	10%	192	5%	1.415	38%
Total	2.015	54%	1.187	32%	526	14%	3.728	100%

Lo que se puede observar en los valores entregados en el cuadro 12, es que los porcentajes de participación del harvester aumentan a un 62% con 2.313 \$/m³ y un 38% para el forwarder con 1.415 \$/m³, ya que la productividad del harvester disminuye en mayor cantidad que la productividad del forwarder, desde la productividad con demoras menores a los 10 minutos a la productividad con las demoras totales el aumento de la diferencia es de un 10% entre el harvester y el forwarder.

En la figura 10 se observan los costos por hora planificada con demoras totales, por subsistema y sistema total.

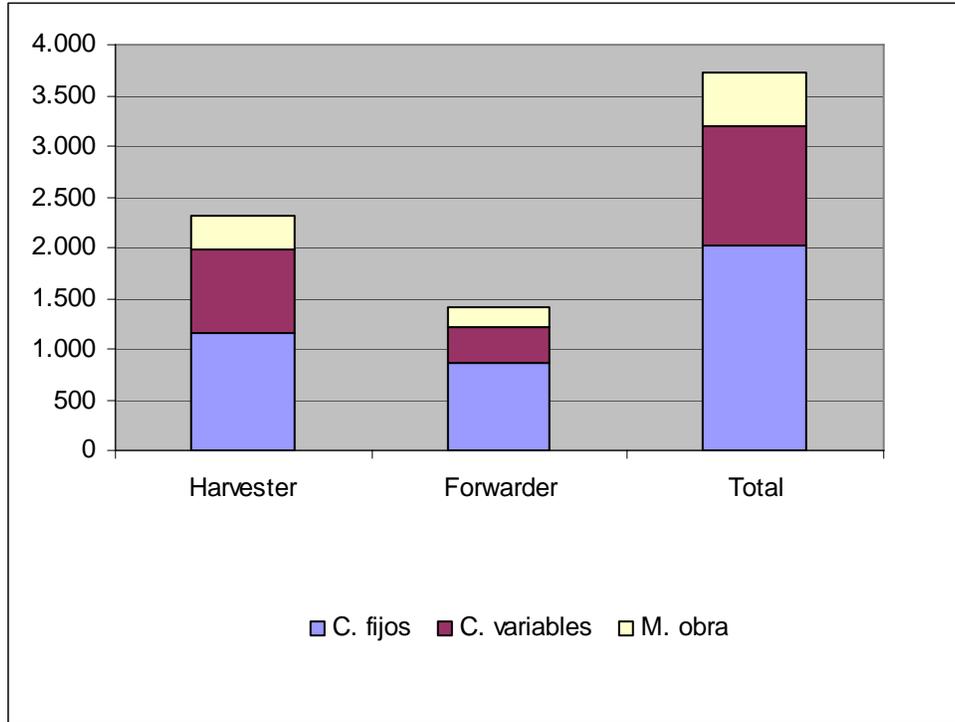


Figura 10. Costos por hora planificada (\$/m³) para sistema de cosecha con demoras totales.

En la figura 10 se aprecia la participación de los costos por subsistema y del sistema en general, en la producción de un metro cúbico de madera pulpable para rendimientos con demoras totales. Se aprecia que los costos son mayores que para el análisis de rendimientos consideradas solamente las demoras inferiores a 10 minutos, en especial para el forwarder.

4.2.3 Análisis de los costos totales del sistema de cosecha.

En los costos unitarios además de los costos de las máquinas analizados anteriormente, se presentan costos adicionales a la faena de cosecha, los cuales son los llamados costos indirectos.

Los costos indirectos son principalmente los sueldos de las personas que trabajan en la faena, pero que no sean los operarios de las máquinas, ya que ya fueron incluidos en los valores de las máquinas. Los otros costos indirectos son los valores de mantenimiento de todas las personas de la faena, siendo estos costos de pensión, alimentación, locomoción, administración, mantenimiento de la camioneta del supervisor y el camión de combustibles y lubricantes y los elementos de protección del personal.

En la figura siguiente se muestran los porcentajes de participación de los costos por hora planificada del harvester, forwarder, sueldos en general y costos asociados. Para el cálculo de los valores por hora planificada para los sueldos en general y

costos asociados, se utilizaron los datos de rendimiento y productividad del harvester, por ser el subsistema principal de esta faena de cosecha.

En la figura 11 se presenta la participación porcentual de cada uno de los costos por hora involucrados el faena de cosecha.

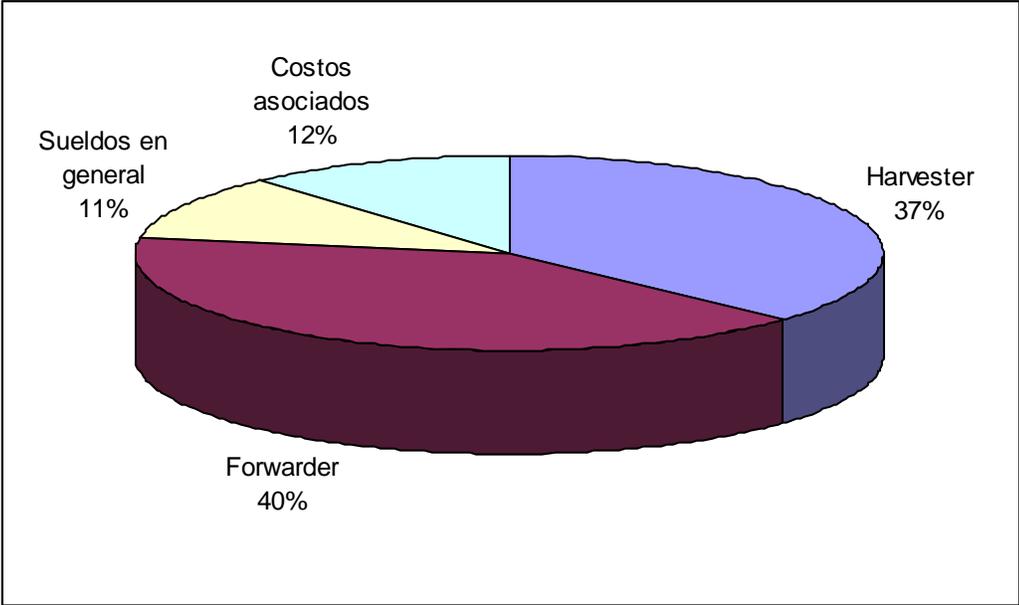


Figura 11. Porcentajes de participación de los costos totales por hora planificada.

El valor total de los costos por hora planificada son de 81.205 \$/hrpl, el mayor porcentaje es del forwarder con un 40% (32.820 \$/hrpl), le sigue el harvester con un 37% (30.079 \$/hrpl), los costos asociados son un 12% (9.525 \$/hrpl) y los sueldos en general son un 11% (8.782 \$/hrpl).

En la figura 12 se presenta la participación porcentual de cada uno de los costos unitarios involucrados el faena de cosecha.

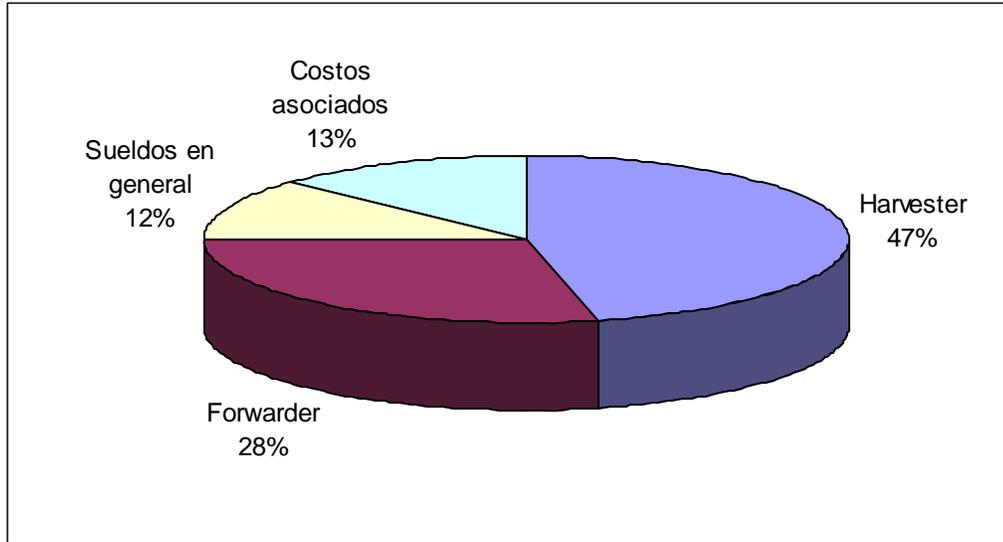


Figura 12. Porcentajes de participación de los costos totales por metro cúbico planificado.

El valor total de los costos por metro cúbico son de 4.977 \$/m³, el mayor porcentaje es del harvester con un 47% (2.313 \$/m³), le sigue el forwarder con un 28% (1.415 \$/m³), los costos asociados son un 13% (650 \$/m³) y los sueldos en general son un 12% (599 \$/m³).

4.3 Determinación de costos mediante PLANFOR v1.

4.3.1 Determinación de los costos horarios.

En la determinación de los costos horarios planificados mediante PLANFOR v1, entregado por el reporte de cosecha (anexo 6), donde se utilizaron los datos de rendimientos y productividad obtenidos a partir del estudio de tiempos realizado en terreno con el total de demoras, donde se tiene una productividad para el harvester de 68% y un rendimiento de 14,66 m³/hrpl y para el forwarder una productividad de 83% y un rendimiento de 24,22 m³/hrpl.

En el cuadro 13 se muestran los costos horario entregados por PLANFOR para cada subsistema y el sistema de cosecha total.

Cuadro 13. Costo horario (\$/hrpl) para el sistema de cosecha.

	C. fijos	%	C. variables	%	M. obra	%	Total	%
Harvester	15.833	26%	8.210	14%	4.901	8%	28.944	48%
Forwarder	18.987	32%	7.394	12%	4.645	8%	31.026	52%
Total	34.820	58%	15.604	26%	9.546	16%	59.970	100%

En el cuadro anterior se puede observar que el costo total por hora planificada es de 59.970 \$/hrpl. Los valores individuales por hora planificada son para el harvester de 28.944 \$/hrpl con un 48% de participación, para el forwarder es de 31.026 \$/hrpl con un 52% de participación.

En comparación con la determinación tradicional de los costos tenemos que el costo total por hora planificada con el total de demoras de las máquinas, alcanza el valor de 62.899 \$/hrpl, haciendo una diferencia de 2.929 \$/hrpl más alto que el valor calculado por PLANFOR.

En la figura 13 se muestran los resultados gráficos de los costos horarios entregados por PLANFOR.

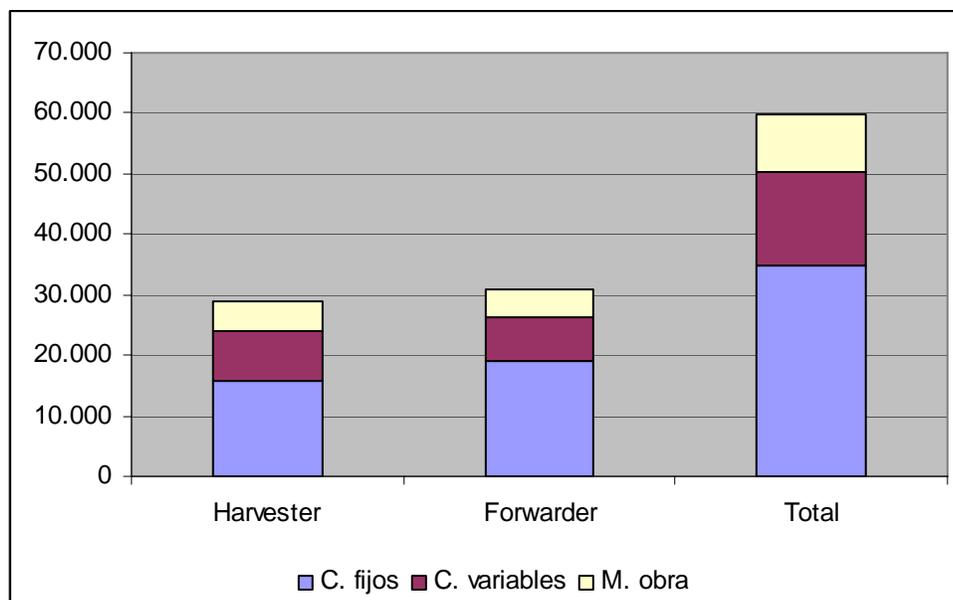


Figura 13. Costos por hora planificada para sistema de cosecha.

Se puede observar que dentro de los costos totales los costos fijos tienen un 58% de participación, debido a la alta mecanización de la faena. En la planificación tradicional el porcentaje de participación de los costos fijos es de un 60%. La participación de los costos totales por máquina se mantienen en el mismo porcentaje en ambos tipos de determinación con un 48% para el harvester y un 52% para el forwarder.

4.3.2 Determinación de los costos unitarios.

Los costos unitarios calculados por el software PLANFOR v1 a partir de los rendimientos de las máquinas se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 14. Costos unitarios (\$/m³) calculados por PLANFOR.

	Costos (\$/m ³)	Porcentaje
Harvester	2.067	60%
Forwarder	1.374	40%
Total	3.441	100%

Los costos unitarios entregados por PLANFOR son en total 3.441 \$/m³, siendo 2.313 \$/m³ con un 60% para el harvester, y el forwarder es de 1.374 \$/m³ con un 40%. En comparación con los valores calculados en el plan convencional hay una diferencia de 287 pesos, siendo el valor calculado de 3.728 \$/m³.

4.3.3 Reporte del flujo de caja de PLANFOR v1.

El reporte del flujo de caja (anexo 7) entregado por PLANFOR entrega valores desglosados de los ingresos y costos que se tienen por mes, además de entregar el desglose de los costos tanto por mes como unitario de los costos directos, indirectos y financieros. Finalmente entregando el balance neto descontado final. En los siguientes párrafos se darán los resultados del flujo de caja.

Ingresos del plan operativo.

El ingreso total del plan de cosecha esta calculado a partir de la producción mensual del harvester que al tener un rendimiento de 14 m³/hrpl y de trabajar 400 hrs al mes nos da un total de 5.600 m³ por mes. Por lo tanto, con el valor de 5.300 \$/m³ puesto a orilla de camino, da un total de \$29.680.000 de ingresos brutos para la línea de producción estudiada.

Costos directos.

Los costos directos, que incluyen los costos operacionales y de mano de obra son de \$8.230.355 por mes. En donde los costos operacionales o variables son de \$5.117.995 por mes para ambas maquinas y los costos de mano de obra son de \$3.112.360 por mes para los cinco operarios en total. Con lo cual nos da un costo unitario de 1.469 \$/m³.

Costos indirectos.

Estos costos incorporan los valores de supervisión, administración e implementación, dentro de los cuales incluidos los sueldos de las personas que trabajan en la faena menos los operadores de las maquinas, los costos de alimentación, pensión, movilización, camioneta del supervisor y mantención del camión petrolero.

El total por mes de los costos directos es de \$7.790.701, para la supervisión es de \$3.512.684 por mes, la administración es de \$1.973.162 y la implementación es de \$2.484.855 por mes. Por lo tanto, el costo indirecto unitario es de 1.423 \$/m³.

Costos fijos.

Los costos fijos o de propiedad son en total de \$11.042.370 por mes. Este es el valor de arriendo que se paga al banco cuando se opta por un leasing para adquirir las máquinas, además considera el valor de la patente y de la revisión técnica de las máquinas.

El costo fijo unitario para el plan de cosecha es de 1.971 \$/m³.

Costo total del plan operativo.

El costo total del plan operativo considera los costos directos, costos indirectos y costos fijos vistos anteriormente, por lo tanto el costo total del plan de cosecha mensual es de \$27.243.430. El costo unitario final es de 4.864 \$/m³, teniendo una diferencia con el valor unitario calculado en forma convencional (4.977 \$/m³) de 113 pesos.

Balance neto descontado final.

Este balance neto considera los ingresos brutos menos el costo total del plan operativo. Por lo tanto, el ingreso neto de la empresa por la línea de producción es de \$2.436.569 por mes.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores dados anteriormente.

Cuadro 15. Cuadro resumen del flujo de caja.

Ingresos	Mes	29.680.000
C. directos	Mes	8.230.355
	Unitario	1.469
C. indirectos	Mes	7.970.701
	Unitario	1.423
C. fijos	Mes	11.042.370
	Unitario	1.971
C. total	Mes	27.243.430
	Unitario	4.864
Balance neto	Mes	2.436.569

En el cuadro anterior se puede observar que el balance neto es de \$2.436.569, y el balance que se obtuvo en el plan convencional es de \$1.810.140, el cual produce una diferencia de \$626.429 más en la planificación con software. Estas diferencias que se han presentado pueden estar debidas la falta de un mejor control de las horas de trabajo de las máquinas por parte del usuario, ya que, el programa esta diseñado para trabajar 180 horas mensuales, siendo que, el harvester y el forwarder estudiados en el presente trabajo de titulación trabajan 400 y 250 horas mensuales correspondientemente. Este manejo de las horas de trabajo de cada máquina por el usuario de PLANFOR, es una gran opción a incorporar en el programa, ya que en el trabajo diario se utilizan más de un operario por máquina y no coinciden las horas de trabajo de la máquina con las horas de trabajo mensual de los operarios.

A continuación se muestra una presentación gráfica de los valores unitarios que se obtuvieron de PLANFOR.

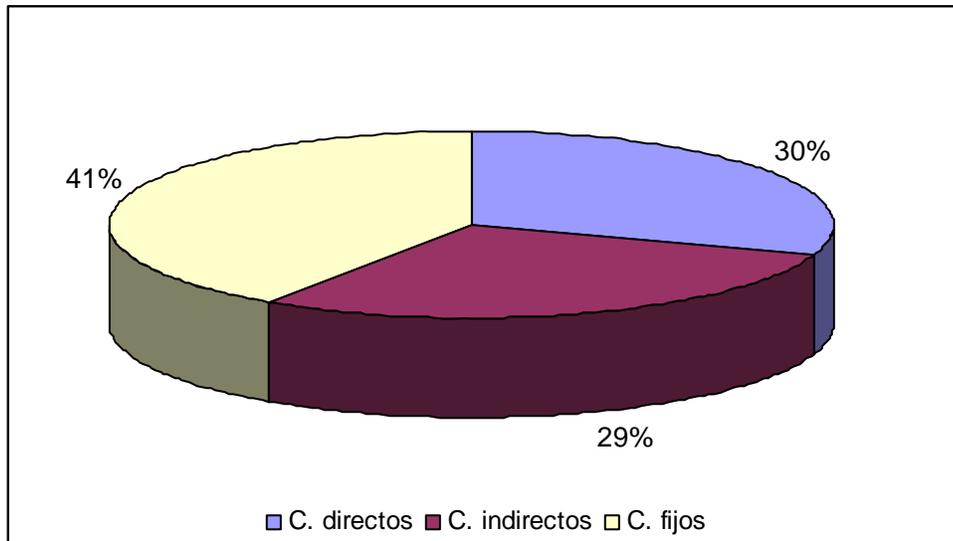


Figura 14. Distribución porcentual de los valores unitarios dados por PLANFOR v1.

En consecuencia con lo que se ha visto a lo largo del estudio los costos fijos son los que presentan mayor participación (41%) en el costo total unitario. Esto es debido a la alta mecanización de la faena, ya que los altos valores en los pagos de las cuotas leasing y ocupan poca mano de obra que influya en el valor de costos directos.

4.4 Comparación de los resultados de la planificación convencional y PLANFOR.

La validación de PLANFOR v1 se realizó mediante la comparación de los resultados de la planificación tradicional y la planificación mediante PLANFOR. En el cuadro 16 se muestra los resultados de ambas planificaciones y su diferencia por hora planificada y por metro cúbico planificado.

Cuadro 16. Comparación de resultados de ambas planificaciones.

		Tradicional	PLANFOR v1	Diferencia
Harvester	Hora	30.079	28.944	1.135
	Unitario	2.313	2.067	246
Forwarder	Hora	32.820	31.026	1.794
	Unitario	1.415	1.374	41

En el cuadro anterior se observa las diferencias entre ambos tipos de planificaciones por hora y unitario. Para el harvester la diferencia por hora planificada es de 1.135

pesos, lo cual es un 3,8% menos de costos calculados por PLANFOR y la diferencia unitaria es de 246 \$/m³, lo cual es un 10,6% menos calculado por PLANFOR. La diferencia del forwarder por hora planificada es de 1.794 pesos, lo cual da un 5,4% menos de costos calculado por PLANFOR, la diferencia unitaria es de 41 \$/m³, lo cual es un 2,9% menos calculado por PLANFOR.

5. CONCLUSIONES

Si bien invertir en un sistema de cosecha altamente mecanizado, en donde se trabaja con maquinaria como harvester y forwarder, implica una elevada inversión, los altos rendimientos que se obtienen con estos equipos justifican su implementación. Sin embargo, es fundamental una adecuada organización y coordinación para evitar o reducir al máximo los tiempos no productivos que puedan ocurrir.

Dentro de los rendimientos del harvester es importante resaltar que estos aumentan a medida que aumenta el tamaño del árbol, siendo el rendimiento a $0,07 \text{ m}^3$ por árbol de $4,06 \text{ m}^3/\text{hrpl}$, a un tamaño de $0,31 \text{ m}^3$ por árbol el rendimiento es de $13,01 \text{ m}^3/\text{hrpl}$ y a un tamaño de $0,69 \text{ m}^3$ el rendimiento es de $25,2 \text{ m}^3/\text{hrpl}$.

El monopodismo del árbol también es un elemento importante en el rendimiento del harvester, ya que, cuando el árbol presenta dos flechas el rendimiento disminuye a $7,92 \text{ m}^3/\text{hrpl}$ de un rendimiento de $16,14 \text{ m}^3/\text{hrpl}$ cuando el árbol es monopódico.

El rendimiento del forwarder esta muy influenciado por el tamaño de carga a maderear. Con los resultados obtenidos del estudio de tiempos y rendimientos realizado en terreno, se pudo observar que los mejores rendimientos se produjeron cuando el tamaño de carga era de 12 o 13 m^3 con $31 \text{ m}^3/\text{hrpl}$, ya que al aumentar este volumen a 15 m^3 disminuían los rendimientos a $24 \text{ m}^3/\text{hrpl}$, por el motivo de que aumentaban mucho los tiempos de toma de carga, el cual es el que mas influye en el tiempo total por ciclo, y este aumento de tiempo en la toma de carga es debido a que se demora mas el acomodo de la carga arriba del forwarder.

Las distancias de madereo no influyen en forma significativa al rendimiento del forwarder, ya que la distribución que presenta el rendimiento con la distancia de madereo es de forma aleatoria, sin presentar una correlación.

El proceso de planificación convencional es una forma muy utilizada y por lo cual es muy confiable en sus resultados, pero toma tiempo en realizar las planillas de cálculo, además de presentar un alto riesgo en cometer errores que se reflejan en resultados equivocados y una mala toma de decisiones.

El estudio de costos determinó para el plan de cosecha un costo horario de $62.899 \text{ \$/hrpl}$, el que incluye el costo de propiedad de la maquinaria, los costos operacionales y de mano de obra directa. El subsistema con mayor participación en el costo total horario, es el subsistema de madereo con un 52% con $32.820 \text{ \$/hrpl}$.

Los costos unitarios determinados para el plan de cosecha es de $3.728 \text{ \$/m}^3$, del cual el forwarder tiene la mayor participación con un 62% con $2.313 \text{ \$/m}^3$.

El proceso de planificación utilizando un software como PLANFOR, presenta una alta rapidez de procesamiento de datos y una disminución de la posibilidad de cometer errores en el proceso de obtención de resultados. Además tiene la ventaja de que se

puede realizar una variación de los datos input para ver distintas condiciones de trabajo y ver cuales son las mas convenientes para llevar a cabo.

Como se pudo ver en la comparación de los resultados de la planificación convencional con la planificación realizada con PLANFOR, donde este programa dio como resultado datos muy similares, dando una diferencia entre los valores tanto horario como unitario de menos un 5% del valor convencional, solamente en la diferencia de costo unitario del harvester que da un 10%. Por lo tanto, es una herramienta confiable para la planificación de una cosecha forestal.

Por otro lado, PLANFOR v1 tiene aspectos que no ha considerado en su programación, las cuales son; (1) la baja posibilidad de manejar las horas de trabajo diarias y mensuales por el usuario y (2) muchas empresas trabajan con sus operarios de las máquinas dos sueldos, uno fijo considerado por PLANFOR y otro variable que depende de la producción que tengan en el mes, el cual no es considerado por PLANFOR v1.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Eeronheimo, O., Mäkinen, P. 1995. Desarrollo de cosecha forestal en las plantaciones de pino radiata en Chile. Finlandia. Instituto de Investigaciones Forestales de Finlandia. 79 p.
- Tolosana, E., González, V., Vignote, S. 2000. El aprovechamiento maderero. Madrid. Mundi-Prensa. 563 p.
- Carey, P. 1997. Metodología y diseño de un sistema para el apoyo en la planificación de operaciones forestales. *Bosque*. 18(1): 83 – 88.
- Anaya, H. 1998. Metodología para determinar costos y rendimientos de operaciones de apeo y transporte forestal (transporte menor).
- Gayoso, J., Acuña, M. 1999. Guía de campo “Mejores practicas de manejo forestal”. Valdivia. UACH. 118 p.
- Parra, M., Carey, P. 2000. Consideraciones metodológicas para la evaluación de la cortadora – procesadora (harvester) en operaciones forestales. *Bosque (Chile)* 21(2): 137 – 146.
- Jaramillo, A., 2005. Evaluación técnica y económica de sistema de astillado en bosque de *Eucalyptus sp.* Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac de Cs. Forestales. 41 p.
- Figueroa, A. 2004. Evaluación técnica y económica de sistema de cosecha tradicional de *Eucalyptus sp.* en la X Región. Tesis Ing. For. Valdivia, Fac. de Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile. 36 p.
- Follert, A. 2002. Evaluación de rendimientos y costos de un sistema de cosecha mecanizado de *Eucalyptus globulus* (Labill.) a tala rasa en la provincia de Llanquihue (X Región). Tesis Ing. For. Valdivia, Fac. de Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile. 37 p.
- Instituto Forestal de Chile. 2004. Estadísticas Forestales. **INTERNET:** <http://www.infor.cl> (Mayo 20, 2006).
- Arroyo, C., 2005. Evaluación técnica y modelamiento de procesador en cosecha de *Pinus radiata* en la X región. Tesis Ing. For. Valdivia, Fac. de Cs Forestales. Universidad Austral de Chile. 31 p.
- Komatsu forest. 2006. **INTERNET:** <http://www.komatsuforest.com/>.

ANEXOS

ANEXO 1
Abstract and keywords

Abstract and keywords

The study area is located in the estate Tornagaleones A of Forestal Anchile Ltda. commune of Corral, in the province of Valdivia X Region, in a harvest of *Eucalyptus nitens* with year of plantation in 1997.

One considers as general objective of this study, to carry out a technical and economic evaluation of a plan of harvest with harvester Valmet 941 and forwarder Valmet 890,2 pertaining to an EMSEFOR that uses discharge mechanization in their tasks of harvest, in plantations of *Eucalyptus nitens*.

In order to obtain the general objective of the study, the following specific objectives consider: 1) To determine and to evaluate the costs of a plan of forest harvest by means of a conventional method, and to make a study of times in land to determine yields 2) To process the information and to give results that allow to determine the costs and yields of a system of harvest based on forwarder and harvester and 3) To validate the planning by means of the called software "Planificador de Sistemas de Cosecha y Transporte Forestal" (PLANFOR v1).

For the study of yields an inventory of the rodal was made and three types of category of tree were identified, employees of the diameter to the height of the chest (DAP): Category 1, trees smaller to 15.6 cm of DAP (individual average Volume 0.07 m^3); category 2, mainmasts or equal to 15.6 cm and minors to 25.8 cm Of DAP ($0.31 \text{ individual average Volume m}^3$) and category 3, mainmasts or equal to 25.8 cm of DAP ($0.69 \text{ individual average Volume m}^3$).

The study of times and yields is analyzed classifying the delays of the equipment within each subsystem in inferior delays to 10 minutes and total delays, which include the delays smaller and greater to 10 minutes. Therefore two productivities by subsystem in the study of times are determined. The productivities determined for the subsystem of I turn around, broken and decorticated it is of 68% and for the forwarder subsystem it is of 84%.

The yields calculated per hour planned for the subsystem of harvester is $14.66 \text{ m}^3/\text{HrPI}$, for the subsystem of forwarder is $24.22 \text{ m}^3/\text{HrPI}$.

The costs calculated according to methodology used by Forest Engineering Research Institute of Canada (FERIC), include fixed costs, variable costs and costs of manual labor.

The hour cost of the system was determined in $62.899 \text{ \$/HrPI}$, the one that include costs of property of the machinery, the operational costs and of direct manual labor.

The study of costs determines total an unit cost of the system of harvest of $3,104 \text{ \$/m}^3$ for planned yields that include single the inferior delays to 10 minutes registered.

The study of costs determined total an unit cost of the system of harvest of 3,728 $\$/\text{m}^3$ for planned yields that include the total of registered delays, obtaining this way a difference of 624 $\$/\text{m}^3$ depending on the elimination of the operational delays greater to 10 minutes.

The study of costs determined total an unit cost of the system of harvest of 3,728 $\$/\text{m}^3$ for planned yields that include the total of registered delays, obtaining this way a difference of 624 $\$/\text{m}^3$ depending on the elimination of the operational delays greater to 10 minutes.

Keyword: Subsystem, times, yields, costs, software.

ANEXO 2
Formularios de terreno

ANEXO 3
Información del rodal

Tabla de rodal y existencia.

Rango (cm)	Arb/ha	DAP prom (cm)	HT (m)	Vol (m3)	Vol (m3/ha)
]5 - 10]	50	7,5	14,86	0,0328	1,64
]10 - 15]	283	12,5	19,12	0,1047	29,63
]15 - 20]	350	17,5	21,83	0,2183	76,41
]20 - 25]	383	22,5	23,71	0,3721	142,51
]25 - 30]	283	27,5	25,08	0,5639	159,58
]30 - 35]	133	32,5	26,14	0,7931	105,48
]35 - 40]	13	37,5	26,97	1,0578	13,75
Total	1495	22,5	22,53	0,3529	527,59

Especie: *Eucalyptus nitens*.

Edad: 10 años.

ANEXO 4
Estadística

Determinación del tamaño de muestra del control de tiempos

Para la obtención de una muestra estadísticamente significativa, se calculó el número mínimo de observaciones en base a un muestreo, considerando un error estimado de un 5% y un nivel de confianza de un 95%, para lo cual se empleó las siguientes fórmulas:

$$(1) n = \frac{t^2 \times s^2}{x^2} \quad \text{y} \quad (2) E = \frac{s}{\sqrt{n}} \times \sqrt{1 - \frac{n}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra

t = Distribución, t Student

s = Desviación estándar

x = Media

E = Error, estándar

N = Muestra observada

ANEXO 5
Determinación de los costos

Costos fijos

- Valor de compra del Harvester y el Forwarder.
 - Harvester: US\$ 424.892.-
 - Forwarder: US\$ 324.452.-
- Valor de reventa de cada uno.
 - No tienen valor de reventa
- Compra fue realizada por leasing.
- La cuota mensual es de \$22.000.000 netos, correspondiente a 2 forwarders y 2 harvesters, con sus respectivos porcentajes de participación.
- Periodos en los cuales son amortizadas las máquinas.
 - 48 meses
- Costos anuales de seguros, patentes, impuestos y/o varios.
 - Seguros: Incluidos en cuota leasing.
 - Patentes: Aprox. \$20.000/año
 - Rev. Técnica: \$40.000/4 años.

Costos variables

- Consumos de combustible de las máquinas (lt/hr)
 - Harvester: 19,5
 - Forwarder: 12,9
 - Datos de Marzo 2007.
- Valor del petróleo comprado en Marzo (Valor neto).
 - Neto 309,36 \$/litro
 - Imp. Específico 48,41 \$/litro
 - IVA 58,78 \$/litro
- Costos de lubricantes ocupados en el mes de Marzo (aceite de motor o líquidos hidráulicos y otros lubricantes).
 - \$1.450.000.-
 - Harvester \$1.230.000
 - Forwarder \$320.000
- Costos de reparaciones y mantenciones.
 - 25% del valor de compra.
- Vida útil de los neumáticos (horas).
 - Duran los 4 años. Las máquinas se compran con un repuesto para emergencias.

Mano de obra

- Sueldo de los operarios de cada una de las maquinas, numero de operarios por maquina.
 - Operadores harvester: son 6, sueldo líquido de \$450.000.-
 - Operadores de forwarder: Son 4, con sueldo líquido de 425,000.-

Costos y datos adicionales

- Vida útil de las máquinas.
 - 20,000 horas para los harvester
 - 12,000 horas para los forwarder
- Uso anual planificado.
 - Harvester: 400 horas/mes
 - Forwarder: 250 horas/mes
- Horas de trabajo diarias.
 - Harvester: 10 horas efectivas/turno.
 - Forwarder: 10 horas efectivas/turno.
- Metas de producción mensuales
 - Sobre 12,600 m³ para dos líneas de producción.
- Valor del m³ puesto a orilla de camino ANCHILE.
 - 10 US\$/m³.
- Personas que trabajan en la faena (como mecánicos, jefe de faenas y otros) y sus sueldos.

	Cant.	Total Haber	Costo Empresa		
		Unitario	Total	Unitario	Total
HARVESTER VALMET	6	562.500	3.375.000	653.527	3.921.159
FORWARDER VALMET	4	500.000	2.000.000	580.566	2.322.264
HARVESTER TIMBERJACK	0	562.500	0	653.527	0
FORWARDER TIMBERJACK	0	500.000	0	580.566	0
TROZADO SLASHER	0	500.000	0	580.566	0
CARGUIO	0	562.500	0	653.527	0
RELEVO	0	562.500	0	562.500	0
CHOFER	1	437.500	437.500	507.606	507.606
JEFE PROYECTO	1	1.117.332	1.117.332	1.301.219	1.301.219
SUPERVISOR	2	750.000	1.500.000	872.408	1.744.816
EXP. PREV. RIESGOS	0	750.000	0	872.408	0
JEFE DE TURNO	0	750.000	0	872.408	0
ADMINISTRATIVO	0	750.000	0	872.408	0
JEFE MANTENCION	1	750.000	750.000	872.408	872.408
MECANICO	3	562.500	1.687.500	653.527	1.960.580
AYTE. MECANICO	0	312.500	0	361.685	0
ELECTRICO	0	250.000	0	288.724	0
SOLDADOR	0	250.000	0	288.724	0
TORNERO	0	250.000	0	288.724	0
LUBRICADOR	0	250.000	0	288.724	0
PAÑOLERO	1	250.000	250.000	288.724	288.724
MOTOSIERRISTA	1	302.500	302.500	350.011	350.011
ESTROBERO	0	250.000	0	288.724	0
DESPICADORES	0	250.000	0	288.724	0
	20		11.419.832		13.268.787

- Costo de mantener al personal en la faena (pensión o casa, comida y otros), mantención de camioneta y furgón de locomoción, costo de equipamiento del personal y costos de administración

Misceláneos				
	Adm. Central	Cam. supervisor	Cam. combustible	Motosierra
Costo unitario (\$/mes)	43.334.930	432.000	483.578	88.000
Frec. Mensual (ponderado)	0,05	3	1	1
Costo mensual (\$/mes)	2.166.746	1.296.000	483.578	88.000
Costo mensual (US\$/mes)	4.045	2.420	503	164
Costo total (US\$/mes)	4.045	2.420	503	164
Costo total (\$/mes)	2.166.746	1.296.000	483.578	88.000

LOCOMOC.	ALIM. Y PENSION	ELEM.PROT.PERS	INSTALACIONES	
800.000	2.520.000	133.056	0	
1,000	1	1	1,00	TOTAL
800.000	2.646.000	139.709	0	7.620.033
1.494	4.940	261	0	14.227
17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1.494	4.940	261	0	14.227
800.000	2.646.000	139.709	0	7.620.033

ANEXO 6
Reporte de cosecha PLANFOR



PLANFOR: Planificador de Cosecha Forestal

Faena : Tornagaleones Pablo

Actividad: 040 Volteo-Desrrame-Trozado

Mes de Cosecha	'MAR/2007'	TOTAL
Produccion Trozos	5,600	5,600
Días Trabajo	31	31
Horas de Trabajo Día	8	
Numero Operadores	1	
Numero Ayudantes	0	
Costo Mensual Operadores	1,960,400.00	
Costo Mensual Ayudantes	.00	
Costo Mano de Obra	1,960,400.00	1,960,400.00
HARVESTER		
Costo Propiedad (Harvester)	6,333,548.00	
Costo Operacional	3,284,184.00	
Rendimiento m3/hora	14	
Costo Mensual (Harvester)	9,617,732.00	
COSTO TOTAL ACTIVIDAD.		
Costo Operacional	5,244,584.00	5,244,584.00
Costo Operacional por m3	936.53	936.53
Costo Propiedad Maquinaria	6,333,548.00	6,333,548.00
Costo Total Actividad	11,578,132.00	11,578,132.00
Costo Total por m3	2,067.52	2,067.52



PLANFOR: Planificador de Cosecha Forestal
Faena : Tornagaleones Pablo

Actividad:

050 Madero

Mes de Cosecha	'MAR/2007'	TOTAL
Produccion Trozos	5,600	5,600
Dias Trabajo	31	31
Horas de Trabajo Dia	8	
Numero Operadores	1	
Numero Ayudantes	0	
Costo Mensual Operadores	1,151,960.00	
Costo Mensual Ayudantes	.00	
Costo Mano de Obra	1,151,960.00	1,151,960.00
FORWARDER		
Costo Propiedad (Forwarder)	4,708,826.00	
Costo Operacional	1,833,811.20	
Rendimiento m3/hora	24	
Costo Mensual (Forwarder)	6,542,636.70	
COSTO TOTAL ACTIVIDAD.		
Costo Operacional	2,985,771.20	2,985,771.20
Costo Operacional por m3	533.17	533.17
Costo Propiedad Maquinaria	4,708,826.00	4,708,826.00
Costo Total Actividad	7,694,596.70	7,694,596.70
Costo Total por m3	1,374.04	

ANEXO 7
Reporte de flujo de caja PLANFOR

PLANFOR: Planificador de Cosecha Forestal

Flujo de Caja

Periodo	'MAY/2007'	'JUN/2007'	'JUL/2007'	'AUG/2007'	'SEP/2007'	'OCT/2007'	'NOV/2007'	'DEC/2007'	'JAN/2008'	'FEB/2008'	TOTAL AÑO
Produccion Trozos (m3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,600.00
INGRESOS											
Trozos Torno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trozos Aserradero 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trozos Aserradero 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trozos Aserradero 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trozos Pulpables	29,680,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29,680,000.00
Otros Productos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aportes Propios	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Credito Forestal	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Ingresos(I)	0	29,680,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29,680,000.00
COSTOS DIRECTOS											
Costos Operacionales	5,117,995.20										5,117,995.00
Costo de Mano de Obra	3,112,360.00										3,112,360.00
Total Directos (CD)	8,230,355.20										8,230,355.00
Costo por m3(CD/m3)	1,469.71										1,469.71
COSTOS INDIRECTOS											
Supervision	3,512,684.00										3,512,684.00
Administracion	1,973,162.00										1,973,162.00
Implementacion	2,484,855.00										2,484,855.00
Total Indirectos(CI)	7,970,701.00										7,970,701.00
Costo por m3(CI/m3)	1,423.34										1,423.34
Subtotal (CD+CI)	16,201,056.20										16,201,080.00
Costo por m3(CD+CI)	2,893.05										2,893.05
COSTOS FINANCIEROS											
Servicio Capital Deuda	0	0.00									0.00
Servicio Intereses Deuda	0	0.00									0.00
Servicio Capital Aportes Propios	0	0.00									0.00
Servicio Intereses Aportes Propios	0	0.00									0.00
Total Financieros(CF)	0	0.00									0.00
Costo por m3(CF/m3)	0	0.00									0.00
Subtotal (CD+CI+CF)	16,201,056.20										16,201,080.00
Costo por m3	2,893.05										2,893.05
COSTOS FLUOS											
Total Costo Fijo (CF)jos	11,042,370.00										11,042,370.00
Costo por m3(CF)jos/m3	1,971.85										1,971.85
COSTO TOTAL PLAN (CD+CI+CF)jos	27,243,430.20										27,243,430.00
Costo por m3(TOTAL PLAN/m3)	4,864.90										4,864.90
Balance Operacional(-(CD+CI+CF))	13,478,943.80										13,478,943.80
Balance Acumulado	13,478,943.80										13,478,943.80
Balance Neto Descontado	13,478,943.80										13,478,943.80
Balance Final(-(CD+CI+CF)jos)	2,436,569.80										2,436,569.80
Balance Neto Descontado Final	2,436,569.80										2,436,570.00

* Los costos por metro cubico estan ponderados por metro cubico.

** La columna Total Anual no considera en la sumatoria los valores en la columna cero.

ANEXO 8
Imágenes de PLANFOR v1

Administrador de máquinas, harvester.

Maquinaria Forestal

Crear Copiar Renombrar Eliminar

Nombre	Total Costo Horario
Harvester	28945.33
Forwarder	31026.6



harvester.bmp Examinar...

Características Generales

Tipo de Máquina: Harvester Tipo de Tracción: Neumatico Factores de Rendimiento por Temporada

Costos de Propiedad

Interés Inversión Media: 4105.08 \$/HoraPL
Seguro: 0 \$/HoraPL
Depreciación: 11728.79 \$/HoraPL
Detalles...

Costos Operacionales

Combustible: 6032.52 \$/HoraPR
Lubricantes: 3070.55 \$/HoraPR
Mantenimiento: 2932.20 \$/HoraPR
Tren de Rodado: 0.00 \$/HoraPL
Accesorios: 0.000 \$/HoraPL
Mano de Obra: 4901.000 \$/HoraPL
Detalle... Detalles...

Costos de Propiedad: 15833.87 \$/HoraPL
Costos Operacionales: 8210.46 \$/HoraPL
Total Costo Horario: 28945.33 \$/HoraPL

Guardar Volver al Menu Principal

Asignación de maquinaria

Administración de Maquinaria

Asignación de Maquinaria por Actividad

Actividad: **040 Volteo-Desrame-Trozado**

Maquinaria Disponible

Harvester

Propiedad	15833.87	\$/Hora
Operacion	8210.46	\$/Hora
Mano de Obra	4901	\$/Hora

Agregar

Forwarder

Propiedad	18987.2	\$/Hora
Operacion	7394.4	\$/Hora
Mano de Obra	4645	\$/Hora

Agregar

Maquinaria Asignada

Harvester

Propiedad	15833.87	\$/Hora
Operacion	8210.46	\$/Hora
Mano de Obra	4901	\$/Hora

Quitar Dias

Resumen Costo Hora Actividad

Costos de Propiedad	15833.87	\$/Hora
Costos Operacionales	8210.46	\$/Hora
Costos Mano de Obra	4901	\$/Hora
Costos Totales	28945.33	\$/Hora

Resumen Costo Hora Sistema

Costos de Propiedad	34821.07	\$/Hora
Costos Operacionales	15604.86	\$/Hora
Costos Mano de Obra	9546	\$/Hora
Costos Totales	59971.93	\$/Hora

Aceptar