

# Metodología y diseño de un sistema para el apoyo en la planificación de operaciones forestales

Methodology and system design to assist forest operations planning

PATRICIO CAREY

Instituto de Manejo Forestal, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

## SUMMARY

A general harvest-planning model has been designed to assist in the planning steps of timber harvesting. The model is composed of expert systems modules which allow the user to select harvesting activities and machines, in order to design a timber-harvest plan. It also permits a detailed cost analysis of harvest activities, from felling to log transportation. In addition, the model allows a cash-flow analysis of a timber-harvesting plan. The program permits the user to adjust the cost of selected machines and harvesting activities to correspond with local conditions.

*Key words:* harvesting planning, harvesting costs, delphi programme language.

## RESUMEN

Se presenta el diseño de un sistema de apoyo a la gestión y planificación en planes de cosecha y transporte forestal. El sistema considera la integración, a través de un modelo computacional, de módulos que permiten al planificador seleccionar actividades y maquinarias en el diseño de su plan de cosecha. El modelo permite determinar los costos detallados de las actividades de un plan de cosecha, desde el volteo de los árboles hasta el transporte de los productos a los centros de producción. Además desarrolla el flujo de caja del plan de cosecha, para un análisis económico-financiero. El modelo permite ajustar los costos de las maquinarias y actividades de cosecha para que corresponda a las condiciones locales.

*Palabras claves:* plan de cosecha forestal, costos de cosecha forestal, lenguaje programación delphi.

## INTRODUCCION

El éxito y desarrollo del mediano y pequeño empresario de servicio forestal, en la especialidad de cosecha y transporte, depende fundamentalmente de la capacidad de planificar y determinar los costos involucrados en los sistemas de cosecha a utilizar durante una temporada de operaciones forestales.

El proceso de planificación de la cosecha y transporte en una temporada es eminentemente un proceso de "toma de decisiones", el cual se basa en la aplicación de metodologías de cálculo y selección de tecnologías de producción, que responde a los cambios en las variables de terreno, bosque, maquinarias y parámetros económicos existentes. Este proceso culmina en un Plan de Cosecha Forestal, en el cual el planificador integra todos los factores de producción.

Actualmente es de gran importancia que el empresario forestal o planificador utilice el proceso de planificación como una etapa analítica, con el propósito 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.

Como parte de una investigación en desarrollo, relacionada con la implementación de un sistema computacional, se presenta en este documento la metodología y diseño de un modelo, como 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 plan de cosecha forestal, a nivel operativo, diseñado por el planificador.

En una siguiente publicación se presentará el sistema en desarrollo denominado "Planificador de Sistema de Cosecha y Transporte Forestal" (PLANFOR), el cual se encuentra en etapa de prueba y de uso restringido a docencia, en el Instituto de Manejo Forestal de la Universidad Austral de Chile.

## ESPECIFICACION FUNCIONAL

El sistema computacional de planificación de cosecha forestal debe satisfacer la siguiente funcionalidad:

1. Apoyar la toma de decisión para determinar la tecnología de producción más adecuada en la implementación de un plan de cosecha y transporte forestal.
2. Apoyar la gestión de planificación del empresario de servicio en cosecha y transporte forestal, al integrar toda la información necesaria para el diseño y evaluación económica de un plan de cosecha forestal.
3. Mantener la información de diferentes planes de cosecha, en ejecución y organizados en faenas forestales existentes y/o nuevas.
4. Procesar la información y entregar resultados que permitan la elaboración de informes de costos y rendimientos de los sistemas planificados en una determinada faena de cosecha forestal.
5. Procesar y desarrollar el flujo de caja de un plan de cosecha forestal, permitiendo realizar el análisis económico y financiero del mismo.
6. Apoyar el análisis comparativo en planes de cosecha ante cambios de factores operacionales y económicos.

## DISEÑO DEL SISTEMA COMPUTACIONAL

El diseño del sistema considera la creación de una base de datos modular, con varias tablas de costos de maquinarias y rendimientos de actividades de cosecha forestal, en una interfaz interactiva con el planificador.

Debido a la gran cantidad de información, requerimientos de velocidad de proceso y de la necesidad de mantener respaldo permanente de las

bases de datos, actualmente exige desarrollar los sistemas bajo plataformas de 32 bits como Windows95, el cual brinda todo el ambiente de multitarea y desarrollo en cuanto a la compartición de recursos y acceso al hardware.

El lenguaje de programación utilizado es delphi versión 2.0, un lenguaje de desarrollo rápido y eficiente, que genera ejecutables y provee acceso a bases de datos. Las aplicaciones desarrolladas con Delphi 2.0 son tan rápidas como las desarrolladas en lenguajes C o C++, además pueden construirse objetos reutilizables siguiendo los paradigmas de la programación orientada a objetos.

Este lenguaje es un compilador, perfeccionado sobre la estructura del lenguaje Pascal, tiene una gran gama de librerías y objetos orientados en sentido escalables, para una estructuración ordenada y eficiente, aprovechando los elementos y recursos, que van siendo creados en el programa. Además, este lenguaje en su tratamiento con respecto a las bases de datos le permite hacer conexiones lo suficientemente rápidas evitando tiempos de espera (Comell y Strain 1996).

## ESTRUCTURA DEL SISTEMA COMPUTACIONAL

La estructura del flujo de información del sistema está compuesto por los siguientes módulos:

- Módulo de definición y diseño de 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.
- Módulo de informes o reportes.

A continuación se describe cada uno de los módulos que componen el sistema, indicándose en forma general la información básica que éstos consideran y los productos del proceso de la información que se obtienen.

En la figura 1 se presenta el esquema del flujo de información del sistema computacional en desarrollo.

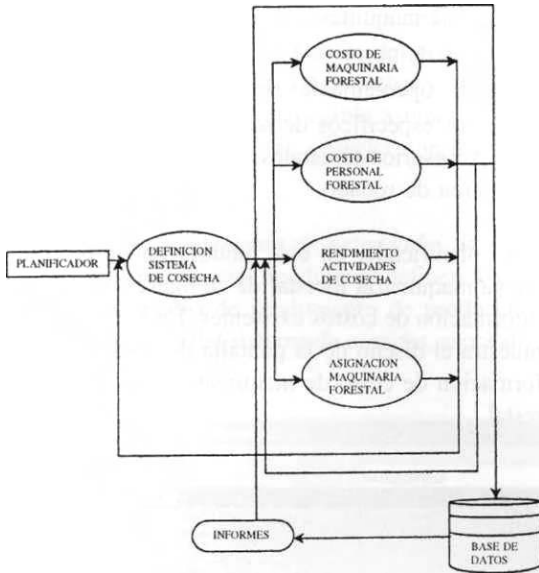


Figura 1. Esquema de flujo de información de sistema planificador de cosecha forestal.

Information flow chart in the Harvest-Planning System.

Módulo de definición y diseño de sistema de cosecha forestal. Mediante este módulo se inicia el sistema computacional y permite el ingreso de información básica de diseño de los planes de cosecha y de la planificación operativa del mismo. La información básica, a nivel operativo que el plan de cosecha considera, se puede subdividir en cuatro aspectos (Carey 1996):

- a) Información de las características generales del plan de cosecha tales como: localización geográfica y descripción general del sistema de cosecha, la clasificación del sistema de cosecha, en relación a las dimensiones del material a extraer (troza corta, troza larga o árbol completo), definición de los tipos de productos a obtener (trozas para tomo, trozas aserrables por categorías, trozas pulpables y otros).
- b) Información relativa a la duración y calendarización de la temporada de cosecha; adicionalmente se deben especificar las metas de producción por período (m<sup>3</sup>/mes), consideradas en el plan de cosecha.
- c) Información en relación al diseño del sistema de cosecha. En este sentido se deben seleccionar las actividades de cosecha que se considera ejecutar y especificar su secuencia en las operaciones. Estas actividades o subsistemas incluyen desde el volteo de los árboles hasta el transporte de los productos a los centros de producción.
- d) Información referente a los antecedentes económicos y financieros considerados en el plan de cosecha, los cuales se destacan los precios de los productos y la información relativa al capital operacional requerido.

En la figura 2 se muestra una pantalla diseñada para el ingreso de la información correspondiente a la definición y diseño del sistema de cosecha.

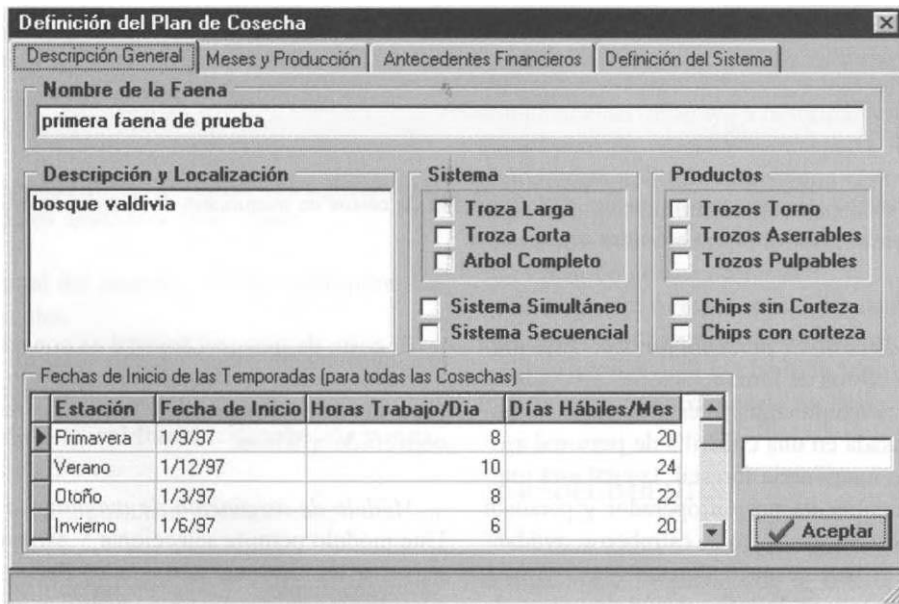


Figura 2. Pantalla programada para el ingreso de información de definición del sistema de cosecha forestal.

Programmed screen system for harvest-system design input.

*Modulo de costo de maquinaria forestal.* Este módulo considera el desarrollo de la metodología de cálculo del costo-horario de maquinaria forestal (Mathews 1942, Mifflin y Lysons 1978, Vignote et al. 1993), el cual es utilizado en la determinación de los costos del plan de cosecha. En este módulo se crea la base de datos de maquinaria forestal, que el planificador principalmente utiliza. Además le permitirá mantener actualizada la base de datos con la información correspondiente a la maquinaria de cosecha y transporte forestal disponible.

La información a desarrollar respecto de maquinaria forestal incluye:

- Tipo de maquinaria forestal.
- Costos de propiedad de maquinaria forestal.
- Costos operacionales de maquinaria forestal.
- Costos específicos de maquinaria forestal
  - Accesorios forestales.
  - Tren de rodado.

El planificador en este módulo puede ingresar nueva maquinaria forestal de su interés o editar la información de costos existentes. En la figura 3 se muestra el diseño de la pantalla de ingreso de información de costo de maquinaria de cosecha forestal.

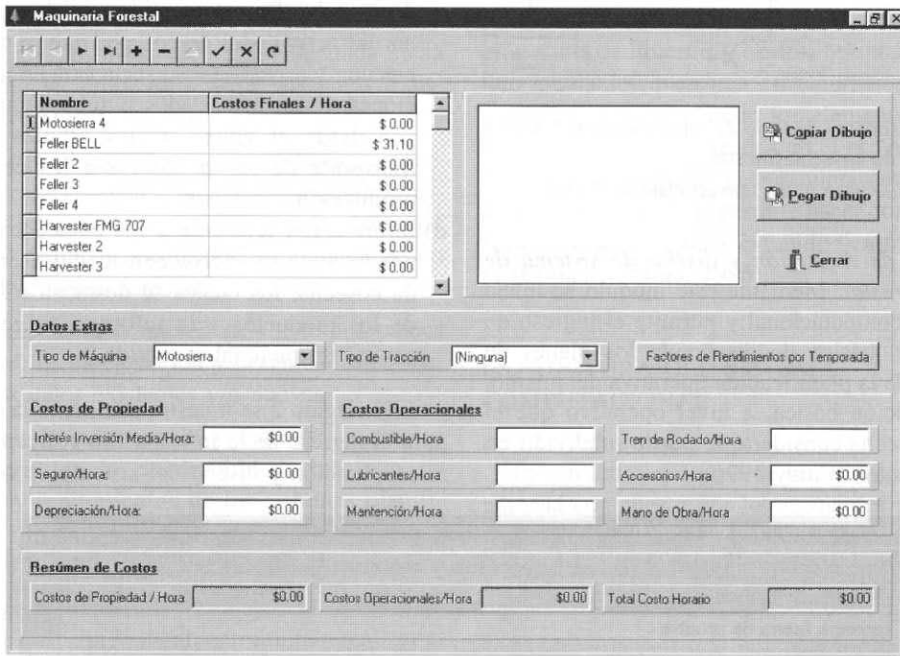


Figura 3. Pantalla programada para ingreso de información de costos de maquinaria de cosecha forestal. Programmed screen system for forest harvesting machine input.

*Módulo de costo de personal forestal.* Este módulo asigna costos de remuneraciones asociadas a las diferentes maquinarias forestales. La información está basada en una cuadrilla de personal asociada a cada maquinaria forestal, la cual está integrada principalmente por un operador y personal ayudante, como son el caso de estroberos, ayudante de motoserrista, despachadores.

Además mantiene la información de costos de personal de administración del plan de cosecha y transporte forestal.

El costo de personal forestal es considerado en este caso como un costo fijo, calculado sobre la base de una remuneración promedio mensual y convertido a \$/hora.

*Módulo de asignación de maquinaria forestal.* Este módulo permite seleccionar y asignar maquinarias a las distintas actividades del sistema de cosecha forestal diseñado. Al planificador, en base a la información de rendimiento de actividades de cosecha, para una determinada maquinaria y los

costos de la maquinaria forestal, teniendo además en consideración la información del terreno, dimensiones de los productos a cosechar y metas de producción mensual, le es posible asignar maquinarias a los volúmenes de cosecha considerados en el plan.

*Módulo de rendimiento de actividades de sistema de cosecha.* En este módulo se definen los estándares promedio de rendimiento de producción de cada actividad del sistema de cosecha, asociados

a una maquinaria forestal. En la figura 4 se muestra el diseño de pantalla para el ingreso de información de rendimiento de actividades del sistema de cosecha; como se puede apreciar, éstos se indican diferenciados de acuerdo a la estacionalidad del año.

De esta manera se crea un banco de datos de estándares de rendimientos de producción por actividades de cosecha, para las diferentes estaciones del año y por maquinaria forestal, los cuales pueden ser mantenidos y actualizados por el planificador.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Dia/Mes	20	24	22	20	% m3 Asignado
Horas/Día	8	10	8	6	% Productividad
m3/Hora	18	22	17		
m3/mes	2880	5280	2992	0	

Figura 4. Pantalla programada para el ingreso de información de rendimientos de actividades de cosecha para cada maquinaria forestal.

Programmed screen system for production rate input.

*Módulo de informes o reportes.* En el módulo informes se integra toda la información generada en los módulos anteriores, calculando y presentando principalmente el flujo de caja del plan de cosecha y transporte diseñado, para toda la temporada.

Este módulo genera informes correspondientes a los módulos anteriores tales como:

- Costo total del plan de cosecha y transporte, en \$/mensuales.
- Costo unitario por actividad de cosecha, en \$/m<sup>3</sup> 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.

## CONCLUSIONES

Este informe corresponde a un avance de la investigación en desarrollo, de un sistema computacional de apoyo a la formulación y diseño de un plan de cosecha y transporte forestal. La metodología aplicada cumple con el procesamiento de toda la información, obteniéndose resultados completos y detallados de los costos considerados en el plan de cosecha forestal.

El desarrollo de esta herramienta computacional permitirá apoyar la toma de decisiones del empresario de servicios en la planificación de los sistemas de cosecha y transporte forestal.

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile, quien ha contribuido al financiamiento de esta investigación.

## BIBLIOGRAFIA

- CAREY, P. 1996. Construcción de un simulador de explotación forestal para la especie de *Pinus radiata* (D. Don), usando simulación discreta. Informe Proyecto D.I.D., Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 24 pp.
- CORNELL, G., T. STRAIN, 1996. *Programación en Delphi*. McGraw-Hill, Inc./Interamericana de España, S.A., 275 pp.
- MATHEWS, D.M. 1942. *Cost control in the Logging Industry*. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York and London, 56 pp.
- MIFFLIN, R.W., H. LYSONS. 1978. Skyline Yarding cost estimating guide. USDA Forest Service Res. Note PNW-325, 19 pp.
- VIGNOTE, S., J. MARTOS, M.A. GONZALEZ. 1993. *Los tractores en la explotación forestal*. MAPA Publicaciones de IRYDA, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 150 pp.