



**ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES (OIMT)
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON (UMSS)
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES (ESFOR)
PROGRAMA DE POSTGRADO EN MANEJO SOSTENIBLE DE BOSQUES TROPICALES
CURSOS DE ESPECIALIZACION**

*Curso de Especialización en Manejo Sostenible de
Bosques Tropicales
Modalidad Semipresencial*

MATERIAL DIDÁCTICO DEL CURSO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

(Curso 1 Módulo III)

Del 14 de abril al 9 de Mayo



ITTO



VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE RECURSOS
NATURALES Y DESARROLLO FORESTAL



LA PRACTICA NOS ENSEÑA

Cochabamba, Abril de 2003

(6 Jun. 03
M725

CONTENIDO

1. INTRODUCCION AL CURSO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL
2. DISPOSICIONES GENERALES
3. PLAN GLOBAL DEL CURSO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL
 - IDENTIFICACION
 - JUSTIFICACION
 - PROPOSITO
 - OBJETIVOS GENERALES
 - UNIDADES DIDACTICAS
 - EVALUACION (ACREDITACION)
 - CRONOGRAMA
 - BIBLIOGRAFIA
4. GUIA DE PRACTICOS
5. CRONOGRAMA DE AVANCE DE MATERIA
6. TEXTO BASICO DEL CURSO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL
 - UNIDAD 1: CONCEPTOS, PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL APROVECHAMIENTO
 - UNIDAD 2: MANTENIMIENTO Y PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL USO DE LA MOTOSIERRA EN LA CORTA DIRIGIDA
 - UNIDAD 3: DETERMINACIÓN DE COSTOS
 - UNIDAD 4: EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL E IAPOAF.

INTRODUCCION AL CURSO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

Los bosques tropicales proporcionan productos maderables y no maderables de gran importancia para la humanidad y, por lo tanto, su investigación es indispensable para poder lograr un manejo sostenible de éstos, buscando la conservación de la biodiversidad.

La explotación selectiva de maderas preciosas y semipreciosas, el crecimiento irracional de la frontera agrícola y la ganadería comercial están reduciendo el gran potencial forestal de Bolivia.

El aprovechamiento forestal implica actividades destructivas y el impacto de estas en el bosque es negativo, en la mayoría de los casos. Las diferentes operaciones de aprovechamiento forestal causan varios efectos en el bosque remanente y estos pueden ser graves o menores dependiendo de la intensidad del aprovechamiento; los mismos pueden producir cambios en las características edáficas del suelo (compactación), pérdida de árboles semilleros, cambios en la estructura y composición florística, daños a árboles remanentes, erosión de suelos, disminución de la cobertura boscosa, contaminación de ríos, alteración de habitats y como consecuencia pérdida de fauna silvestre.

En Bolivia después de haber experimentado décadas de aprovechamiento selectivo de baja intensidad y con poca atención al manejo se da un gran paso al presentar una nueva legislación forestal; la misma exige la elaboración de planes de manejo y que estos sean aprobados por la superintendencia forestal, donde se autoriza el aprovechamiento, procesamiento y comercialización de los productos del bosque en base a un plan de manejo, con la aplicación de tratamientos silviculturales que brinden los elementos necesarios para la regeneración de las especies comerciales y la preservación de la calidad del bosque y de esta manera disminuir los efectos o impactos negativos al bosque.

El curso de aprovechamiento forestal proporcionara al alumno la oportunidad de actualizar y reforzar conocimientos en la aplicación de técnicas, metodologías y tratamientos que nos ayuden a realizar un aprovechamiento forestal desde la planificación, operaciones de corta, aplicación de técnicas de corta dirigida, extracción, arrastre o rodeo, carguio y transporte de las troncas, en base a un plan, tratando de que el impacto que sufra el bosque sea mínimo.

El curso utiliza un total de 160 horas equivalentes a 4 créditos, con una modalidad semipresencial (120 horas) que consta de dos partes principales: La primera que es un autoaprendizaje basado en la lectura analítica y reflexiva por un espacio de tres semanas donde también se resolverán prácticos de estudio de casos, ejercicios y cuestionarios, permitiendo un aprendizaje continuo y autodidacta.

La segunda parte de esta modalidad semipresencial, consta de una etapa presencial de 40 horas donde se reforzara lo aprendido a través de practicas de campo, en empresas dedicadas a la transformación primaria de la madera. Para estas practicas el estado físico emocional de los participantes deberá estar en un 100%, en la disposición de manejar equipos, herramientas y instrumentos que validaran lo aprendido y consolidara aun más la necesidad del uso de estos instrumentos necesarios para el aprovechamiento forestal.

Para la practica de aprovechamiento forestal es necesario proveer tanto la indumentaria como una logística de acompañamiento adecuada en el bosque, el conocimiento adquirido a través de la lectura y la experiencia de los participantes coadyuvaran a que la practica y el aprendizaje sea todo un éxito.

DISPOSICIONES GENERALES DEL CURSO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

A continuación se describen las disposiciones generales del curso de Aprovechamiento Forestal:

En el ámbito académico:

En el proceso de la enseñanza aprendizaje la responsabilidad adquirida por el cuerpo docente en impartir los conocimientos y los alumnos en asimilar los conocimientos teórico prácticos de manera autónoma deberán plasmarse en el logro de los objetivos del curso.

El programa proveerá los insumos necesarios para cumplir los objetivos, donde los alumnos jugaran un papel importante utilizando los materiales dispuestos para el curso de una manera dinámica y sistémica, logrando la interacción con el equipo de coordinadores y instructores. La constancia, dedicación, autonomía y responsabilidad adquirida por los alumnos será necesario para lograr un buen aprovechamiento del curso.

El material preparado por equipo de coordinadores compuesto en documentos impresos en (formato papel), CD interactivo (formato digital), guía de practicas son herramientas indispensables para el proceso de enseñanza y autoaprendizaje. Donde la lectura y solución de las practicas reforzaran y actualizaran sus conocimientos de tal manera que el alumno se desenvuelva sin dificultad en el campo profesional aplicando sus conocimientos en las actividades del aprovechamiento forestal.

La interacción continua entre coordinadores - instructores y alumnos será un factor muy importante en el aprendizaje individual que permitirá la superación de obstáculos por parte del alumno. La misma deberá desarrollarse utilizando los medios comunicación disponibles en el medio o lugar de origen. A este respecto estarán siempre disponibles los medios (fax, teléfono, casilla de correo corriente, electrónico y otros).

Programa de especialización: pembt@supernet.com.bo

Coordinador: Gustavo Guzmán gguzman@esfor.cnb.net
gguzmanumss@yahoo.es

Coordinador: Juan J. Leño jleano@esfor.cnb.net
juanleaos@yahoo.es

Coordinador: Angelo Lozano Rocha alozano@esfor.cnb.net
angelolozano@yahoo.com

En la dotación de materiales de estudio:

Los alumnos oficialmente inscritos al presente curso, tendrán derecho a todos los materiales que son indispensables para adquirir el conocimiento y a su vez deben cumplir con estudios individuales analíticos en su lugar de origen, utilizando textos y los otros materiales que se les proporcionara en el postgrado.

En la realización de las practicas y ejercicios relacionados con la temática:

La presentación de las practicas desarrolladas por los estudiantes, deberán entregarse en las fechas establecidas de acuerdo a cronograma de avance de materia y siguiendo la guía de practicas las mismas estarán en formato papel o digital. La evaluación de los trabajos prácticos se hará en base a un monitoreo individual para cada alumno, llegando a obtener una ponderación máxima del 45% de la nota final.

Los estudiantes que no cumplan con el desarrollo de las practicas tendrán nota de reprobación, pero en caso de impedimentos justificados puede el estudiante, solicitar con anticipación y por escrito al Consejo de Coordinación Técnico Académica del Postgrado el análisis de su caso, dándole la solución de manera rápida y pertinente.

El estudio individual y entrega de practicas, acredita al estudiante acceder a las clases presenciales que le permitirán una retroalimentación y reforzamiento del conocimientos teórico – práctico en la temática del aprovechamiento forestal.

De la asistencia a la fase presencial:

La participación de los alumnos en la etapa presencial es obligatoria por dos razones: Uno que alumno debe demostrar el enriquecimiento adquirido a través de la lectura analítica y reflexiva. Segundo que la ponderación de esta etapa presencial tiene un porcentaje del 15% de la nota final y la no participación de los alumnos en esta etapa presencial les quitara un buen porcentaje de probabilidad de aprobación del curso. La puntualidad en las clases presenciales es fundamental para el buen funcionamiento y desenlace de los contenidos teórico / practico.

La etapa presencial se desarrollara en el Valle de Sacta cumpliendo las 40 horas (5 días), de acuerdo a cronograma preparado para esta etapa presencial.

Donde el primer día estará abocado a una parte teórica contemplando las temáticas de aprovechamiento forestal de bajo impacto, principios de la motosierra concluyendo con una parte practica donde se realizara el manejo de la motosierra.

El segundo y tercer día estar destinado a la planificación del aprovechamiento forestal con la aplicación de técnicas de corta dirigida, extracción, arrastre o rodeo.

La evaluación y monitoreo del aprovechamiento se la realizara el cuarto día, concluyendo en un quinto día donde se realizara la evaluación practico teórica de todo lo avanzado en las etapas semipresencial y presencial.

La coordinación y ejecución de esta etapa presencial estará a cargo de los coordinadores del programa y el Ing. José Ledezma de la institución de BOLFOR.

Para la realización de las practicas en campo se recomienda que los estudiantes vistan indumentaria adecuada para la misma, considerando cambios climáticos típico del bosque tropical, los materiales y equipos necesarios para llevar adelante la practica de aprovechamiento forestal serán proporcionados por el programa.

Esta etapa presencial concluirá con una evaluación final (4 de mayo del 2003), y tendrá una ponderación del 25% de la nota final; Los resultados finales del total de las evaluaciones se podrá verificar, de manera individual en la coordinación académica del postgrado o a través del correo electrónico. Cualquier observación que usted tenga podrá enviarnos por correo electrónico dentro de las 48 horas después de publicadas las notas a las direcciones de los coordinadores.

!!!Muchas gracias y suerte.....!!!

**ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN**

**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
PROGRAMA DE POSTGRADO**

**ESPECIALIZACIÓN EN MANEJO SOSTENIBLE
DE BOSQUES TROPICALES**

**PLAN GLOBAL DEL CURSO
APROVECHAMIENTO FORESTAL**

**COORDINADOR RESPONSABLE:
Ing. Gustavo Guzmán T.**

Cochabamba, Abril 2003

1. IDENTIFICACION

Nombre de la Asignatura	: Aprovechamiento Forestal
Código	: GMF-031
Carrera	: Escuela de Ciencias Forestales
Programa	: Postgrado en Manejo de Bosque Tropical
Modulo	: Gestión del Manejo Forestal
Nivel	: Especialidad
Pre-requisito	: Haber aprobado el examen de ingreso.
Carga horaria y créditos	: 40 horas semanales. La dedicación es exclusiva y requiere del participante desarrollar de manera individual y de forma autónoma el estudio de los casos.
Horas : 120	: No. de Créditos: 3 SEMIPRESENCIAL
Horas : 40	: No. de Créditos: 1 PRESENCIAL
Total Horas : 160	: No. de Créditos: 4
Horario	: Lunes a Domingo según disponibilidad de tiempo del postgraduante para el caso semipresencial y según fechas definidas en el caso presencial
Aulas para las prácticas	: Valle de Sacta y zonas con POAF Aprobadas por la SIF. Gabinetes (PEMBT)
Lugar de consulta	: Postgrado de Especialización de Manejo de Bosque Tropical. Tel/fax 4293715 – 4246956. Casilla 447 Email: pembt@supernet.com.bo www.postgradoesfor.edu.bo
Fecha de presentación del plan	: Abril 2003

2. JUSTIFICACIÓN

El aprovechamiento como disciplina se ocupa de investigar las tecnologías mas adecuadas a las características del ecosistema forestal para la extracción de la madera y otras materias primas del bosque, incluyendo la problemática de la solución vial para su transporte. En el país se han realizado inversiones para el desarrollo de la tecnología forestal, ya en varias empresas se encuentra en explotación técnicas especializadas para la extracción de la madera, estas inversiones permitirán un considerable ahorro de divisas por concepto de sustitución de importaciones y en breve plazo el autoabastecimiento de materias primas forestales. Todo este desarrollo conlleva a la preparación de profesionales forestales capaces de dirigir la actividad y de realizar las investigaciones necesarias para la utilización eficiente de las tecnologías que se introducen.

Las operaciones del aprovechamiento forestal son componentes esenciales de una actividad forestal sostenible. Tanto el aprovechamiento centrado en los usos industriales del bosque como en los no industriales, requiere que se apliquen sistemas de aprovechamiento forestal para provocar el menor impacto

en las intervenciones, y el menor costo posible.

3. PROPOSITOS

Los estudiantes del postgrado en Manejo de Bosques Tropicales, adquirirán habilidades, destrezas y conocimientos sobre la planificación, ejecución y evaluación del Aprovechamiento Forestal, habilidades en la manipulación de los equipos, herramientas de tecnología avanzada, requerida para los trabajos de acuerdo a la normatividad nacional vigente y a las técnicas actualizadas.

4. OBJETIVOS GENERALES

Los estudiantes, en éste curso desarrollaran habilidades, destrezas, conocimientos sobre la planificación, ejecución del aprovechamiento forestal y adquirir la necesaria actualización y formación complementaria avanzada en el aprovechamiento eficiente de los bosques.

Los alumnos al final del curso serán capaces de:

- Tener el conocimiento cabal de las fases del proceso de aprovechamiento forestal.
- Utilización adecuado de los equipos y herramientas.
- Realizar el seguimiento de los costos de ejecución.
- Supervisar las operaciones de aprovechamiento para que los bosques sean manejados sosteniblemente.

5. UNIDADES DIDACTICAS

Los contenidos se han organizado en unidades en función a un curso de un mes, con ocho horas diarias de clases teóricas y prácticas. Se espera que el estudiante dedique 8 horas día, de trabajo y estudio independiente.

UNIDAD 1

CONCEPTOS, PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL APROVECHAMIENTO

(7 Clase: 5 no presencial y 2 presencial)

a. Objetivo de la unidad

El objetivo de esta unidad estará satisfecho cuando los alumnos al finalizar la misma sean capaces de:

- Comprender los fundamentos básicos que hacen parte de la conceptualización, planificación, y ejecución del Aprovechamiento forestal.
- Comprenderán los principios del aprovechamiento de Bajo Impacto y adecuaran a sus actividades en los lugares de trabajo.

b. Contenidos

b.1 CONCEPTOS DE APROVECHAMIENTO MEJORADO

- * Introducción
- * Factores que influyen en el Aprovechamiento
- * La necesidad de los inventarios forestales en el Aprovechamiento

- * Como se caracteriza el aprovechamiento en Bolivia con respecto a madereo de impacto reducido.
- * Aspectos que podrían mejorarse para ir hacia el madereo de impacto reducido.
- * Estrategias que podrían seguirse para promover el aprovechamiento mejorado.
- * La normatividad forestal vigente en el País respecto al aprovechamiento: el ciclo de corta, la corta anual permisible (CAP)

b.2 PLANIFICACIÓN DEL APROVECHAMIENTO

- ☛ Definición y objetivos.
- ☛ Consecuencias de una planificación inadecuada.
- ☛ Plan estratégico: Programa a largo plazo, se prepara para el total de la concesión, Define el tipo de aprovechamiento a realizarse, cuando debe realizarse, Diseña el principal sistema de transporte.
- ☛ Plan táctico: Plan a corto plazo para áreas específicas, define como debe realizarse el aprovechamiento, quien hará las operaciones, Cuando se hará la intervención de cada área, descripción detallada de las operaciones.
- ☛ Sistemas de aprovechamiento

b.3 ACTIVIDADES EN LA PLANIFICACIÓN DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL

- Marcación y numeración de árboles para la corta y semilleros
- Corta de bejucos
- Respeto de fajas de protección y servidumbres ecológicas
- Marcación de árboles importantes para la alimentación y cobijo de la fauna silvestre
- Elaboración de mapas topográficos y ubicación de árboles
- Diseño de caminos principales y secundarios
- Diseño de pistas de arrastre y rodeos
- La Explotación de Impacto Reducido (EIR) consideraciones generales

b.4 LAS OPERACIONES DE CORTA

b.4.1 PASOS PARA LA CORTA DE ÁRBOLES

1. Ubicación del árbol a cortar
2. Evaluación del árbol a cortar
 - Especie. Grosor del fuste. Pie del árbol. Forma del tronco. Copa, palca. Ramas. Altura del árbol. Alrededores del árbol. Zona despejada
3. Limpieza alrededor de los fustes
4. Determinación de dirección de caída
5. Sendas de escape
6. Limpieza del fuste

b.4.2 TÉCNICAS DE CORTA DIRIGIDA

- ☹ Reglas básicas en el apeo: dirección de caída y colocación de las herramientas; apreciación del árbol; limpieza del lugar del trabajo y la base del árbol; corte de aletones; altura del tocón, área de seguridad y área de caída.
- ☹ El apeo; técnicas de apeo según el caso:
 - Corta normal. Corta de árboles inclinados. Corta de árboles gruesos.
 - Corta de árboles podridos y huecos. Corta de árboles sin copa. Ejemplos de cortes malos
- ☹ El Trozado; técnicas de troceo según el caso:

- Técnica y manejo de la motosierra durante el corte; cortes básicos y especiales.
- Personal ideal para corta de árboles
- Trozado y saneado de trozas
- Registro de producción por calidad
- Marcado de trozas para cadena de custodia

⊕ El desrame; técnicas de rameo según el caso:

- Métodos de desrame: general
- El método de palanca
- El método de desramado por barrido
- Corte de ramas gruesas

b.5 EXTRACCIÓN, ARRASTRE O RODEO

- Objetivo
- Maquinaria. Técnicas de arrastre. Uso de guinche. Posiciones correctas (fuste – tractor)
- Posiciones incorrectas
- Caminos principales y secundarios; Vías de saca; centros de acopio, playas de maderero.
- Arrastre con: tracción humana, animal (bueyes, caballos), tractores agrícolas, tractores forestales y cables.

b.6 CARGUÍO Y TRANSPORTE

- Cargado con pala cargadora. Cargado con tractor agrícola. Cargado con tirasepe
- Camiones

c. Metodología

La metodología de enseñanza y aprendizaje se basa principalmente en la autoformación del alumno en el sistema semipresencial.

La Unidad es particular, el estudio analítico y comprendido de los temas por parte del estudiante, debe generar la discusión de los conceptos, los elementos de la planificación y la tecnología aplicada a los aprovechamientos de los recursos madereros.

La oferta de material impreso y material digital (Discos Compactos) será la base de aprendizaje para el postgraduante. Ejercicios, y prácticas, referentes a la autoevaluación de lo aprendido serán desarrollados en base a una guía de práctico para ello elaborada.

d. Bibliografía específica de la unidad

- ANAYA, H. Y CHRISTIANSEN, P. (1986). Aprovechamiento Forestal. Análisis de apeo y transporte. Ed. Instituto interamericano de Cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 246 p.
- BOLFOR. TAÑER, H. (1997). Técnica de Corta Dirigida , Libreta de campo. Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR. Santa Cruz – Bolivia. 30 p.
- CORDERO, W. (1990). Informe de consultoría en aprovechamiento forestal. Proyecto de Repoblamiento Forestal. CORDECO – IC – COTESU. Cochabamba, Bolivia. 82 p.
- CORDERO, W. (1990). Curso intensivo en aprovechamiento de bosques tropicales. Proyecto de Repoblamiento Forestal. CORDECO – IC – COTESU. Escuela Técnica Superior Forestal. Cochabamba, Bolivia. 84 p.

FAO. DYKSTRA, D.P. (1996) Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. Roma – Italia. 85 p.

FAO/MONTES. (1978) Planificación de carreteras forestales y sistemas de Aprovechamiento. Roma – Italia

WEICK, J. (1986) Aprovechamiento Forestal. En manual del Técnico Forestal. Ed. Escuela Técnica Superior Forestal (ETSFOR), Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Cochabamba, Bolivia. 348 p.

UNIDAD 2

MANTENIMIENTO Y PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL USO DE LA MOTOSIERRA EN LA CORTA DIRIGIDA

(2 clases: 1 semipresencial ; y 1 presencial)

a. Objetivo de la unidad

El objetivo de esta unidad estará satisfecho cuando los alumnos al finalizar la misma sean capaces de:

- Comprender el correcto uso y funcionamiento de las herramientas y equipos forestales, facilitando de gran manera el trabajo en los bosques.
- Desarrollaran habilidades en el mantenimiento de la motosierra factor preponderante para eficientizar las acciones en el bosque a la hora del aprovechamiento de los recursos.

b. Contenidos

b.1 LA MOTOSIERRA Y SU USO EN EL APROVECHAMIENTO FORESTAL

- ⊕ Historia y desarrollo, las partes de la motosierra, las piezas de seguridad, motor de la motosierra.
- ⊕ Combustible para el motor de dos tiempos y para lubricar la cadena, carburador de membrana (diafragma), Equipo de encendido: bujía de ignición, el arranque y el embrague.
- ⊕ La bomba de aceite, el conjunto de corte, mantenimiento de la motosierra: afilado de las cadenas, mantenimiento y puesta a punto de la motosierra, piezas de reserva y accesorios.
- ⊕ Manejo de la motosierra y corte, Rendimientos y costos en faenas de cortas intermedias, aprovechamiento en plantaciones y/o bosques naturales en la aplicación de la motosierra.

b.2 MECÁNICA BASICA DE MOTOSIERRAS

1. MANTENIMIENTO DIARIO

- Filtro de aire
- Máquina
- Agujeros de alimentación de aceite
- Ranura de la espada
- Ajuste de la cadena
- Combustible / aceite de la cadena

2. MANTENIMIENTO SEMANAL

- Espada
- Bujía
- Cojinetes de agujas del embrague
- Punta de espada

3. AFILADO DE CADENAS

- Ángulos de afilado. Ángulos de ataque

- Diente cuadrado (Rapid Super). Diente semicuadrado (Rapid Micro). Diente redondo (Rapid Standard)
- Paso de la cadena. Diámetros de lima redonda. Rebaje del regulador de profundidad

c. Metodología

La metodología de aprendizaje se basa principalmente en la autoformación del alumno a través del razonamiento del estudio de los documentos para ello elaborados con referencia al uso y manipulación de la motosierra.

Todo este proceso de estudio, se complementará con la fase presencial donde el estudiante, desarrollará lo aprendido en coordinación con los docentes en el Bosque desarrollando un proceso de trabajo que considerará:

La puesta a punto del motor de la motosierra, el mantenimiento diario y semanal y el afilado del elemento cortante, todas estas fases de aprendizaje serán en el marco metodológico de la demostración en primera instancia por parte del docente y la posterior replica de parte de los estudiantes. La solidaridad y la cooperación de parte de postgraduantes que conocen ya, la manipulación de los equipos e instrumentos de uso forestal será clave en esta etapa de formación.

d. Bibliografía específica de la unidad

- FAO (1980). Motosierras en los bosques tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 96 p.
- FAO. (1993). Introducción a la ergonomía forestal para países en desarrollo. Estudio de la FAO Montes Roma 180 p.
- PROFOR (1988). Curso de Motosierras para obreros forestales. Programa de Repoblamiento Forestal CORDECO – COTESU. (PROFOR). Cochabamba – Bolivia 47 pp.
- STREIT, M. et. al. (1988). Maquinaria Forestal. Manual del técnico forestal. Textos de enseñanza de la ETSFOR. Cochabamba Bolivia 192 p.
- STREIT, M. MAY, J. (1988). Organización del Trabajo Forestal. Manual del Técnico Forestal. Trad. Montesinos, P. Y Céspedes, R. Escuela Técnica Forestal y Misión Forestal Alemana. UMSS – GTZ Cochabamba Bolivia.

UNIDAD 3 DETERMINACIÓN DE COSTOS (2 clases: 6 horas teoría; 10 horas práctica)

a. Objetivo de la unidad

El objetivo de esta unidad estará satisfecho cuando los alumnos al finalizar la misma sean capaces de:

- Conocer todas las variables a utilizar para el cálculo de costos horarios de las herramientas, maquinaria y equipo utilizadas en el aprovechamiento.
- Calcular los costos del Aprovechamiento considerando todos los factores que intervienen en la ejecución del Aprovechamiento Forestal.

b. Contenidos

b.1 CALCULO DE COSTOS DE LAS MAQUINAS.

- Costo de funcionamiento de las máquinas.
- Determinación de costos fijos y de operación para equipos de Aprovechamiento Forestal.

b.2 ASPECTOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS

- Objetivo.
- Apertura de camino principal: como calificar una oferta.
- Apertura de caminos secundarios y habilitación de rodeos: Aspectos técnico, administrativos y financieros.
- Corta y despunte: Aspectos administrativos.
- Arrastre: Carta de invitación directa, como calificar las ofertas y asignación de puntaje.
- Trozado y rodeo: Aspectos técnicos, administrativos y financieros.
- Carguío y transporte: carta de invitación directa, asignación de puntaje, como calificar la oferta
- Patente forestal.

c. Metodología

Dada la especificidad de la unidad el estudiante en esta fase deberá precisar las definiciones o los conceptos generales de todos los componentes que hacen parte del costo total de la actividad tales como: La inversión inicial, la depreciación, los costos de capital etc. que intervienen en el análisis. Esto podrá lograr a través del estudio de los documentos para el entregados.

Por otro lado a través de los ejercicios generará discusiones con el docente respecto a los componentes administrativos, técnicos y financieros que son parte del calculo de costos para el aprovechamiento forestal.

d. Bibliografía específica de la unidad

- CORDERO, W. (1990). Curso intensivo en aprovechamiento de bosques tropicales. Proyecto de Repoblamiento Forestal. CORDECO – IC – COTESU. Escuela Técnica Superior Forestal. Cochabamba, Bolivia. 84 p.
- WEICK, J. (1986) Aprovechamiento Forestal. En manual del Técnico Forestal. Ed. Escuela Técnica Superior Forestal (ETSFOR), Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Cochabamba, Bolivia. 348 p.

UNIDAD 4

EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL E IAPOAF

(5 clases: 10 semipresencial y 9 presencial)

a. Objetivo de la unidad

El objetivo de esta unidad estará satisfecho cuando los alumnos al finalizar la misma sean capaces de:

- Conocer todas las acciones a desarrollar en el aprovechamiento y cuales los efectos de las mismas al momento de ejecutar en el bosque.

- Reconocer una replanificación en base al proceso de la información generada en el campo mediante la colecta de datos en los caminos y pistas de arrastre construidos, la corta y el transporte de la materia prima obtenida en el proceso.
- Comparar analítica y objetivamente el cumplimiento de las acciones inscritas en el POAF de la AAA y destacar los impactos, las críticas y observaciones.

Contenidos

EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO

- Definiciones:
 - monitoreo, control forestal, evaluación de las operaciones de aprovechamiento forestal
 - Cuando evaluar? Donde evaluar? Para qué evaluar?
 - Que se evalúa?
 - Caminos: Levantamiento topográfico. Método de transectas. Uso del GPS
 - Pistas de arrastre. Patios de acopio
 - Superficie de claros producidos por la caída de los árboles
 - Daños al suelo producto del arrastre
 - Residuos dejados en el bosque
 - Tocones y dirección de caída de los árboles cortados
 - Descripción de los procedimientos y los equipos y materiales necesarios para evaluar cada uno de los elementos arriba mencionados
 - Parámetros para la calificación del impacto de un aprovechamiento forestal, comparando algunos elementos en un aprovechamiento tradicional con un aprovechamiento mejorado
- ⇒ Información mínima, señales de delimitación, señales sobre líneas base del censo, carriles y picas, ancho y materia del camino principal, estructura de drenaje para el camino principal, ancho de las vías o pistas de extracción, material y durabilidad proyectada de los puentes a construir, otros sistemas de desagüe, limpieza de corrientes de agua obstruidas, método numeración de árboles y trozas, técnica de apeo, daño a árboles jóvenes, operación de arrastre de las troncas, tamaño promedio de los rodeos, protección, cierre de caminos AAA, etc.

INFORME ANUAL DEL PLAN OPERATIVO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

- ⇒ Declaración de responsabilidad, información sobre la propiedad, información sobre el compartimiento,
- ⇒ Resumen del aprovechamiento realizado, resumen de madera cortada, no extraída y no transportada a la industria, resumen de madera cortada y transportada a la industria.
- ⇒ Resultados generales, ejecución del aprovechamiento, zonas de protección, actividades post aprovechamiento, coordenadas de superficies no intervenidas y evaluación del mapa.

c. Metodología

El análisis del POAF específico de la zona de trabajo será útil (mapas de censos forestal) para revisar las acciones generales y específicas previstas para ejecutar el aprovechamiento.

Una vez conocidas las actividades la colecta de datos e información en cada uno de los componentes o factores del proceso permitirá obtener resultados sobre los daños o el impacto generado tanto en la vegetación como en el suelo y las aguas que comprenden la triple "A" explotada.

Los participantes levantarán los datos en terreno y llenarán los formularios para ello establecidos a la hora de la evaluación de los resultados al ejecutar el aprovechamiento.

Luego, los participantes analizarán los resultados logrados en la evaluación del Plan Operativo Anual forestal (POAF) y enviarán al programa el IAPOAF.

d. Bibliografía específica de la unidad

ANAYA, H. Y CHRISTIANSEN, P. (1986). Aprovechamiento Forestal. Análisis de apeo y transporte. Ed. Instituto interamericano de Cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 246 p.

CONTRERAS F, CORDERO W, FREDERICKSEN T. (2001) Evaluación del Aprovechamiento Forestal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 33p

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS FORESTALES / FAO (1978) Caminos forestales. Siguatepeque – Honduras. 246 p.

FAO. DYKSTRA, D.P. (1996) Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. Roma – Italia. 85 p.

FAO/MONTES. (1978) Planificación de carreteras forestales y sistemas de Aprovechamiento. Roma – Italia

BOLFOR, 2001. Nueva Ley Forestal, Reglamento y Ley del Servicio Nacional de Reforma Agraria. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Santa Cruz – Bolivia Editora El País. 199 pp.

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. 1998. Normas técnicas para la Elaboración de Instrumentos de manejo Forestal en propiedades privadas o concesiones con superficies mayores a 200 hectáreas. Resolución ministerial No 248/98 La Paz Bolivia. 74 pp.

6. EVALUACION (ACREDITACION)

La evaluación que debe hacer el docente será continua. Deberán tomarse en cuenta, comprobaciones de lectura, realización de prácticos, participación en aula y en las practicas, además de las evaluaciones teóricas y practicas cuando corresponda. La calificación debe considerar la siguiente estructura:

1.	Trabajos individuales y desarrollo de practicas	45%
2.	Evaluaciones teóricas	15%
3.	Evaluaciones practicas	15%
4.	Evaluaciones finales del curso	25%

	Total de evaluaciones durante cada curso	100%

Mayores detalles están contemplados en el reglamento del postgrado.

7. CRONOGRAMA

Se propone el siguiente cronograma de actividades:

UNIDAD	TITULO	SEMANA	HORAS	FECHAS	RESPONSABLE
1	Conceptos, planificación y ejecución del aprovechamiento	1ra y 3ra	40	14 al 18 de Abril	Ing. Gustavo Guzmán e Ing. José Ledezma e Ing. Juan Leaño
2	Mantenimiento y principios básicos para el uso de la motosierra en la corta dirigida	2da y 3ra	16	21 al 22 de Abril	
3	Determinación de costos	2da y 3ra	40	23 al 29 de Abril	
4	Evaluación del Aprovechamiento e IAPOAF	3ra	16	28 al 29 de Abril	
Pres.	Planificación, ejecución y monitoreo del Aprovechamiento Forestal.	3ra	32	30 abril al 03 de Mayo	
4	Análisis de resultados de un POAF y elaboración de IAPOAF.	3ra y 4ta	40	05 al 09 de Mayo	
	EXAMEN del curso	3ra	4	04 de Mayo	Ing. Gustavo Guzmán

8. DISPOSICIONES GENERALES

Para no entorpecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, se realizan las siguientes aclaraciones:

- ① La asistencia a las clases teóricas y prácticas son obligadas en ellas se evaluarán la participación individual de los cursantes.
- ② Cada participante conformará grupos de trabajo en el bosque para efectuar el aprovechamiento y cada grupo contará con herramientas necesarias para la práctica en terreno
- ③ Todos los trabajos escritos (en caso de existir), deben presentarse pudiendo ser estas en forma individual y/o en grupos de trabajo. La presentación puede ser en forma digital y/o escrita.
- ④ Para las clases prácticas el alumno está obligado a cuidar todos los instrumentos y materiales que le son proporcionados, con él deber de reponer algún instrumento o material que se haya perdido.

BIBLIOGRAFIA

- ANAYA, H. Y CHRISTIANSEN, P. (1986). Aprovechamiento Forestal. Análisis de apeo y transporte. Ed. Instituto interamericano de Cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 246 p.
- BOLFOR. TAÑER, H. (1997). Técnica de Corta Dirigida, Libreta de campo. Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR. Santa Cruz – Bolivia. 30 p.
- CORDERO, W. (1990). Informe de consultoría en aprovechamiento forestal. Proyecto de Repoblamiento Forestal. CORDECO – IC – COTESU. Cochabamba, Bolivia. 82 p.
- CORDERO, W. (1990). Curso intensivo en aprovechamiento de bosques tropicales. Proyecto de Repoblamiento Forestal. CORDECO – IC – COTESU. Escuela Técnica Superior Forestal. Cochabamba, Bolivia. 84 p.
- CONTRERAS F, CORDERO W, FREDERICKSEN T. (2001) Evaluación del Aprovechamiento Forestal. BOLFOR.

Santa Cruz, Bolivia. 33p

FAO. DYKSTRA, D.P. (1996) Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. Roma – Italia. 85 p.

FAO/MONTES. (1978) Planificación de carreteras forestales y sistemas de Aprovechamiento. Roma – Italia

FAO (1980). Motosierras en los bosques tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 96 p.

FAO. (1993). Introducción a la ergonomía forestal para países en desarrollo. Estudio de la FAO Montes Roma 180 p.

FRIKS, T (1971). Manual de caminos forestales Instituto Forestal. Manual No 8 Santiago de Chile. 189 p.

MONTECINOS, P. (1988) Afilado y Mantenimiento de Motosierras. Ed. Escuela Técnica Superior Forestal (ETSFOR), Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Cochabamba, Bolivia. 22 p.

PROFOR (1988). Curso de Motosierras para obreros forestales. Programa de Repoblamiento Forestal CORDECO – COTESU. (PROFOR). Cochabamba – Bolivia 47 pp.

STREIT, M. et. al. (1988). Maquinaria Forestal. Manual del técnico forestal. Textos de enseñanza de la ETSFOR. Cochabamba Bolivia 192 p.

VINCENT, L. W. (1988). Orientación del Manejo Silvicultural del bosque tropical alto. Revista Forestal Latinoamericana No 4/88. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela. 61 – 71 pp.

WEIK, J. Y ALEMAN, F. (1982) Caminos Forestales, Escuela Técnica Forestal. Misión Forestal Alemana Cochabamba Bolivia.

WEICK, J. (1986) Aprovechamiento Forestal. En manual del Técnico Forestal. Ed. Escuela Técnica Superior Forestal (ETSFOR), Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Cochabamba, Bolivia. 348 p.

Guía de Prácticos

Practico No 1

a) ¿Cuales son los factores que afectan la selección de los métodos de extracción de productos del bosque ? Resolver a través de la lectura de la unidad 1. Deberá enviar sus comentarios. Enviar en la ficha de practicas.

b) ¿La planificación en el aprovechamiento forestal es importante? Y que criterios técnicos debemos tomar en cuenta. Explicar.

Practico No 2

Señor estudiante: en base a la lectura de la Unidad 3 del Plan Global de Aprovechamiento desarrolle el siguiente cálculo de costos de la hoja No1 (en la que se encuentra en este momento) Motosierra y el cálculo de costo horario del Skidder en operaciones de Aprovechamiento

APLIQUE UD. TODAS LAS FORMULAS NECESARIA PARA LOS CALCULOS.

Practico No 3

Resolver el siguiente cuestionario en base a la lectura de la unidad 2.Mantenimiento y Principios básicos para el uso de la motosierra en la corta dirigida.

Cuestionario:

1. Los dientes de una cadena de motosierra Stihl 0.28 tiene un desgaste mayor al 50%, una medición de la distancia entre tres remaches me indica que esta mide 18,5 mm. determine el diámetro de lima a utilizar según el paso que Ud. mismo calcule.
2. Si la tasa de compresión del motor de una motosierra es de 4,33 cm³ y su cámara de combustión comprende 30 cm³. Cual será su cilindrada?
3. Cuales son las fallas más importantes en el afilado de los dientes de corte de una cadena? (8)
4. Señale en un cuadro las causas y resultados o problemas con el limitador de profundidad alto; bajo y desnivelados:
5. Además de las operaciones de un mantenimiento diario que otras actividades o tareas se deben realizar en un mantenimiento semanal de la motosierra?
6. Como operario de la motosierra requiero saber cuantos cc de aceite son necesarios en una mezcla adecuada de combustible para una motosierra Stihl 028 si tengo 17 ltrs de gasolina?
7. Calcule la distancia entre tres remaches de una cadena de motosierra si al revisar el manual Ud. se entera que tiene un paso de 0,325 pulgadas.

8. Con referencia a la bujía o sus electrodos describa los controles cuando la bujía presenta un color blanco, café y negro:

Practico No 4

- 1.- Indique como se determina la superficie de los claros causados por la caída de los árboles apeados, como se evalua los daños al suelo, como se evalua los tocones y dirección de caída de los árboles?
- 2.- Indique los pasos para realizar una planificación y ejecución de una inspección forestal para la elaboración de un IAPOAF.?

Practico No 5

Elaborar el informe de la Evaluación del Aprovechamiento Forestal (Bolfor), e Informe Anual del Plan Operativo de Aprovechamiento Forestal (Superintendencia Forestal), del área donde se realizó el Aprovechamiento

NOTA.- Los prácticos del 1 al 4 deben presentar de acuerdo a cronograma de avance de clase antes de la fase presencial y el práctico 5 después de la fase presencial.

CRONOGRAMA DE AVANCE DE MATERIA
CURSO: APROVECHAMIENTO FORESTAL E IAPOAF

CLASE Y FECHAS	ACTIVIDAD / CONTENIDOS	MEDIO DIDACTICO	DURACIÓN (Hrs)	TRABAJO	TIPO DE CLASE	FECHA DE ENTREGA DE TRABAJOS Y MATERIAL
0 Presencial 14/04/ 2003	Presentación, introducción, entrega del material para el curso de Aprovechamiento Forestal e IAPOAF	- Texto, documentos y plan para estudiantes - CD interactivo	4	Coordinador / alumnos	Exposición - Participativo	Entrega o envío de material de estudio a los participantes,
1ª -2ª clase No presencial 15-16 /04	Unidad I b.1 Conceptos de aprovechamiento mejorado b.2 planificación del aprovechamiento	- Texto alumno - CD interactivo	16	- Alumnos / Docente	Estudio individual con lectura	
3ª -5ª clase No presencial 17-19/04	Unidad I b.3 Actividades en la planificación del aprovechamiento forestal b.4 las operaciones de corta b.4.1 pasos para la corta de árboles b.4.2 técnicas de corta dirigida b.5 extracción, arrastre o rodeo b.6 carguío y transporte	- Texto alumno - CD interactivo - Guía de prácticas	8	- Alumnos / Docente	Estudio individual con lectura y prácticas y resolución de prácticas	20 de Abril: Práctica 1 Cuales son los factores que afectan la selección de los métodos de extracción de productos del bosque? ¿La planificación en el aprovechamiento es importante? Y que criterios debemos tomar en cuenta. Explicar.

CLASE Y FECHAS	ACTIVIDAD/ CONTENIDOS	MEDIO DIDACTICO	DURACIÓN	TRABAJO	TIPO DE CLASE	FECHA DE ENTREGA DE TRABAJOS
6 ^a - 7 ^a Clase No presencial 21-22/04	Unidad II B.1 la motosierra y su uso en el aprovechamiento forestal B.2 mecánica básica de motosierras	- Texto alumno - CD interactivo - Guía de prácticas	24	Alumnos / Docente	Estudio individual con lectura y entrega de fichas	23 de Abril: Practica 2 a) Calculo de costos de la motosierra en operaciones del aprovechamiento.
8 ^a - 9 ^a clase No presencial 23- 25/04	Unidad III b.1 calculo de costos de las maquinas. b.2 aspectos técnicos, administrativos y financieros	- Texto alumno - CD interactivo - Guía de prácticas	24	Alumnos / Docente	Estudio individual con lectura y prácticas	26 de abril: Práctica 2 b) Calculo de costos del Skidder en operaciones de aprovechamiento. Practica 3 Resolver cuestionario Tema: Mantenimiento y principios básicos para el uso de la motosierra.
10 ^a -12 ^a Clase No presencial 28-29/04	Unidad IV b.1. Evaluación del aprovechamiento b.2. Informe anual del plan operativo de aprovechamiento forestal	- Texto alumno - CD interactivo - Guía de prácticas	24	Alumnos / Docente	Estudio individual con lectura y prácticas	29 de Abril: Práctica 4 a) Determinar la superficie de los claros causado por la caída de los árboles apeados, como se evalúa los daños suelo, tocones y dirección de caída de los árboles.

CLASE Y FECHAS	ACTIVIDAD / CONTENIDOS	MEDIO DIDACTICO	DURACIÓN	TRABAJO	TIPO DE CLASE	FECHA DE ENTREGA DE TRABAJOS
13ª Clase Presencial 30/04	Unidad I, II b.1. b3 Aprovechamiento Forestal de bajo impacto Principios de uso del Motosierra.	- Guía de prácticas - Formularios - Motosierra	8	Alumnos / Docente	Método de aprendizaje basado en el funcionamiento y manipulación de la motosierra	Funcionamiento y manejo de la Motosierra
14ª Clase Presencial 01/05	Unidad I b.4. Organización del Aprovechamiento Forestal – Corta Dirigida	- Guía de prácticas - Formularios - Motosierra	8	Alumnos / Docente	Método de aprendizaje en lo que es Corta Dirigida	Organización y corta dirigida
15ª Clase Presencial 02 /05	Unidad I b.4.,5,6 Aprovechamiento Forestal con corta dirigida Arrastre y Transporte	- Guía de prácticas - Motosierras - Skider	8	Alumnos/ Docente	Método de aprendizaje en lo que es Corta Dirigida y Arrastre y Transporte	Corta dirigida, Arrastre y Transporte
16ª clase Presencial 03 /05	Unidad IV b.1,2. Evaluación y Monitoreo del Aprovechamiento Forestal para elaboración del IAPOAF.	- Formularios - Guía de Prácticos - Hojas de Evaluación	8	Alumnos/ Docente	Método de aprendizaje basado en formularios	Mapas temáticos y formularios del POAF
17ª clase Presencial 04 /05	Unidades I al IV - Evaluación final del curso Aprovechamiento Forestal e IAPOAF	- Pizarra - Computadora - Hojas de Evaluación	4	Docente / Alumnos	Evaluación sumativa	Evaluación y Entrega y/o envío de material de estudios a los participantes

CLASE Y FECHAS	ACTIVIDAD / CONTENIDOS	MEDIO DIDACTICO	DURACION	TRABAJO	TIPO DE CLASE	FECHA DE ENTREGA DE TRABAJOS
18ª Clase No Presencial 05 /05	Unidades IV - Procesamiento de datos de la evaluación	- Guía de prácticas - Formularios Computadora - Paquetes informáticos	8	Docente /Alumno	Método de aprendizaje basado en problemas	06 de mayo : Práctica 5 Elaborar informe de la evaluación del aprovechamiento forestal (Bolfor) e Informe anual del aprovechamiento forestal (SIF) del área donde se realizo el aprovechamiento.
19ª Clase No Presencial 06 /05	Unidades IV - Procesamiento de la información del Aprovechamiento Forestal	- Guía de prácticas - Formularios	8	Docente / alumno	Método de aprendizaje basado en problemas	Trabajo de refuerzo del conocimiento
20ª Clase No Presencial 7-8/05	Unidades IV - Elaboración de la Evaluación del Aprovechamiento e IAPOAF	- Guía de prácticas - Formularios	8	Docente/ Alumno	Método de aprendizaje basado en problemas	Trabajo de refuerzo del conocimiento
21ª Clase No Presencial 09/05	Unidad IV - Elaboración de la Evaluación del Aprovechamiento e IAPOAF	- Guía de prácticas - Computadora - Paquetes informáticos	8	Docente / Alumno	Método de aprendizaje basado en problemas	Envío de la Evaluación del Aprovechamiento Forestal e Infome Anual del Plan Operativo Aprovechamiento Forestal (IAPOAF)

UNIDAD 1

Conceptos, planificación y
ejecución del
aprovechamiento forestal

INTRODUCCION

Este curso se realizó como parte de una consultoría dada al Proyecto CORDECO-COTESU-IMSS. El curso se desarrolló en la Provincia de Chapare, en la estación experimental que tiene allí la Escuela Técnica Superior Forestal, entre los días 23 al 28 de Setiembre de 1990.

Objetivo general del curso fue capacitar a los participantes en la preparación de planes de aprovechamiento dentro del contexto de un plan de manejo. Se presentó material sobre la selección de sistemas de aprovechamiento, planificación de caminos (densidad de caminos versus costos), determinación de costos y rendimientos, inventarios para aprovechamiento, uso de animales de tiro (capacidad de carga, distancias). También, y debido al interés de la mayoría de los participantes y a la relación tan estrecha que existe entre el aprovechamiento y el manejo, se discutió bastante sobre alternativas de manejo para bosques tropicales.

Este curso fue coordinado por el Ing. Percy Montesinos de la Escuela Técnica Superior Forestal de la UMSS y se contó con la participación de 16 personas. Aunque habían diferencias entre los niveles de formación y experiencia de los participantes, este no fue un problema que afectara significativamente el desarrollo del curso.

Uno de los objetivos más importantes de la Ingeniería Forestal es manejar y ordenar el bosque, tendiendo a obtener del mismo la mayor cantidad de beneficios causando la mínima alteración posible.

El bosque debe suministrar una gran cantidad de productos como son madera, postes y leña, y otros productos menos tangibles, como son la conservación de la calidad del agua y la vida silvestres.

Dentro de este marco de manejo y producción se ubica una disciplina de la Ingeniería Forestal que se relaciona con la cosecha de esos productos del bosque. Esta disciplina, el aprovechamiento o explotación forestal, es la responsable de identificar los diferentes factores que regulan la utilización del bosque, con el fin de llevarla a cabo de la manera más eficiente posible.

Por lo tanto, el objetivo del aprovechamiento debe ser extraer la mayor cantidad de productos, de la mejor calidad, al menor costo y causando la mínima alteración del ambiente.

Sobre este último aspecto, se debe resaltar que lo que se procura es reducir los daños, porque si se altera el bosque con la sola presencia del hombre, más lo vamos a alterar con la presencia de máquinas y la extracción de sus productos. Pero el tener conciencia de que se están causando daños, debe llevarnos a causar los menores daños posibles.

CARACTERISTICAS DE LOS BOSQUES TROPICALES Y SU RELACION CON EL APROVECHAMIENTO

En general se puede decir que la explotación de bosques tropicales se caracteriza por las difíciles condiciones bajo las que se realiza, tanto desde el punto de vista climático, como de las facilidades de infraestructura. Otra característica general que se presenta en la explotación de bosques tropicales es la gran alteración y destrucción del recurso.

A continuación se discute sobre algunas características del bosque tropical que de una u otra manera van a afectar las operaciones de aprovechamiento.

Variedad florística:

En general los bosques húmedos tropicales están compuestos por gran variedad de especies, pudiendo encontrarse hasta 100 especies de árboles diferentes, de las cuales en el mejor de los casos se utilizan de 10 a 15. Lo anterior es causado por conocerse muy poco de las características y calidad de la mayoría de las especies y por presentarse especies más valiosas que son preferidas y buscadas. Esta alta diversidad y poca extracción de especies hace el aprovechamiento altamente selectivo, debiendo recorrerse y alterarse grandes áreas con el fin de obtener el volumen de madera requerido. Si la utilización del bosque fuera mayor, podría reducirse el área de bosque afectada, obteniendo siempre el mismo volumen.

La explotación selectiva causa la degradación del bosque, ya que se extraen las mejores especies, quedando como fuentes de semillas únicamente árboles de menor calidad.

Tamaño de los árboles:

Se puede afirmar que más del 50% de los árboles que se extraen de bosques tropicales tienen diámetros superiores a los 60 centímetros con alturas comerciales que van de 15 a 25 metros. También se pueden encontrar con relativa facilidad árboles con diámetros superiores a 1.5 metros. Estas dimensiones nos obligan a pensar en métodos y técnicas especiales para poder realizar el aprovechamiento del bosque.

El gran tamaño del producto con que generalmente se trabaja, se puede considerar ventajoso desde el punto de vista de rendimiento, ya que al concentrarse un gran volumen en una o dos trozas, el rendimiento de la máquina aumenta considerablemente. Pero por otra parte, el mismo tamaño excesivo del producto puede obligarnos a utilizar métodos más costosos, que causen mayor alteración, o que sencillamente hacen antieconómico el arrastre o extracción de un determinado producto.

Densidad de la vegetación:

La presencia de sotobosques densos significa problemas para trasladarse fácilmente de un lugar a otro en el bosque, lo que dificulta la planificación de operaciones, desde el punto de vista de conocimiento de la madera existente y de las condiciones del terreno. Conforme aumenta la densidad del sotobosque, también aumenta la dificultad para que la maquinaria maniobre, aumentando los costos de operación y los daños que se causan al bosque.

Clima:

Algunos de los factores climáticos que afectan las labores de aprovechamiento son la temperatura, la humedad relativa y principalmente la precipitación.

La precipitación es el factor que tiene más efecto, ya que en algunos casos puede hasta causar la suspensión de todas las labores, debido a que se reduce la capacidad de carga del suelo, disminuye el rendimiento y por lo tanto aumentan los costos. Su distribución es importante, ya que determina la época o tiempo disponible para realizar la operación. De esta manera influye en la selección del método de extracción, de tal manera que el mismo es capaz de extraer los productos en un determinado tiempo. Tiene una influencia significativa porque reduce el tiempo potencial de trabajo para las máquinas y por tanto aumentan los costos fijos.

La temperatura diaria dominante, durante la mayor parte del año, oscila entre 25 y 35°C, a lo anterior se suma una alta humedad relativa, que impiden a las personas que proceden de lugares más frescos, tener la misma efectividad y rendimiento. Son por lo general, los habitantes de las mismas zonas los que pueden realizar los trabajos más pesados, por lo que debe tenerse muy presente la mano de obra local al planificar las operaciones.

Topografía:

En este sentido no hay mucha diferencia entre los bosques tropicales y los de clima templado, ya que en ambos casos pueden encontrarse zonas muy abruptas casi inaccesibles. Lo que sucede es que en el trópico el factor topográfico, unido a los factores analizados anteriormente, hacen las condiciones más difíciles. Por otra parte, el tipo de bosque, especie y volúmenes presentes en clima templado, permiten el uso de métodos de extracción más costosos y sofisticados, capaces de realizar la explotación de áreas abruptas con poco impacto en el medio; estos métodos no pueden por lo general ser utilizados en el trópico económicamente.

Inexistencia de vías de acceso:

Generalmente, la explotación del bosque es el primer paso o actividad de colonización de una determinada área, por lo que es esta actividad la generadora de las primeras vías de acceso. Lo anterior no se cumple cuando existen ríos o canales adecuados que permiten el transporte fluvial.

Debido a que generalmente los bosques se ubican en zonas alejadas, es necesario como primera etapa de la operación la construcción de infraestructura (caminos, puestos, campamentos), lo cual afecta los costos de la operación y la inversión inicial necesaria.

Disponibilidad de mano de obra:

En general en la zona de explotación pueden presentarse problemas para encontrar mano de obra adecuada para cumplir con las diferentes labores que implica el aprovechamiento. Lo anterior significa que deba traerse el personal de otras zonas, debiéndose suministrar las facilidades de hospedaje y alimentación, lo cual incrementa los costos.

Otro problema que se presenta es que el personal como sierreros y operadores de maquinaria no han recibido ninguna formación, habiendo adquirido algunos conocimientos y destrezas a través de la práctica. Lo anterior tiene como consecuencia que se les haga difícil cambiar sus patrones o métodos de trabajo. La capacitación que se les da toma mucho tiempo y las recomendaciones se olvidan fácilmente.

CARACTERÍSTICAS DEL APROVECHAMIENTO DE BOSQUES TROPICALES

La explotación forestal en los trópicos es de carácter destructivo. Se realiza la extracción de sólo el 30-40% del volumen presente, pero se destruye el resto del recurso. Esto es consecuencia de la ausencia de planificación y participación técnica y al bajo control por parte del Estado, ya que se tienen muchos requisitos para otorgar el permiso, pero una vez que el mismo se da, el control de cómo se realizan las operaciones en el bosque no existe.

En la gran mayoría de los casos, el maderero no es el dueño del bosque, por lo que no le importa la condición en que quede el bosque una vez realizada la explotación. Al maderero lo único que le interesa es extraer la madera de mayor calidad.

Un alto porcentaje de las explotaciones que se realizan tienen como consecuencia final el cambio de uso de la tierra. Aunque en algunas ocasiones se trabaja con planes de manejo, éstos raramente se ejecutan y no hay garantía de la permanencia del bosque.

La industria está desligada de las operaciones que se realizan en el bosque, y depende para su abastecimiento de intermediarios y madereros que son quienes ejecutan las labores de aprovechamiento. Lo anterior contribuye a que el bosque desaparezca una vez que ha sido explotado, pues si el mismo fuera propiedad de la industria, ésta la protegería con el fin de realizar otra explotación al cabo de algunos años. Por otra parte, una mayor relación entre la industria y el bosque puede favorecer mayor utilización de los recursos (reducción de residuos y trozas dejadas en el bosque).

La maquinaria es subutilizada, siendo el porcentaje de utilización entre 45 y 55% del tiempo total de trabajo. Lo anterior como consecuencia de la falta de planificación en las diferentes labores que se llevan a cabo. En ocasiones, esta utilización puede ser tan baja como 25 ó 30% si la lluvia viene a dificultar las condiciones de trabajo.

La utilización del potencial del bosque es muy baja, ya que de aproximadamente 80 m³ de madera comercial disponible por hectárea, sólo se cortan 50.8 m³ (63.5%), de los cuales sólo el 54% llega a la fábrica. Esto indica que de los 80 m³ que pudieron usarse, solamente 27.4 m³ (34%)

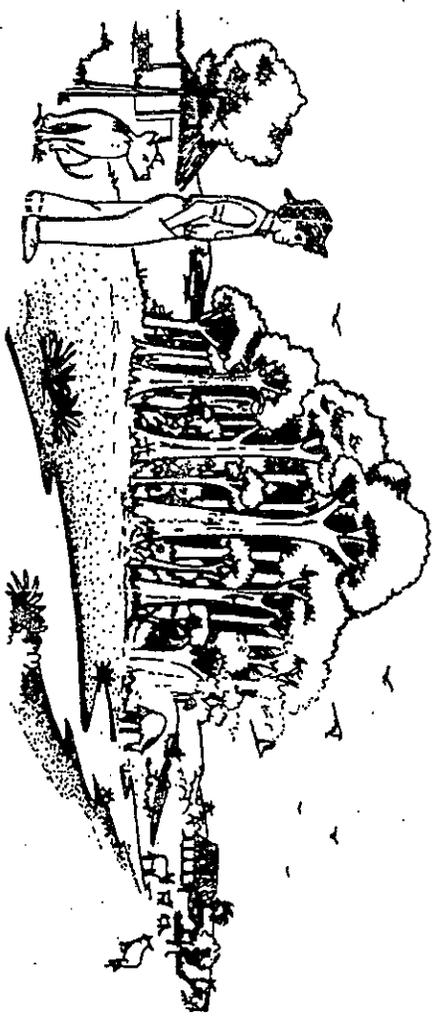
PLANIFICACION Y ORGANIZACION DEL TRABAJO

En el aprovechamiento forestal es importante realizar una buena planificación y organización para:

- Reducir los costos de producción
- Reducir el número de trabajadores
- Reducir los daños al bosque
- Dar mejor uso a la madera

Las preguntas claves antes de empezar el trabajo de aprovechamiento forestal son:

*¿Qué vamos a hacer?
¿Cómo lo vamos a hacer?
¿Cuándo lo vamos a hacer?
¿Cuál es el objetivo que queremos lograr?
¿Dónde empezaremos el trabajo?*



llegan a las industrias para ser procesados. Sumando a lo anterior que las industrias tienen un rendimiento muy bajo (promedio de 46.5%), de la materia prima comercial en pie, solamente un 16% termina siendo producto final (Flores, 1985).

En Costa Rica la explotación se hace en alrededor de un 90% de los casos usando como método base el arrastre con tractor de oruga. La misma máquina se usa para construir los caminos, pistas, patios de carga y para cargar. La gran versatilidad de esta máquina es lo que favorece su popularidad, pero en muchas ocasiones esta propiedad es mal utilizada, teniendo como consecuencia un alto costo de las labores.

El tractor forestal articulado es muy poco utilizado a pesar de que muchas explotaciones se realizan en áreas en las que, debido a sus características topográficas y de acceso, pueden obtenerse buenos beneficios de su uso. Lo anterior es consecuencia de que en la mayoría de los casos las compañías de maderero son muy pequeñas no contando con suficiente capital como para tener dos tipos de máquinas, por lo que optan por el tractor de oruga, nuevamente por su versatilidad.

El grueso de la explotación anual se lleva a cabo durante la época seca. Durante la época lluviosa en algunos casos la maquinaria se somete a mantenimiento y reparación, se dedica a la construcción y/o mantenimiento de caminos públicos, o se deja estacionada sin trabajar. Algunas pocas explotaciones se mantienen trabajando durante todo el año y sólo en aquellos casos en que se encuentran cerca de caminos lastreados que permiten el acceso de camiones aún en la época lluviosa.

Aún en las áreas bajas (pantano) la corta y arrastre hasta los caños y quebradas se lleva a cabo durante la época seca, dejando el transporte para el invierno, una vez que los ríos han crecido y permiten el transporte por flotación.

El interés de la industria por manejar el bosque es muy poco, a pesar de que ellos van a ser los primeros afectados con la desaparición de los bosques. En algunas ocasiones en que el bosque es explotado por la misma industria, se observa casi el mismo resultado que con las otras explotaciones.

INVENTARIOS FORESTALES PARA APROVECHAMIENTO FORESTAL

Introducción:

Los inventarios forestales suelen considerarse como sinónimos de estimaciones de la cantidad de madera de un bosque; en este sentido, el inventario forestal trata de describir la cantidad y calidad de los árboles de un bosque y muchas de las características de la zona de terreno donde crecen tales árboles (Husch, 1971).

La información que suministra el inventario forestal es la base para planificar las labores que se realicen en el bosque. Estas labores pueden ser de ordenación y/o de aprovechamiento.

Los objetivos e información que suministre pueden ser diferentes, dependiendo de los objetivos de las actividades a desarrollar. Por ejemplo, se pueden tener inventarios por sondeos, cuyo objetivo es suministrar información muy general sobre el bosque y generalmente la intensidad de muestreo es muy baja.

Por otra parte, un inventario cuyo fin sea suministrar información tendiente a lograr la ordenación del bosque, debe tener una intensidad de muestreo mayor y suministrar información sobre los árboles comerciales y la regeneración.

Finalmente, un inventario con fines de aprovechamiento debe suministrar información sobre la masa forestal, pero es muy importante que suministre la más detallada información sobre las características físicas del terreno (pendientes, ríos, quebradas y pantanos).

En general, es recomendable que los inventarios con fines de aprovechamiento se hagan utilizando muestreo sistemático. Las fajas de inventarios se deben distribuir en toda el área, aunque solamente se midan los árboles de un 3, 5 ó 10% del área forestal. Trabajando de esta manera, se recorre y se recopila información de toda el área.

Objetivos del inventario:

- a) Reconocimiento de la topografía y el terreno.
- b) Estimar el volumen y calidad de maderas explotables.
- c) Establecer un mapa que permita planificar su trabajo.

El reconocimiento es la base de todo arranque de explotación y plan de manejo, y así decidir si realizar o no el aprovechamiento.

Además con mapas y el conocimiento del terreno se puede planificar la explotación. El tiempo dedicado a la prospección es poco. El costo es elevado, pero comparado a los beneficios que da es relativamente bajo.

Informaciones que da el inventario:

- a) Superficies explotables: porcentaje de bosques aprovechables, zonas de cultivos, pantanos.
- b) Evaluación del volumen explotable de especies comerciales y potencialmente comerciales. Evaluación de volumen comercial por especie. Es generalmente conveniente ser pesimista y no sobreestimar.
- c) Datos topográficos y de microrelieve, cartográficos. Informaciones detalladas de microrelieve que no se observan en las fotos u hojas cartográficas.
- d) Observación de obstáculos en zonas a explotar. ¿que obstáculos?
- e) Determinación de la naturaleza de los suelos. ✓
- f) Ubicación de fuentes de laterita. ✓
- g) Localización de pantanos y grado de problema. ✓
- h) Estudio de posibles trazados de las rutas. ✓

Los mapas preparados son generalmente a escala 1:10000. Generalmente hay poca oportunidad de subcontratar este tipo de trabajo, otros sí, como es la toma de fotos, restitución, sondeo, etc.

Etapas progresivas de la prospección:

- a) Reconocimiento general: Se basa en la recopilación de todos los documentos existentes (mapas, fotografías aéreas, inventarios realizados, reconocimientos cortos de suelos, reconocimientos aéreos).
- b) Inventarios por-sondeos.
- c) Inventario sistemático en pleno: En la explotación forestal es frecuente que se elimine el apartado b) y se pase directamente a la realización del inventario en pleno que es ejecutado de parte en parte llevándose una ventaja cómoda de sobre explotación.

Reconocimiento general:

Su fin general es el definir las características generales de relieve, zonas explotables, abundancia de especies principales, tener una idea precisa de la topografía y vías de evacuación existentes. Repartir o estratificar la zona por calidad, facilidad de acceso, etc.

Estudio de documentos existentes:

- a) Mapas u hojas cartográficas: su estudio suministra bastante información, la mejor es la hoja a escala 1:25000 ó 1:50000 con curvas de nivel a cada 20 metros. Se aconseja ampliarlas para obtener una escala 1:10000, lo que constituye un mapa ideal para reportar muchos detalles (relieves, árboles, estratificación, tajos).
- b) Fotografías aéreas: las coberturas fotográficas son más o menos viejas según las regiones. En ciertos casos ellas permiten ver la evolución de la cobertura vegetal mediante comparaciones.

Brindan información sobre zonas boscosas, grandes tipos de bosque, bosques explotados.

- c) Inventarios existentes: tener cuidado de verificar si fueron realizados por madereros anteriores o por el Gobierno. No deben extrapolarse los resultados de los inventarios por sondeo a áreas menores. Los inventarios por sondeos no dan datos válidos para ser utilizados directamente por el maderero. La utilización de estos resultados conduciría a la planificación de una explotación no acorde a la realidad existente.

Reconocimiento de suelos:

Tener por fin completar el conocimiento sobre la región. Son realizados utilizando vías de acceso existentes (trillos, ríos) o abriendo algo de pica. Permite recolectar información no obtenida antes como riqueza del bosque, topografía, crecientes de ríos, etc.

Reconocimientos y observaciones aéreas:

Las observaciones aéreas constituyen el método más eficaz para conocer en pocos días una gran región poco o nada conocida. Permiten obtener información sobre las diferentes zonas topográficas generales, las zonas forestales.

Son efectuadas en aviones corrientes a una altitud entre 200 y 300 metros snm y a 180-150 km/hora. El helicóptero es mucho mejor pero cuesta 5-7 veces más caro. Los vuelos deben planificarse con los mapas existentes, debe tratarse de buscar puntos identificables desde el avión en las líneas de vuelo trazadas y marcarlos en los mapas. El método más simple es en el cual se reparte el plan de vuelo en minutos y definiendo en la línea de vuelo por minutos lo que se observa. Otro es apuntar la hora y lo que se está viendo, o usando una grabadora. Las horas mejores es entre las 9 a.m. y las 2 p.m., igualmente conviene tener dos observadores que hayan ya recorrido el terreno a pie.

Información de la masa forestal:

Con relación a esto, el inventario debe suministrar información sobre volúmenes de especies comerciales y no comerciales, distribución del volumen y número de árboles por clase diamétrica y clase de altura.

También debe incluir la información de los volúmenes totales presentes. Toda esta información debe darse para cada tipo de bosque presente.

En general, debe recordarse que entre más y mejor información suministre el inventario, mejor podrá ser la planificación que se haga del aprovechamiento.

El Cuadro 1 es un ejemplo de cómo puede resumirse la información resultante del inventario. En este caso se muestra en un solo cuadro la distribución del volumen y número de árboles por hectárea y por especie. El mismo formato se puede usar para presentar la distribución por clases de altura. Se deben presentar dos cuadros para cada distribución, uno para las especies comerciales y otro para las especies no comerciales, aunque para efectos del aprovechamiento lo que interesa son las especies comerciales.

En un cuadro como el que se muestra, se obtiene información valiosa sobre el tamaño de los árboles que deberán ser extraídos. De acuerdo a la información suministrada por el Cuadro 1, la gran mayoría del volumen, 70.47, se localiza en árboles cuyos diámetros están entre 60 y 80 cm. Sin embargo, debe destacarse que la mayoría de los árboles (56.82%) tienen diámetro entre 40 y 59 cm.

El análisis de esta información es muy importante, ya que dependiendo del tamaño de los árboles a extraer, se puede utilizar uno u otro método de extracción.

En el ejemplo que se muestra en el Cuadro 1, la información debería analizarse para dos grupos de árboles, los que tienen diámetros entre 40 y 59 cm, y otro grupo con los que se ubican entre 60 y 89 cm.

Una de las alternativas es obtener parámetros ponderados, considerando la clase y el número de árboles ubicados en cada clase.

Por ejemplo:

$$\frac{0.45 \text{ cm} \times 25.03 + 0.55 \text{ cm} \times 16.68}{41.71} = 0.49 \text{ cm}$$

Esto significa que en el primer grupo de árboles se tiene un diámetro promedio ponderado de 0.49 cm.

Cuadro 3: Distribución del volumen (m³) y número de árboles por hectárea por especie comercial y clase diamétrica

ESPECIE	DATOS PROM. POR HECTAREA	CLASE DE DIAMETRO (cm)					TOTAL	PORCENTAJE (%)
		40-49	50-59	60-69	70-79	80-89		
Chiricano	N	1.67	1.67				3.34	4.44
	V	1.53	1.83				3.36	2.05
Areno	N	1.67	1.67	3.33	1.67	3.33	11.67	15.90
	V	1.08	1.40	9.47	8.35	16.80	37.10	22.37
Fruta	N	1.67	1.67				3.34	4.55
	V	1.22	3.18				4.40	2.65
Cerillo	N	1.67					1.67	2.37
	V	0.62					0.62	0.37
TOTAL	N	25.03	16.68	16.68	6.68	8.34	73.41	100.00
	V	19.71	29.26	45.52	29.04	42.33	165.86	100.00
%	N	34.10	22.72	22.72	9.10	11.36	100.00	
	V	11.88	17.64	27.44	17.51	25.52	100.00	

Del mismo cuadro se puede obtener el promedio de volumen por árbol:

$$\frac{19.71 + 29.26}{25.03 + 16.68} = \frac{48.97 \text{ m}^3}{41.71 \text{ árboles}} = 1.17 \text{ m}^3/\text{árbol}$$

Haciendo un análisis similar del cuadro que tenga la distribución por clase de altura, podemos obtener la longitud promedio de fuste, que por ejemplo podría ser 6 metros.

Ya con esta información se puede empezar a especular sobre el método de arrastre que puede adaptarse a:

- Árboles con diámetro promedio de 0.49 cm
- Volúmenes de 1.17 m³/árbol
- Largos de fustes de 6 metros.

Relacionando la información sobre longitud de fuste con la capacidad de carga del método de arrastre, puede determinarse si el troceo se va a realizar al pie del tocón o en el patio de carga.

Los volúmenes totales son utilizados para calcular el tiempo necesario para llevar a cabo la explotación.

Información sobre el terreno:

Al inicio de este capítulo se citó que es deseable que un inventario con fines de aprovechamiento se haga con un diseño de muestreo sistemático, porque esto permite recolectar información de toda el área.

La medición del 100% de los árboles a extraer posiblemente resulte muy costosa, aunque en algunos lugares de Africa, en donde se extraen unos pocos árboles por hectárea, el inventario comercial al 100% es práctica corriente.

Con la información del terreno es diferente, porque es simple de recolectar. En este caso el costo más alto que se tiene es la construcción de los carriles.

El objetivo de recolectar esta información es conocer las condiciones de pendiente, drenaje, hidrografía y de distribución de los árboles bajo los cuales se deberá llevar a cabo el aprovechamiento.

El costo de recolectar esta información se verá compensado al ejecutar el aprovechamiento, ya que se conocerá donde se concentran los árboles, y la topografía del terreno, pudiendo ubicarse los caminos en las mejores condiciones y construyendo solamente los caminos que son necesarios.

La Figura 1 (Le Ray, 1962) muestra la manera de cómo se puede coleccionar y resumir la información sobre el terreno. En este caso para un área de 100 hectáreas se trazaron carriles cada 250 metros. Estos carriles se construyen con anticipación a la ejecución del inventario y se dejan balizas numeradas que indican la distancia al carril principal o al borde del bosque.

Al momento de realizar el inventario se utiliza una página para dibujar un mapa de cada carril. En esta página se ubica la información aprovechando que las balizas contienen información sobre distancia. A nivel de oficina se resume en un mapa la información recolectada en cada carril y se extrapolan las áreas no inventariadas. Para algunas áreas difíciles puede ser necesario recolectar más información.

Como puede observarse, la Figura 1 resume información sobre hidrología, topografía y zonas difíciles (pantanos). Además puede incluirse la ubicación de concentraciones de árboles. Al señalarse las líneas de crestas (lomas o filas) permite ubicar tentativamente caminos de extracción.

El tiempo necesario para abrir los carriles va a depender de la densidad de la vegetación y de la topografía del terreno, el rendimiento es mayor en terrenos planos, de bosque natural, en donde el sotobosque es menos denso.

A continuación se presentan algunos datos de producción de un obrero abriendo un carril de un metro de ancho.

TIPO DE VEGETACION	HORAS/100 METROS
Cherral	2
Tacotal	1
Bosque maduro plano	0.20
Bosque maduro quebrado	0.30

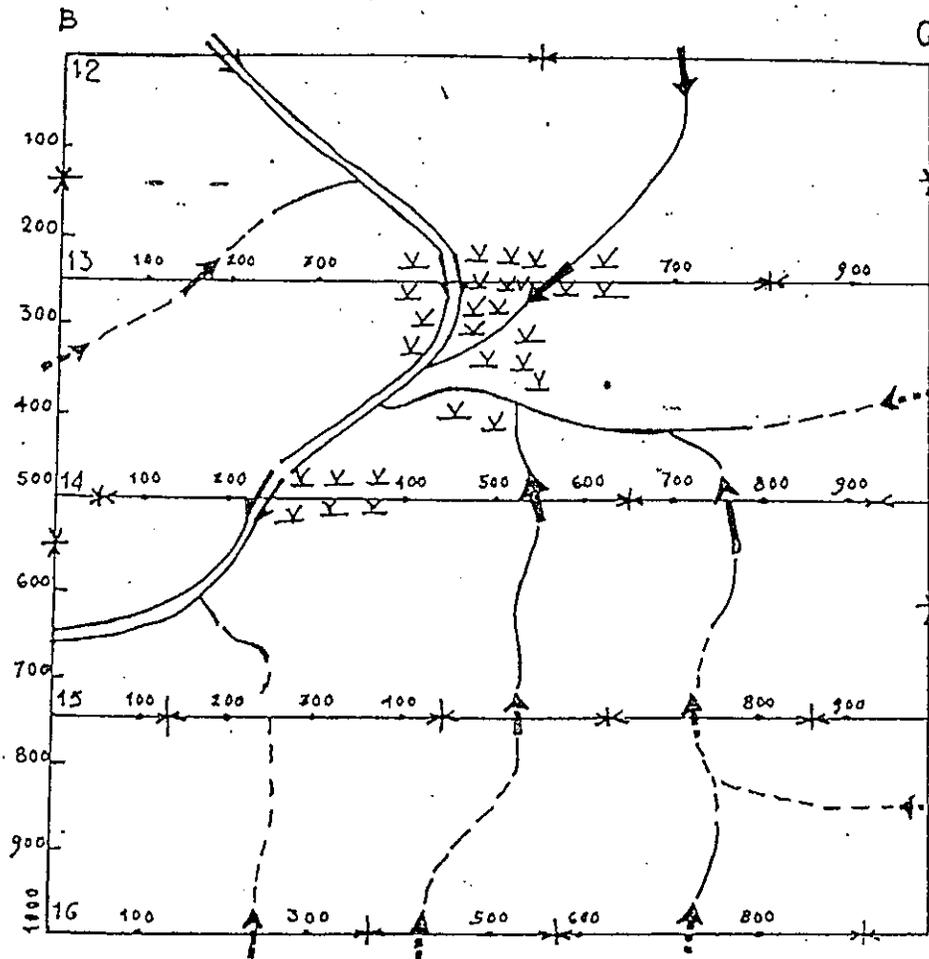


FIGURA Nº 1

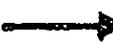
-  Quebrada o río importante
-  Quebrada secundaria permanente
-  Quebrada o desagüe intermitente
-  Pantano o suampo
-  Pasada de un carril sobre una loma
-  Balizas para ubicar distancias

Figura 1

La cuadrilla para levantar los carrilés puede estar compuesta por: un jefe de cuadrilla que lleva los rumbos y distancias, un obrero que ayuda a medir las distancias y colocar las balizas, y un obrero que va abriendo la pica. Los obreros pueden alternarse los trabajos para favorecer un rendimiento mayor.

Una vez que se han completado los carriles se procede a levantar la información del inventario. La medición de árboles se puede hacer en parcelas ubicadas a lo largo de los carriles o ubicar aleatoriamente algunos puntos sobre los carriles donde se ubicarán las parcelas para medir los árboles. La información de características físicas del terreno si se levanta en todos los carriles.

Entre más difíciles sean las condiciones bajo las cuales se realiza el aprovechamiento, más se justifica recolectar buena y suficiente información que permite planificar el aprovechamiento adecuadamente.

La heterogeneidad del bosque tropical obliga a cubrir la totalidad de la superficie para conocer la localización precisa de los árboles a explotar, para efectuar la corta y el arrastre racionalmente. No requiere de una precisión fuerte, debe abastecer la información que permita planificar día a día las actividades de explotación. Este inventario debe ser el primer acto de toda explotación.

Brinda información sobre:

- El nombre y la localización de árboles explotables.
- La planimetría: ríos, pantanos, lomas.
- La configuración del terreno.
- La naturaleza del suelo desde el punto de vista de materiales para carreteras.

Toda la información se dibuja en mapas 1:10000 a 1:20000 (terreno fácil). Si ningún documento anterior está disponible, la hoja de prospección suministra la topografía; este documento es tan importante como el conocimiento del potencial, pues ello permite preparar los proyectos de los caminos (Figura 1).

Este inventario no es ventajoso y no permite la precisión si el mismo se realiza dos, tres o cuatro años antes de la explotación.

Método de trabajo del inventario al 100%:

El bosque es dividido en su totalidad en parcelas. La secuencia de las operaciones es la siguiente:

- Implantación de una red de carriles para definir las parcelas.
- Levantamiento propiamente dicho.
- Establecimiento de los mapas y cálculo del volumen explotable.

Carrilaje (Figura 2):

La red de carriles se compone de una línea base, de carriles principales y de carriles secundarios. La línea base sirve de acceso y de eje topográfico. Los carriles principales tienen su origen sobre la línea base, su intervalo es frecuentemente de 1000 metros, son abiertos de 1 a 2 metros de ancho.

Los carriles secundarios, perpendiculares a los carriles principales, son abiertos bastante someramente sobre un metro de ancho, con intervalos entre 200 a 500 metros. Estos carriles generalmente se desvían y debe corregirse su rumbo cada vez que se llegue a un carril principal. Los carriles principales y secundarios limitan las parcelas rectangulares de 20, 25 ó 50 ha según los casos, que constituyen las unidades de levantamiento.

La forma rectangular de las parcelas de superficie dada (por ejemplo 1000 x 25 m), puede ser más o menos teórico. Eso es sin importancia práctica; el mapa de prospección se esforzará por reproducir la red de carriles tal cual es (y no como debió ser).

Cada red de carriles es prácticamente el único punto de referencia preciso en el bosque, de ahí la importancia de un buen marcaje de los carriles.

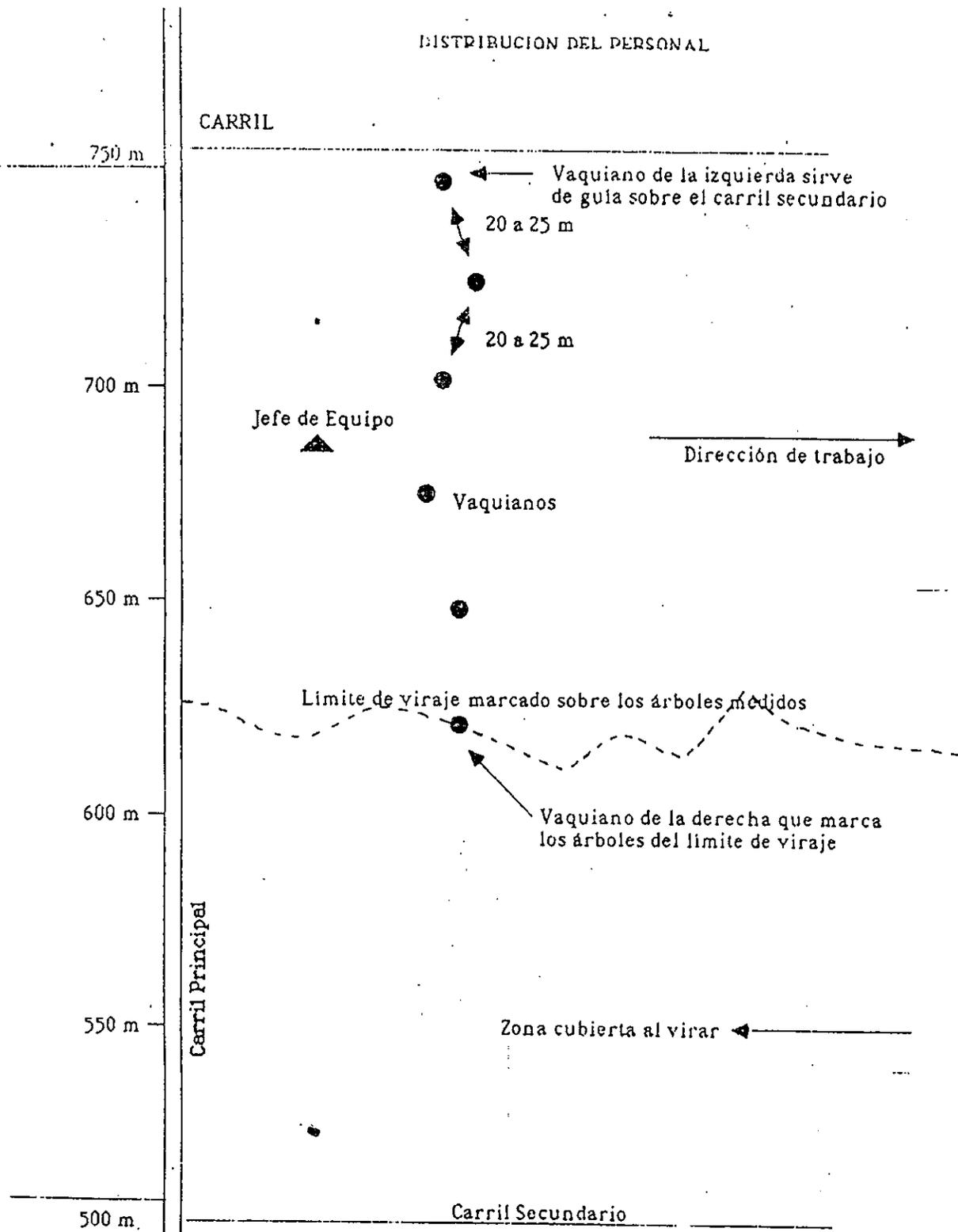


Figura 2

Levantamiento propiamente dicho:

Una vez hechas las parcelas se recorre el terreno en su totalidad para contar los árboles.

Este equipo está generalmente constituido de 5 ó 6 hombres que avanzan en línea a intervalos de 20 a 30 metros, de tal manera que queden al alcance de vista uno de otro.

Cada vez que un hombre localiza un árbol de una especie deseada, él reporta sobre eso, estima la calidad y lo marca (con machete) para evitar que vuelva a ser medido. El jefe del equipo (o un adjunto bajo su control) anota los árboles reportados sobre un "calepín" de prospección ó fórmula de campo para inventario.

He ahí la importancia de utilizar un formulario preparado con anterioridad, de manera que se faciliten las inscripciones. Si el número de observaciones a levantar por parcela es poco (número pequeño de especies deseables), es cómodo tener un formulario de campo que tenga la forma de la parcela, o sea, que represente un croquis de la parcela sobre el que se puedan situar aproximadamente los árboles (Figura 3).

Si el número de observaciones a levantar es elevado (muchas especies - muchas categorías por especie), el croquis no es realizable, excepto que se utilice para una parte del levantamiento (especies importantes).

Los croquis se hacen generalmente a escala 1:5000, aunque la escala del mapa final es generalmente 1:10000.

Se incluye en el inventario árboles de categorías diamétricas inferior a la comercial y las especies potencialmente comerciales.

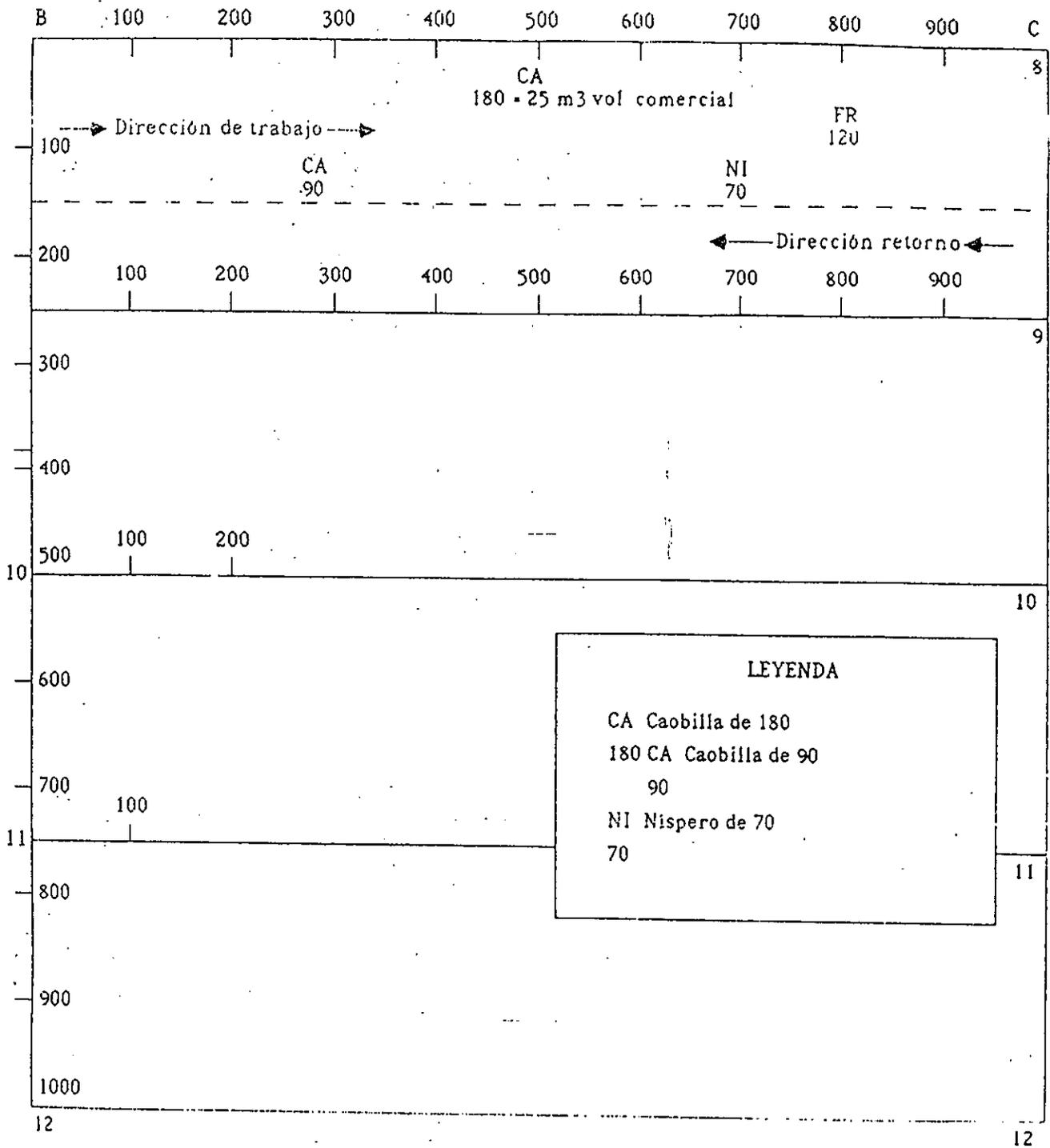


Figura 3

Ritmo de trabajo:

- a) Primer ejemplo: Equipo de seis vaquianos, un jefe (más un anotador facultativamente) o sea siete a ocho personas. Ellos pueden recorrer 125 metros de ancho en parcelas de 1000 x 250 metros. El rendimiento es alrededor de 50 hectáreas por día.
- b) Segundo ejemplo: El equipo está formado por un jefe de cuadrilla, un anotador, un rumbero (lleva rumbo y mide) y 12 vaquianos (de los cuales dos dendrólogos). Utilizan parcelas de 1000 x 200 metros, con virajes de 200 metros y completan 80 ha por día, si el número de especies levantado es bajo. Es recomendable que cada 200 metros los vaquianos se pongan en línea.

Tanto en un caso como en el otro, el número de días de trabajo efectivo es de 15 a 18 por mes, por lo tanto, $15 \times 50 = 750$ hectáreas ó $15 \times 80 = 1200$ ha.

Equipo:

Brújula
Clinómetro
Cintas o topofil.

El rendimiento en desplazamiento hasta las trochas se puede considerar de 2-3.5 km/hora.

En apertura de picas o carriles una cuadrilla de 7 a 8 personas, el rendimiento varía de acuerdo a condiciones específicas, pero el rendimiento es de aproximadamente 2 km/día con 30-35 km por mes, con carriles de dos metros máximo.

Debe incluirse un grupo de personas de apoyo logístico como cocineros, cazadores, supervisores, encargados de trasladar los campamentos, analistas de resultados.

Croquis y mapas:

Cualquiera que sea el método de anotación del levantamiento, un croquis de la parcela debe ser hecho para levantar la topografía.

En la oficina, los croquis permiten hacer el mapa de prospección a escala 1:10000 ó a 1:20000.

La cartografía no es necesario que sea de gran exactitud, sino que sea útil. Debe dar bastante información que permita ubicarse bien con las picas en el bosque.

Estimación de volúmenes explotables:

Generalmente basta con anotar el número de árboles y después multiplicar los árboles levantados por un volumen promedio.

Este método consiste en dar los resultados únicamente bajo la forma del número en pie.

Es preferible utilizar un método más preciso atendiendo a una tabla de cubicación establecida en función de los volúmenes comerciales.

Se puede satisfacer con medir el diámetro de una fracción de los árboles (muestrear 5% por ejemplo) escogidos de manera sistemática. Esta muestra permitirá el cálculo del volumen promedio en pie.

También, además de la muestra, estimar a ojo los diámetros de los árboles no medidos. No sería cuestión de medir los diámetros, pues sería una operación muy lenta, además de las dificultades que traen las gambas.

Consideraciones sobre el inventario total:

a) Precisión requerida:

Sabemos que la carrileada aporta muchas veces errores. Si estos no son muy grandes, ellos no tienen importancia pues no se requiere un mapa geográficamente exacto, sino simplemente útil.

El levantamiento puede incluir errores: "olvido" o mala apreciación de los árboles realmente explotables.

Es corriente explotar el 10% de más que no, previó el inventario.

En ocasiones, se pide al inventario la seguridad de suministrar un volumen mínimo, justificando la colocación de los promedios de explotación no se pide una estimación exacta, pero los errores deben estar dentro de ciertos límites.

De una forma general, el hecho de levantar el 100% de la superficie permite una precisión dentro de las lecturas inferiores a las exigidas en los inventarios por sondeo (puesto que no existe error estadístico).

b) Necesidad del inventario total:

Este es indispensable en tanto que el bosque es heterogéneo y se explota un pequeño número de árboles (puesto que el bosque es pobre). Teóricamente en un bosque rico y regular, se podría pensar que una prospección por sondeo sería suficiente. Con la condición de disponer por otra parte de un mapa con la topografía.

SELECCION DE METODOS DE APROVECHAMIENTO

Introducción:

En apartados anteriores se ha citado el objetivo del aprovechamiento en el sentido de obtener productos del bosque.

Todo el proceso de aprovechamiento es un sistema en el que se tienen diferentes componentes (corta, troceo, arrastre) que se interrelacionan y actúan para lograr un objetivo común (obtención de productos).

La operación de corta y troceo no tiene sentido ni es productiva si no existe el componente siguiente que extrae los productos del bosque y los hace disponibles para su transporte.

La labor de arrastre, junto a la de transporte, son muy importantes por el costo que tienen.

Factores que afectan la selección de métodos de extracción:

Debido a que existen diferentes alternativas para realizar la extracción de productos del bosque, también existen condiciones bajo las cuales un determinado método puede dar los mejores resultados. Finalmente existen factores cuyo análisis contribuye a la selección de la mejor alternativa para realizar la extracción.

A continuación se analizan los factores más importantes que deben considerarse al hacer la selección del sistema de extracción. Para diferentes extracciones, un factor puede ser el más determinante, pero aunque suceda, la decisión final debe ser producto del análisis que se haga de todos los factores en conjunto.

Tamaño del producto:

Va a influir en la cantidad de energía necesaria para mover los productos. Los productos pequeños, como leña y madera para pulpa o carbón, pueden ser movidos a mano o con animales, sin que ello afecte su eficiencia.

Por otro lado, maquinaria o equipo más pesado pueden ser necesarios para mantener la eficiencia cuando el promedio de los árboles a extraer es arriba de los 60 cm de diámetro. También debe indicarse que el empleo de equipos pesados con madera de pocas dimensiones suele resultar antieconómico, por la necesidad de mover o agrupar muchas piezas individuales para acercarse a la capacidad de carga de la máquina. Cuando disminuye el tamaño del producto, los costos de operación de los equipos permanecen casi iguales, pero la producción disminuye considerablemente, aumentando los costos de los productos.

Producción diaria y anual requerida:

En términos generales, la madera fresca recién cortada tiene mejor aceptación en el mercado. Las condiciones climáticas pueden determinar que no pueda darse un abastecimiento constante de madera a lo largo del año y que, por el contrario, la madera del consumo anual deba extraerse durante los 3 ó 4 meses más secos del año. Lo anterior implica que el método seleccionado debe ser capaz de extraer en un corto período la producción anual.

Este esquema de trabajo tiene mucha influencia en los costos fijos que significa tener maquinaria inactiva durante buena parte del año. Los sistemas de extracción con baja inversión son menos susceptibles a esta clase de problemas.

Volumen por hectárea a ser explotado:

La presencia de volúmenes altos a extraer permite amortizar más costos por caminos, pudiendo establecerse mayores densidades de caminos y por lo tanto, menores distancias de extracción.

Algunos métodos de extracción, como el tractor forestal de llantas (skidder), están mejor adaptados para extracción sobre distancias mayores. Por otra parte, la extracción con animales es más eficiente si las distancias de extracción se mantienen menores a 300 metros.

Estabilidad de la operación:

Una operación de unos pocos meses de duración no puede justificar inversiones fuertes en equipos o infraestructura. La inversión se debe restringir al mínimo necesario para ejecutar el trabajo.

En una operación sostenida permanente, las inversiones se pueden amortizar sobre la vida de las mismas. En Costa Rica son muy corrientes operaciones temporales y pequeñas que operan con inversiones mínimas, pero muchas veces con costos muy altos.

Facilidades existentes:

Este punto se relaciona con el punto anterior, ya que operaciones pequeñas y/o temporales no pueden justificar mucha inversión en equipo o maquinaria y generalmente sin importar cuál sea la mejor alternativa técnica para hacer el aprovechamiento, se terminan usando los medios que están disponibles.

Los equipos viejos tienen las ventajas de que los costos de capital son muy bajos y sólo los costos de operación son cargados a la madera. Por otra parte, maquinaria vieja puede causar tantos atrasos en la producción y/o tener costos de operación tan altos, que resulte ser más costosa que equipos nuevos.

En Costa Rica, en donde las "empresas" de explotación son pequeñas, con limitaciones de capital, el equipo existente juega un papel importante en la recomendación sobre el sistema de extracción a utilizar.

Otro tipo de facilidades existentes que deben considerarse son las de infraestructura. Es muy frecuente encontrarse con que el primer camino que se construye en una zona con fines de aprovechamiento. Pero, la inversión que se hace en este camino debe estar relacionada con el volumen a extraer, de tal manera que en determinado momento la máxima longitud de caminos que puede construirse sea 1 ó 2 km, ó hasta 5 km si el volumen de madera es suficiente y de buena calidad.

Consideraciones silviculturales:

En un capítulo anterior se discutió sobre la relación del aprovechamiento con la ordenación y por la protección del recurso se puede limitar el uso de algunos medios de extracción.

Consideraciones económicas y/o financieras.

Sin importar cuál sistema de explotación haya sido seleccionado, como consecuencia de todos los otros factores tal sistema no puede ser implementado si no es económicamente rentable y si no existen los medios para financiarlo.

Influencia de los factores en las alternativas de extracción:

Extracción con fuerza humana:

- El capital disponible o inversión final necesaria es casi insignificante si se habla de extracción con fuerza humana.
- Las condiciones de sitio afectan significativamente este método y las condiciones bajo las cuales se puede y debe utilizarse, generalmente son extremas.
- Tiene la importancia de utilizar gran cantidad de mano de obra y dar trabajo a bastantes personas.
- Es un método primitivo de aplicación simple.
- Causa pocos daños al bosque y al suelo.
- Su rendimiento es muy bajo, lo cual puede afectar si hay poco tiempo para realizar la operación o la madera debe extraerse rápidamente para prevenir daños.
- En general la distancia de extracción es corta.
- Puede funcionar en época seca o lluviosa.

Extracción con animales:

- Aunque debe hacerse cierta inversión inicial, ésta es baja.
- Las condiciones del sitio limitan su uso, aunque es menos susceptible que la fuerza humana. Se adapta a gran variedad de condiciones, quizás más fácilmente que la extracción con fuerza mecánica.
- Aunque es siempre intensivo en cuanto a mano de obra, usa menos cantidad que el método anterior.
- En general no se presentan problemas de su aceptación o conocimiento, por ser un método ampliamente usado en Costa Rica.

- Pueden presentarse problemas si la producción necesaria es muy alta y el tiempo disponible para realizarla es poco.
- En general está mejor adaptado a trabajar con trozas de dimensiones pequeñas (diámetros menores de 60 cm).
- El producto a obtener se ve limitado, ya que en general se deben extraer trozas de corta longitud (3.5 - 5 m).
- El método es poco susceptible al cambio en las condiciones climáticas.
- La distancia corta de extracción (menos de 300 m) exige bastantes caminos de transporte.

Extracción con fuerza mecánica:

- En general la inversión y el capital necesario es alto. —
- Hay condiciones de sitio que limitan su uso, pero hay variedades de alternativas que facilitan afrontar diferentes situaciones.
- Utilizan poca mano de obra.
- No siempre se tienen los conocimientos necesarios para usar y mantener funcionando adecuadamente esta maquinaria.
- Causa mayor alteración al medio.
- Es más susceptible a cambios climáticos (precipitación).
- Su producción diaria u horaria es mayor, factor importante si la extracción debe hacerse en un período corto.
- Se puede trabajar sobre distancias de extracción mayores.

Técnicas de extracción:

Las alternativas de extracción citadas, se pueden utilizar bajo diferentes esquemas tendientes a obtener los mejores rendimientos.

Como puede esperarse, cada método de extracción tiene ventajas y desventajas.

Un factor importante al seleccionar el método de extracción a utilizar es aprovechar las ventajas que tenga cada método, utilizándolo bajo las condiciones en que puede dar los mejores resultados.

Las alternativas de extracción se pueden utilizar bajo dos esquemas de trabajo principales: extracción en una fase o extracción en dos fases.

Extracción en una fase:

En este esquema el producto (trozas o fustes) se extrae en una sola operación desde el tocón hasta el patio de carga.

Este esquema es el que tradicionalmente se usa en Costa Rica al extraer madera con tractor de orugas.

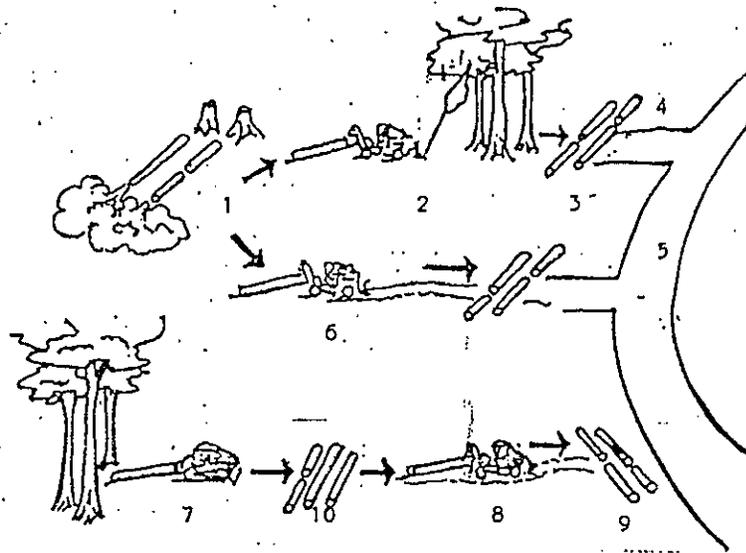
Este esquema de trabajo se adapta mejor a bosques en que se extrae más volumen por hectárea, debido a que las distancias de extracción son cortas y por lo tanto, se requiere una alta densidad de caminos. Por lo tanto, para amortizar la alta inversión en caminos es necesario extraer bastante volumen por hectárea.

Esta extracción puede hacerse utilizando tractor de oruga, tractor agrícola, tractor de llantas (skidder) o con bueyes.

La factibilidad de utilizar cada uno depende mucho de las condiciones del sitio:

- a) Tractor de orugas: es el que se desempeña mejor por su alta capacidad de tracción y por poder abrir sus propias pistas. Si es utilizado debe procurarse que las distancias máximas de extracción sean entre 200 y 300 metros.

- b) Tractor forestal articulado (skidder): esta máquina también puede utilizarse para extracción en una fase. Debido a las limitaciones de tracción que tienen las llantas, el terreno donde se utilice tiene que ser fácil con pendientes suaves. Además, el sotobosque no debe ser muy denso, porque su capacidad para abrirse paso es menor que la del tractor de oruga. Tiene la ventaja de que por ser de llantas es más veloz que las orugas y puede arrastrar sobre distancias mayores (Figura 8).



Nomenclatura:

1. Arrastre de fustes o trozas
2. Arrastre en una fase con skidder abriendo su propia pista
3. Patio de carga
4. Camino secundario
5. Camino principal
6. Arrastre en una fase con skidder sobre pistas cubiertas previamente
7. Arrastre fase 1 con tractor de oruga
8. Arrastre fase 2 con tractor de llantas
9. Patio de carga principal
10. Patio intermedio

Figura 8

El tractor forestal articulado (skidder) es una máquina diseñada especialmente para las duras labores de extracción forestal. La mayor parte (2/3) del peso de la máquina se ubica sobre el eje delantero, con el fin de que el eje trasero pueda soportar el peso de la carga.

Esta maquinaria está equipada con arco maderero, lo que le permite levantar la parte frontal de las trozas, reduciendo la fricción con el suelo. Además está protegida con blindajes que evitan daños al motor y la transmisión. La articulación le permite utilizar llantas de mayor tamaño, lo que le facilita el paso de obstáculos.

- c) Tractor agrícola: su uso en extracción en una fase está limitado a condiciones de terreno muy fáciles y árboles de poco tamaño. Tiene limitaciones serias de tracción (especialmente si no tiene tracción en las 4 ruedas), y no tiene blindajes o protección que lo preparen para trabajar en el bosque.

El tractor agrícola, con las modificaciones del caso, puede desempeñarse mejor en condiciones como las presentes en plantaciones forestales. Tiene la ventaja de requerir menor inversión que el tractor forestal o el tractor de orugas. Además, es rápido y versátil, por lo que puede utilizarse en otras labores, si no se usa en extracción forestal.

- d) Tracción animal (bueyes): los bueyes pueden utilizarse en extracción en una fase y la principal limitante está dada por la densidad del sotobosque, ya que las pistas de extracción deben prepararse con anticipación haciendo una (chapia.) ???

La otra limitación importante está dada por el tamaño de los árboles y las pendientes adversas. Sin embargo, con la utilización del sulky (Figura 9), se pueden extraer trozas de hasta 1500 kg de peso.

Si los bueyes se usan con el método tradicional de arrastre con cadenas se deben mantener las distancias de extracción lo más bajas posible.

En términos generales, los bueyes encuentran en las plantaciones condiciones óptimas para trabajar (árboles pequeños, distancias de extracción cortas, sotobosque no denso).

Tienen como una de sus principales ventajas el bajo costo de inversión y de operación, además causan poca alteración al ambiente, son versátiles y es un método de extracción muy conocido.

— ventaja

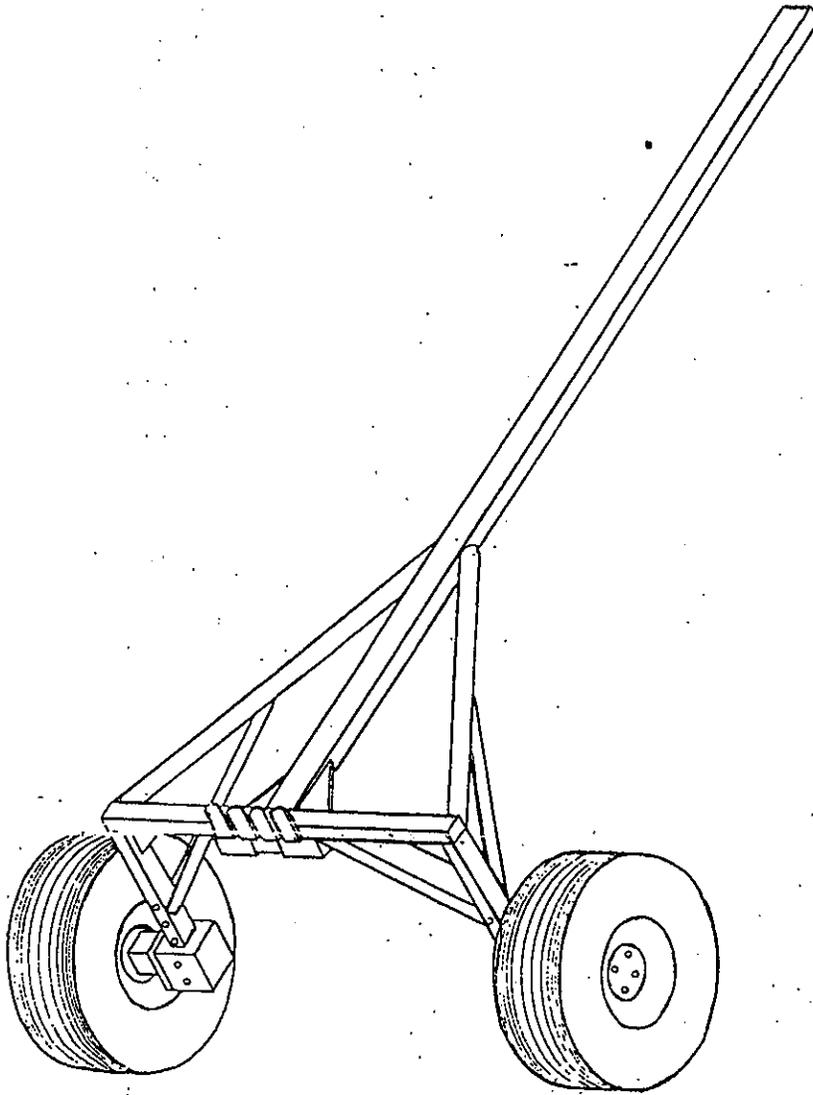


Figura 9: Sulky

Extracción en dos fases:

Bajo este esquema de trabajo se presenta una "interrupción" en el proceso de arrastre desde el tocón al patio de carga. En la primera fase se extraen los fustes o trozas desde el tocón a un patio intermedio o a la orilla de alguna pista de extracción. En una segunda fase, generalmente ejecutada por otro medio de extracción, las trozas o fustes se transportan hasta el patio de carga.

Hay diferentes condiciones que justifican el arrastre en dos fases. A continuación se presentan algunos ejemplos de combinación de métodos de extracción en arrastre en dos fases:

a) Tractor de oruga - tractor forestal articulado:

La primera fase o arrastre primero, del tocón a un patio intermedio, lo efectúa un tractor de oruga. La segunda parte o arrastre segundo del patio intermedio a la del patio de carga, lo efectúa un tractor sobre llantas que circulan a alta velocidad, sobre pistas abiertas por tractores de oruga.

El arrastre en dos fases es utilizado en terrenos difíciles (accidentados) en que la construcción de caminos es muy costosa.

Es también utilizado en bosques pobres, para abrir el mínimo de caminos. El tractor de llantas puede cubrir distancias de hasta 2500 metros, económicamente. Al mismo tiempo, estas distancias entre 1500 y 2500 metros son buenas; ya que las mismas le permiten al tractor desarrollar su velocidad.

Generalmente, el arrastre primero se hace halando fustes completos, los cuales se trocean en el patio intermedio, para que el tractor de llantas arrastre trozas.

Este esquema de trabajo permite utilizar las ventajas de cada una de las máquinas. El tractor de oruga se emplea en condiciones más difíciles, donde se requiere alta capacidad de tracción pero sobre distancias cortas (200 - 300 metros como máximo). Por otro lado, el tractor de llantas trabaja sobre pistas de extracción ya construidas, en las que puede desarrollar su velocidad con alta capacidad de carga por poseer arco maderero.

La principal desventaja de este esquema de trabajo es que requiere una alta inversión, además es necesario asegurarse que las máquinas tendrán uso durante la mayor parte del año. El principal problema lo tiene el "skidder", que por ser una máquina diseñada especialmente para la extracción forestal, tiene muy pocas posibilidades de emplearse en otras labores. En el caso del tractor de orugas, si no hay trabajo de extracción, el mismo puede dedicarse a la construcción de caminos o cualquier otra labor que implique movimiento de tierra.

b) Tractor de oruga - tractor agrícola:

Nuevamente, el tractor de oruga hace la primera fase sobre condiciones más difíciles. La segunda fase se hace con tractor agrícola, preferiblemente si este último está equipado con "carreta". La segunda fase, más que arrastre es transporte y su principal ventaja es que los tractores agrícolas pueden circular en caminos de menos calidad (más baratos) que los que habría que construir para circular con camiones. Este esquema se adapta también a bosques pobres y/o terrenos abruptos con alto costo de construcción de caminos.

c) Bueyes - tractor agrícola:

En este caso los bueyes son utilizados en una primera fase entre el tocón y una pista o camino. Esta fase se realiza sobre una distancia máxima de 200 metros. Una vez en el patio o camino, se usa el tractor agrícola, con o sin carreta, para completar la extracción hasta el patio de carga, sobre una distancia mayor.

Este esquema posiblemente será muy utilizado en plantaciones forestales ubicadas en terrenos difíciles. Los bueyes, causando menos alteración al ambiente, hacen la primera fase, preparando cargas de mayor tamaño para que sean transportadas por el tractor agrícola.

d) Bueyes - tractor de oruga:

Es un esquema similar al anterior, sólo que se usa el tractor de oruga si las condiciones del terreno presentan problemas de tracción para el tractor agrícola.

Este esquema puede ser utilizado en bosques naturales pobres en volumen y con árboles pequeños. Los bueyes son eficientes trabajando

Análisis general de alternativas de extracción:

Tractor de oruga:

Es el sistema de extracción más utilizado en Costa Rica. Su gran popularidad estriba en que es una máquina muy versátil, ya que por su potencia y tracción puede cumplir muchas funciones. Esta cualidad es muchas veces mal utilizada y se le emplea en labores que si bien puede cumplir, lo hace a un alto costo (carga de camiones).

Es un método de extracción costoso y que exige grandes inversiones. Por ejemplo, un tractor de oruga nuevo Caterpillar DGF de 140 HP cuesta alrededor de U.S.\$150.000. Estos tractores no fueron diseñados para labores de arrastre y si se utilizan sólo con el winche, no pueden levantar el frente de las trozas. Actualmente se venden arcos madereros para tractores de oruga, que se colocan sobre el winche y dan muchos beneficios. ✓

Tractor forestal articulado (skidder):

Como se citó anteriormente, es una máquina especial para las labores de arrastre, el arco le da una gran capacidad de carga y al usar llantas y no orugas puede desplazarse sobre pistas de arrastre construidas previamente a velocidades de 12-15 km por hora.

Es una máquina muy productiva, pero en Costa Rica el problema que presenta es que la mayoría de las operaciones se desarrollan sólo durante la época seca, por lo que una máquina especializada como ésta trabaja muy pocas horas por año.

En Costa Rica existen muchas zonas donde la extracción en dos fases (oruga - skidder) puede resultar en gran economía de caminos.

Tractor agrícola:

Para su uso continuo en labores de extracción forestal debe ser modificado. Estas modificaciones incluyen la colocación de blindajes que protejan el motor, la transmisión y el operador. Esta máquina se desempeña mejor trabajando en bosques fáciles, con suelo firme, árboles pequeños y pendientes suaves. Tiene la ventaja de que la inversión necesaria es mucho menor que para un tractor de orugas o de llantas.

en distancias cortas (50 metros) y con madera pequeña, mientras que los tractores ven muy afectado su rendimiento si las cargas son pequeñas. De esta manera, los bueyes preparan cargas de 4-5 árboles o trozas que puedan llenar la capacidad de carga de la máquina. De esta manera, se aumenta el rendimiento de la máquina y se reduce la presencia de la máquina en el bosque, causándose menos daños.

e) Tractor de oruga - bueyes:

El esquema que se presenta a continuación no es exactamente arrastre en dos fases, sino arrastre en dos etapas de una fase. Para esta situación se asumen las condiciones existentes en casi cualquier bosque natural tropical, con variedad y tamaños de árboles.

El tractor de oruga se utiliza en una primera etapa, en la cual se construyen las pistas de extracción principales y se extraen los árboles de mayor tamaño (diámetros arriba de 65-70 cm).

En una segunda etapa, los bueyes se usan para extraer el resto de los árboles comerciales.

Este esquema permite aprovechar las ventajas de cada método, por un lado el tractor de oruga trabaja con árboles grandes que requieren de esfuerzos grandes de tracción y que al mismo tiempo contribuyen a que la máquina tenga un buen rendimiento. Por otro lado, los bueyes trabajan en pistas de extracción ya establecidas y con árboles de menor tamaño, que son a los cuales se adaptan mejor. Los bueyes, por su bajo costo, permiten extraer árboles que de otra manera no se hubieran aprovechado, así también como trozas dañadas o defectuosas que el tractor no puede extraer por su alto costo de operación.

Este esquema resuelve los problemas de extracción de trozas pequeñas y de bajo volumen, pero se tiene el problema de que la industria (aserraderos) muchas veces no acepta trozas pequeñas.

Para solucionar este problema la mejor alternativa que hasta el momento se ha determinado es usar aserraderos portátiles en combinación con los bueyes. Estos aserraderos se ubican en el bosque y así se transporta a los centros de consumo producto elaborado y seco al aire.

Bueyes:

Es un método de extracción con muchas posibilidades en Costa Rica. Tiene los costos más bajos que cualquiera de las alternativas citadas. Además, utiliza insumos locales, economizando divisas al país.

Es de esperar que su uso vaya aumetando año con año y prácticamente no habrá una sola plantación forestal que no pueda ser aprovechada con bueyes.

Su principal desventaja es que tienen baja producción por hora y su uso se ve muy restringido si los árboles tienen diámetros superiores a 70 cm.

En términos generales, lo que debe procurarse con cualquiera de los métodos citados es utilizarlos en las condiciones bajo las que puede dar los mejores resultados. No tiene sentido el poner a competir una yunta de bueyes con un tractor de oruga, si los árboles tienen diámetros promedio de 100 cm. Igualmente, no es lógico pensar en utilizar maquinaria si se va a aprovechar una plantación forestal con diámetro promedio de 40 cm.

Declaración

Planificación del trabajo

Para obtener un buen rendimiento de trabajo se requiere una buena planificación. Para tal fin se deben plantear las siguientes preguntas:

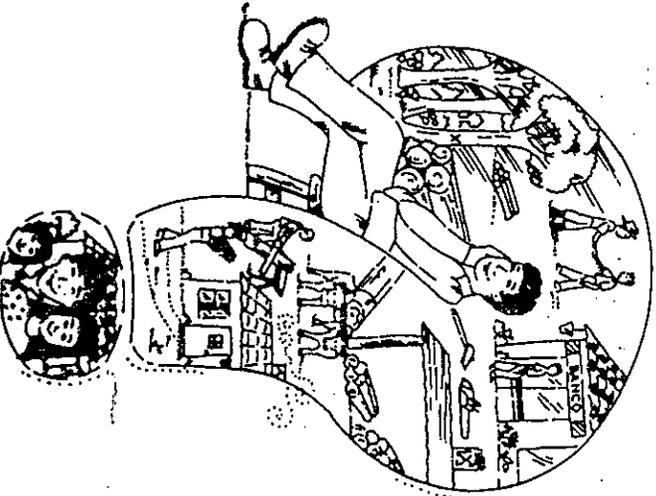
- ¿Cuánta madera hay que cortar?
- ¿Cuáles son los productos deseados y cuánto hay de cada uno (ejemplo: trozas, leña, postes etc.)?
- ¿Dónde se pueden depositar los diferentes productos hasta que sean transportados fuera del bosque (lugar de los patios)?
- ¿Cuál es la secuencia más apropiada para la realización de los trabajos y en qué lugar se realiza cada actividad (ejemplo: trocear en el bosque o en el patio)?
- ¿Cómo se transporta la madera talada en el bosque hasta el camino (ejemplo: bueyes, skidder, tractor)?

44

- ¿Cómo es la red vial de los caminos permanentes, caminos temporales, pistas de arrastre (existe suficiente, cuál es su estado, hay que instalar más)?

- ¿Cuáles medidas de ayuda son necesarias (ejemplo: trabajar con contratista, control, reparación, compras, alquiler)?

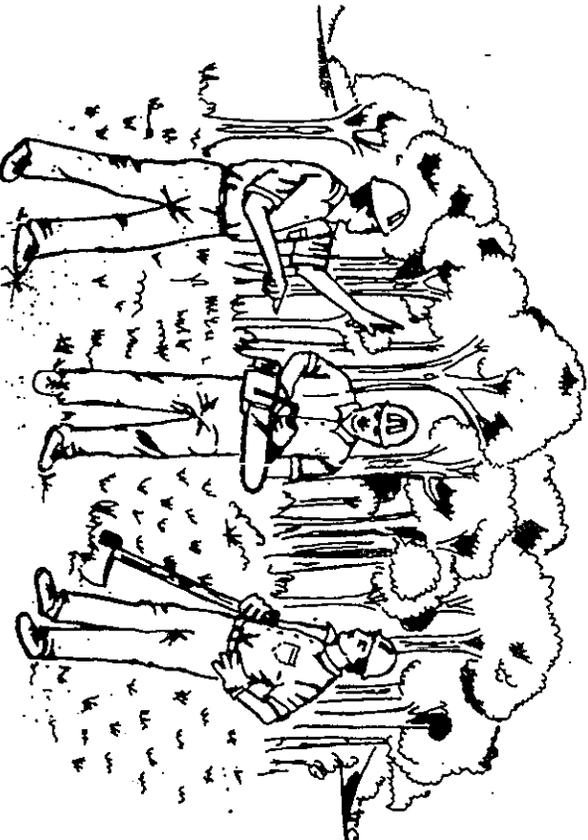
- ¿Cuándo se puede realizar cual trabajo (cronograma)?



Técnica de Corta Dirigida

Antes de iniciar los trabajos ponerse de acuerdo tanto con jefes y compañeros de trabajo sobre los siguientes puntos:

- Tipo de productos
- Dirección de transporte
- Dirección de caída
- Inicio y dirección de trabajo
- Secuencia de trabajo
- Medios de arrastre
- Herramientas
- Contrato
- Medidas de seguridad
- Lugar protegido para personas y herramientas
- Métodos especiales de apeo
- Asistencia médica (primeros auxilios)



45

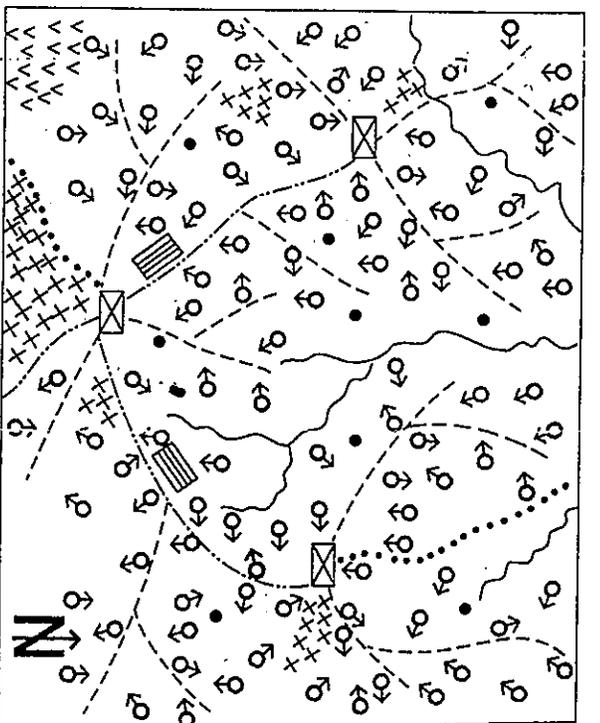
Técnica de Corta Dirigida

Para obtener mejores resultados en el trabajo es recomendable que para cada aprovechamiento forestal se realice un croquis de la superficie de tala que nos permita determinar los siguientes puntos:

- Árboles a extraer con dirección general de la tala
- Camino permanente (con dirección de transporte)
- Camino temporal (con dirección de transporte)
- Pista de arrastre
- Trilío para personas o animales
- Río

46

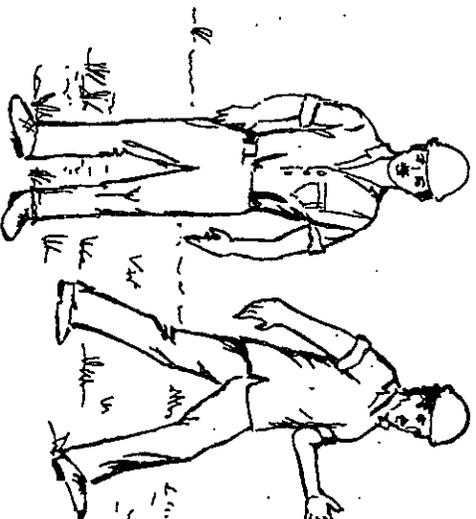
- Patio para trozas (Rodeo)
- Patio para leña
- Lugar o lugares donde se iniciará la corta y flechas que indiquen la dirección de avance
- Zona protegida (por ejemplo, regeneración natural)
- Pantano
- Árboles semilleros



Organización del trabajo

PERSONAL

Se obtiene un mejor rendimiento cuando se trabaja en grupos de dos personas en donde cada uno realiza su trabajo cerca del otro, de manera que puedan ayudarse en caso de ocurrir un accidente; o en trabajos que se requiera más de una persona. En bosques naturales con árboles grandes o en los que haya dificultad para encontrar los árboles por talar es recomendable trabajar con ayudante.



47

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Las herramientas y equipo recomendable para un motosierrista y su ayudante son:

Herramientas:

- 1 machete
- 1 combo partidor ó 1 hacha
- 4 cuñas
- 2 ganchos volteadores
- 1 flexómetro
- 1 cuchillo descortezador (eventualmente)

Equipo:

- 1 motosierra
- 1 juego de herramientas para la motosierra incluyendo llave universal
- 1 bidón de combustible
- 1 bidón de aceite para cadena
- 1 recipiente por usos varios (mantenimiento de motosierra)
- 1 cepillo para limpiar (cepillo de dientes)
- 2 limas redondas
- 2 limas planas

48

Equipo adicional recomendable:

- 1 botiquín completo para primeros auxilios
- Varios mangos adicionales para las herramientas
- Repuestos para la motosierra

REGLAS GENERALES DEL APEO O CORTE

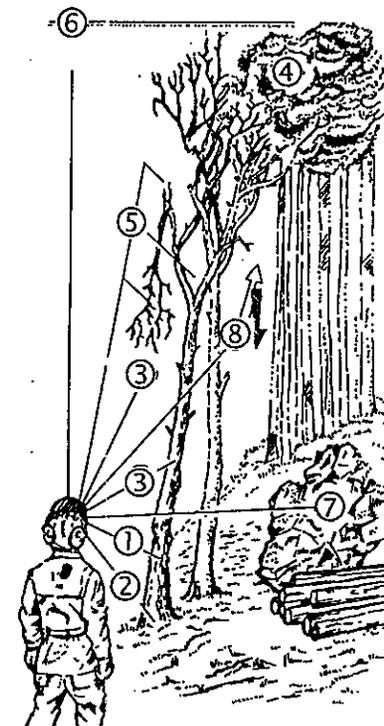
El apeo determina la dirección de caída del árbol. Esto es importante por lo siguiente:

- Por razones de seguridad
- Para aprovechar al máximo el árbol por cortar
- Para no dañar otros árboles
- Para tener mejor rendimiento y mayores ganancias
- Para facilitar las labores posteriores: troceo y rodeo

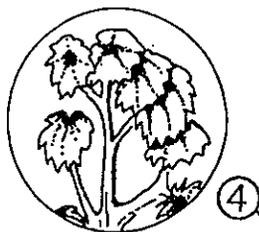
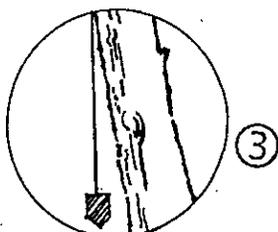
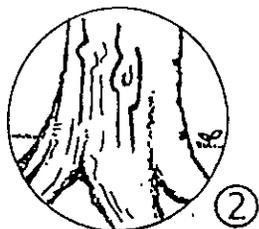
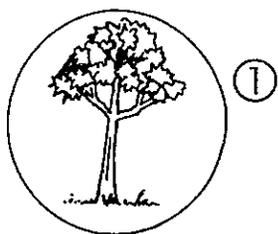
Evaluación del árbol por cortar

Una evaluación previa del árbol por cortar es necesaria para escoger el método de apeo apropiado, el tipo de corte, el comportamiento del árbol y conocer los eventuales peligros. Por eso, antes de cortar un árbol hay que observar los siguientes seis puntos:

- ① TIPO Y GROSOR DEL AREOL
- ② BASE DEL ARBOL
- ③ FORMA DEL TRONCO
- ④ COPA, PALCA O BIFURCACION
- ⑤ RAMAS
- ⑥ ALTURA DEL ARBOL
- ⑦ ALREDEDORES DEL ARBOL (OBSTACULOS)
- ⑧ ZONA DESPEJADA



49



50

① TIPO Y GROSOR DEL ARBOL

Es importante conocer la especie, el grosor, edad y características (si es un árbol de fibras largas o cortas, o si es un árbol que se puede rajar fácilmente) del árbol para determinar el método de apeo, los eventuales peligros y el comportamiento del árbol.

② BASE DEL ARBOL

Examinar el tamaño de los garrones, ver si las raíces se encuentran muy penetradas en el pie del árbol; si hay partes podridas y si la fibra de madera es larga o corta para determinar si hay que cortarlas antes o después del apeo.

③ FORMA DEL TRONCO

Fijarse si el fuste está en corvado o inclinado pues esto ayudará a determinar en qué dirección está el peso del árbol. Además observar si el árbol está quebrado, en estado de pudrición o con polillas.

④ COPA, PALCA Y GAJOS

Observar si el peso de la copa está bien distribuido o desequilibrado y también si la copa tiene palca.

⑤ RAMAS

Para prever eventuales peligros se debe observar si existen ramas secas o quebradas que podrían caerse durante el trabajo de apeo.

⑥ ALTURA DEL ARBOL

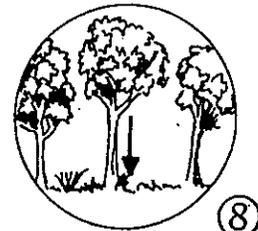
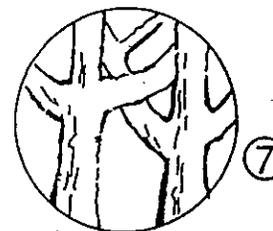
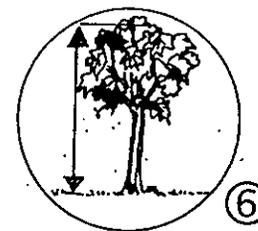
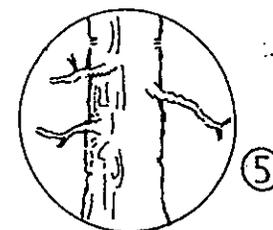
La altura del árbol es importante para determinar el área de caída, el área de peligro, el lugar de impacto de la copa y además si existen peligros para los compañeros de trabajo, construcciones, vehículos, tendido eléctrico, etc.

⑦ ALREDEDORES DEL ARBOL (OBSTACULOS)

Fijarse en las ramas enganchadas con otros árboles, bejucos conectados con otros árboles, topografía, piedras y troncos en el suelo.

⑧ ZONA DESPEJADA

Buscar la zona mejor despejada donde el árbol por apearse no arrastre otros árboles, no pueda saltar hacia arriba, hacia atrás y al lado o deslizarse hacia abajo.



51

Definición de la dirección de caída

Al determinar la dirección exacta de caída del árbol hay que tomar en cuenta lo siguiente:

LA PROTECCION PERSONAL

Determinar la dirección de tal forma que en el momento de realizar el apeo el fuste o tronco no salte hacia un lado y/o hacia atrás, y evitar que al caer el árbol quiebre las ramas de otros árboles o del mismo árbol pudiendo causar daños.

LA PROTECCION DEL ARBOL POR TALAR

Buscar la dirección donde no exista peligro de que el fuste se raje (que no hayan montículos, rocas, u otros árboles en el suelo)

LA PROTECCION DE LOS OTROS ARBOLES Y DE LA REGENERACION

52 Buscar la dirección en donde el daño sea mínimo para los árboles restantes sean éstos grandes o pequeños.

LA DIRECCION DEL ARRASTRE Y TRANSPORTE POR CARRETERA

Buscar la dirección de apeo que permita una fácil extracción y rodeo sin causar muchos daños a los árboles restantes.

FACILIDAD DE PREPARACION DE LOS PRODUCTOS

Buscar la dirección de apeo que permita desramar, trocear fácilmente y la organización de los productos.

Del anterior análisis se obtendrán varias posibilidades de dirección de caída del árbol de las cuales se debe escoger la mejor.

METODO DE APEO NORMAL

Se utiliza cuando el árbol presenta características como ser:

- Arbol no muy delgado ni muy grueso
- Los garrones son de tamaño normal y no penetran demasiado en el fuste
- Arbol no podrido
- El peso del fuste y de la copa están equilibrados

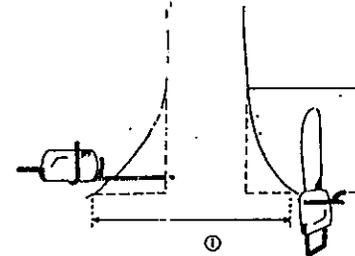
Limpieza de la base del árbol

La limpieza de la base del árbol y alrededor de la base del árbol se hace con el fin de poder efectuar el trabajo con mayor facilidad, aumentar el rendimiento, evitar accidentes y daños a la cadena. En algunos casos si hay mucha vegetación se deben despejar también el camino de escape y la dirección de caída del árbol.



Corte de garrones del árbol en pie

Permite voltear mejor el árbol en el suelo, facilita la extracción y rodeo, el apilado y el transporte.



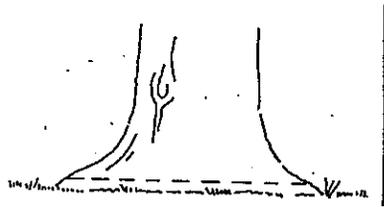
El corte de los garrones de los árboles en pie "parados", se hace cuando:

- ① El grosor de la base del árbol (incluyendo los garrones) es 2 veces más grande que el largo de la espada de la motosierra
- ② La altura de los garrones es mayor que el largo de la espada de la motosierra

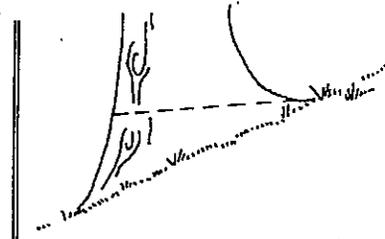
El corte horizontal (para eliminar los garrones)

Si los garrones deben ser eliminados antes del apeo, se empieza con el corte horizontal y luego vertical.

Para hacer el corte horizontal se deben seguir las siguientes instrucciones:

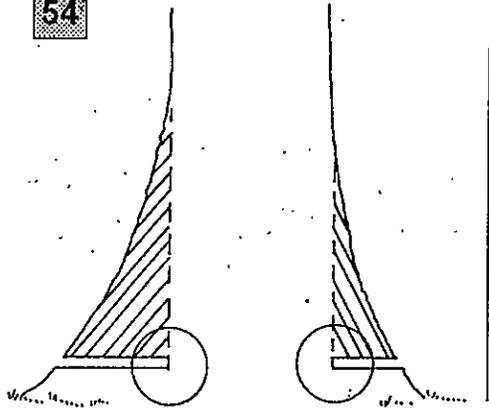


- En terrenos planos hacer el corte lo más cerca posible del nivel del suelo



- En terrenos en pendiente iniciar el corte en la parte más alta del terreno

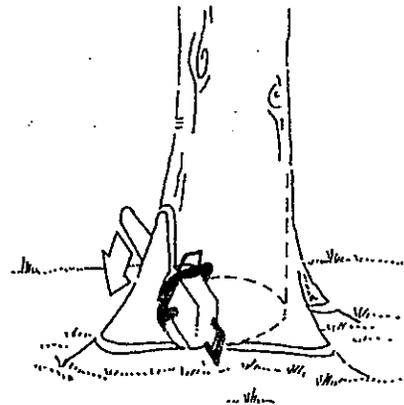
54



El corte vertical

- El corte vertical tiene que ser paralelo al fuste del árbol

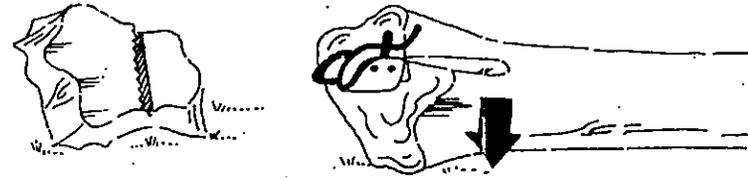
- Hacer el corte con la parte inferior de la espada de la motosierra
- Hacer el corte en el sentido de las agujas del reloj
- Hacer el corte no más profundo que el corte vertical



Técnica de Corta Dirigida

Corte de garrones al árbol apeado

Si los árboles son pequeños se recomienda cortar los garrones cuando el árbol ya está en el suelo para ahorrar tiempo.

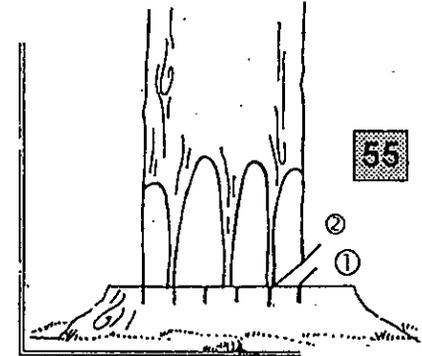


La boca de caída

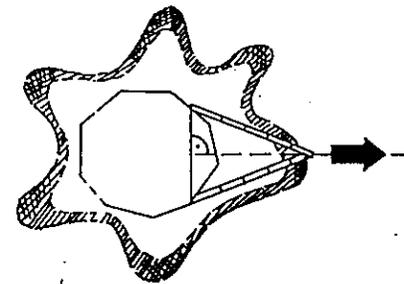
La boca determina la dirección de caída del árbol y debilita la presión del tronco en esa zona para que se caiga con mayor facilidad.

Las medidas de la boca son:

- ① La profundidad de la base de la boca debe ser igual a una quinta parte del grosor del pie del árbol
- ② La altura debe ser igual a la profundidad de la boca, o sea que la boca debe tener 45 grados



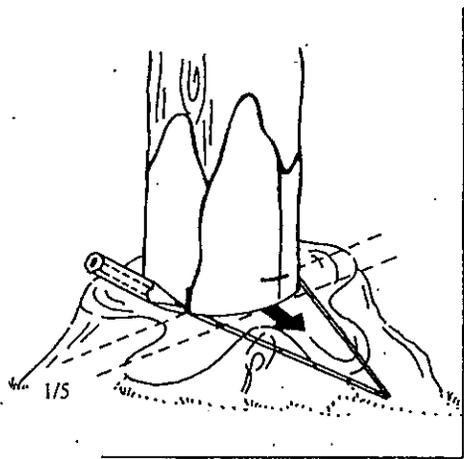
55



El sitio donde se unen el corte superior y el corte de la base de la boca debe formar una línea recta

Técnica de Corta Dirigida

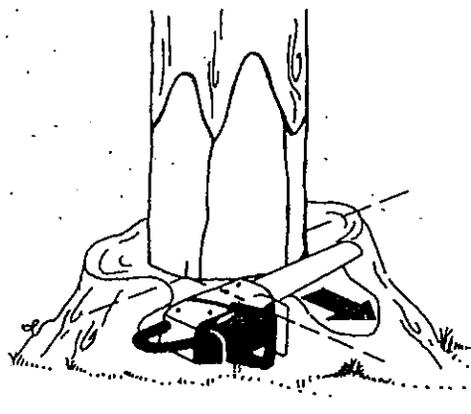
El procedimiento para preparar la boca es el siguiente:



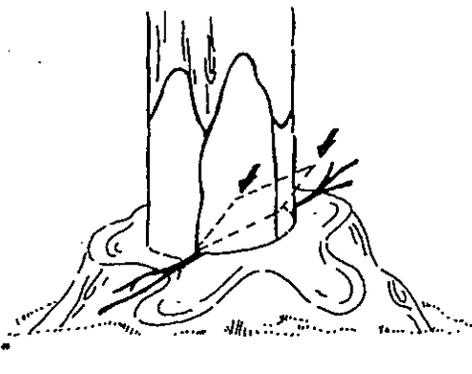
- Cortar dos ramas delgadas, rectas, y del mismo largo uniendo las puntas hasta formar una escuadra
- Colocar la escuadra con la abertura hacia el fuste y en la dirección exacta de caída deseada de tal forma que 1/5 parte del diámetro del árbol quede abarcada por las dos ramas que forman la escuadra

56

- Realizar el corte inferior de la boca



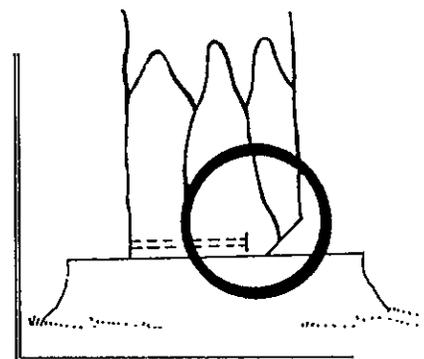
- Marcar la profundidad y la altura de la boca
- Colocar ramitas en ambos lados del corte
- Realizar el corte superior de la boca



Técnica de Corta Dirigida

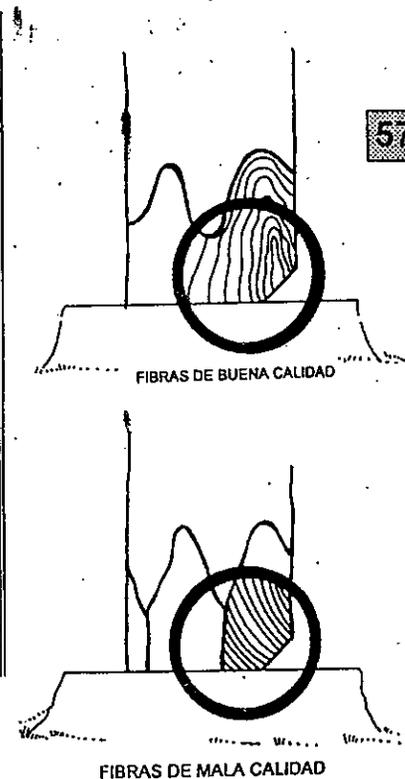
La bisagra

La bisagra tiene la función de guiar el árbol durante la caída en la dirección de la boca, evitando que el árbol gire sobre sí mismo y cambie abruptamente la dirección de caída.

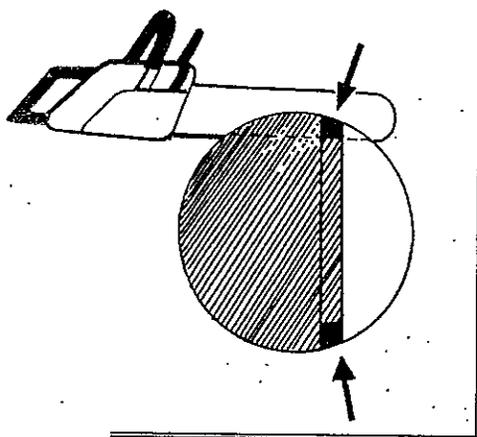


El ancho de la bisagra se determina con base en los siguientes criterios:

- El grosor del árbol. El ancho de la bisagra tiene que ser en general una décima parte del grosor del árbol o la mitad de la profundidad de la boca.
- La distribución del peso del tronco y de la copa del árbol
- La dirección de las fibras (hilos) de madera en la zona de la bisagra. Es más fácil dirigir la caída del árbol si las fibras de la madera son verticales y no inclinadas ni torcidas.
- La dirección o posición de los garrones en la zona de la bisagra
- La edad del árbol. Los árboles viejos tienen generalmente fibras más cortas que los árboles jóvenes.



Técnica de Corta Dirigida



- Especie o tipo de árbol. El ancho de la bisagra debe ser más grande en las especies con fibras cortas que en aquellas con fibras largas. En las especies que se rajan con facilidad es recomendable realizar unos pequeños cortes laterales a la altura del corte de caída.

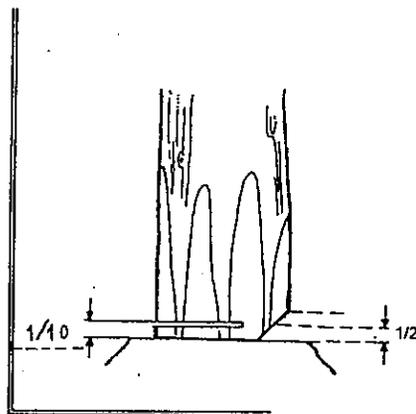
El corte de caída

El corte de caída debe hacerse más alto que el corte inferior de la boca. De esta forma la bisagra podrá cumplir su función de guiar la caída del árbol y se podrá formar un borde de volteo.

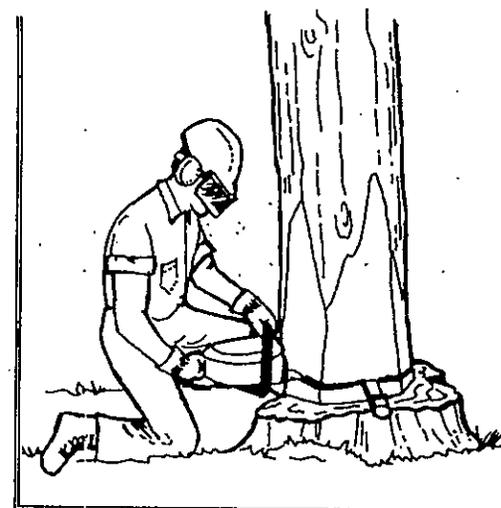
58

Los pasos a seguir para realizar el corte de caída son:

- Gritar: "¡Cuidado árbol!"
- Iniciar el corte de caída a la mitad de la altura de la boca o a un décimo del diámetro del árbol
- Introducir cuña(s) para asegurar que el corte no se cierre



- Realizar el corte de caída hasta alcanzar las marcas de la bisagra
- Sacar la motosierra del corte y colocarla en un lugar seguro



- Golpear la(s) cuña(s) fijándose en la reacción de la copa hasta apearse el árbol

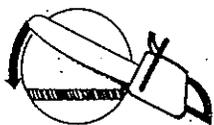
59

- Justo antes de que empiece la caída del árbol gritar: "¡Cuidado árbol!"
- Retroceder por el camino de escape hacia atrás de la dirección de caída (45 grados de la dirección de caída contraria)
- Observar bien la zona de las copas por ramas que puedan caer



Tipos de corte de caída

El largo de la espada y el grosor del árbol determinan el tipo de corte de caída.



CORTE EN ABANICO

Cuando el largo de la espada de la motosierra es mayor que el grosor del árbol se realiza el siguiente procedimiento:

- Mover la parte del motor de la motosierra hasta la marca de la bisagra
- Mantener la posición de la motosierra, pero moviendo la punta de la espada hasta alcanzar la marca de la bisagra

CORTE EN ABANICO TIRADO

Cuando el largo de la espada es menor que el grosor del árbol se deben seguir los siguientes pasos:

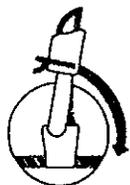
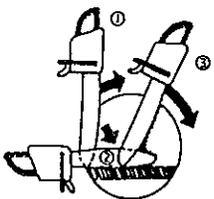
- ① Iniciar el corte fijándose que la punta de la espada se encuentre siempre cerca de la bisagra
- ② Siempre dentro del corte devolverse con la espada y con la parte superior cortar hasta alcanzar la marca de la bisagra
- ③ Continuar el corte iniciado moviendo la parte del motor alrededor del árbol

CORTE DE CORAZON

Cuando el grosor del árbol es superior a dos veces al largo de la espada, se realiza el siguiente corte:

- Cortar por el lado de la boca la parte del fuste que no se puede alcanzar con el largo de la espada
- Realizar el corte en abanico tirado

60

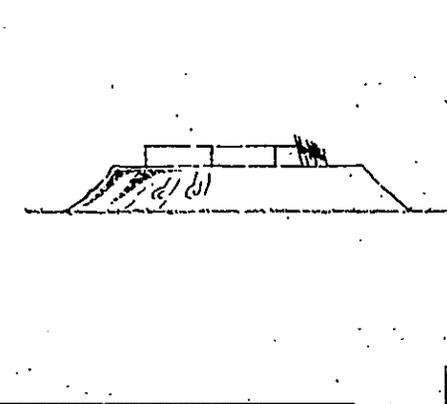


Técnica de Corta Dirigida

Después de la caída del árbol

Después de la caída del árbol hay que analizar si el árbol cayó donde se quería, si hubo pérdida de madera, daños a otros árboles, dificultad en el arrastre, o peligro de accidente. Seguidamente y con el fin de realizar mejor el trabajo, es importante reconocer si se cometieron algunos de estos errores:

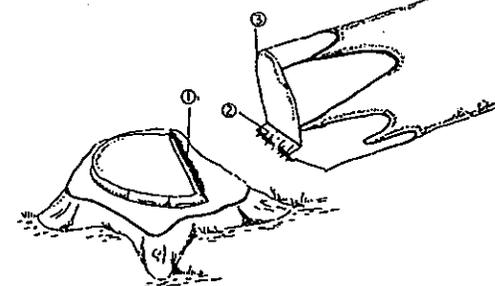
- Tocón demasiado alto
- No se observó bien o mala interpretación de los defectos de la madera y del árbol
- Boca inexacta, demasiado pequeña o grande
- Bisagra inexacta, marca del ancho no respetada, demasiado pequeña o grande, no lineal
- Corte de caída demasiado bajo o alto, inclinado
- Daños en el fuste por caída sobre obstáculos



61

Después de analizar el tocón y la caída del árbol hay que realizar lo siguiente:

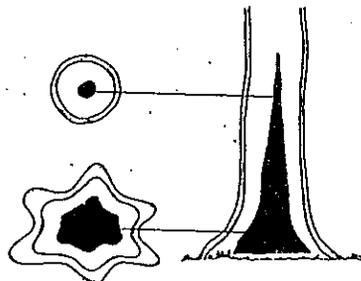
- ① Cortar la bisagra en el tocón con la parte superior de la espada
- ② Cortar la bisagra en el árbol
- ③ Cortar el borde alrededor de la troza (facilitará el arrastre)



Técnica de Corta Dirigida

METODOS ESPECIALES DE APEO

Se utilizan cuando los árboles se encuentran podridos, inclinados, atrapados.



El árbol podrido se reconoce por los siguientes puntos:

- Partes podridas visibles
- Raíces o garrones dañados
- Hongos
- Resina en el tronco
- Pocas hojas en la copa

62

Si tiene dudas sobre el estado del árbol puede realizar las siguientes pruebas:

- Golpear el fuste con el combo partidor y escuchar si suena hueco
- Hacer un corte de punta vertical en el lugar de la boca, o en el lugar opuesto, hasta el corazón del árbol para ver si la espada de la motosierra penetra una parte hueca, o el aserrín sale podrido

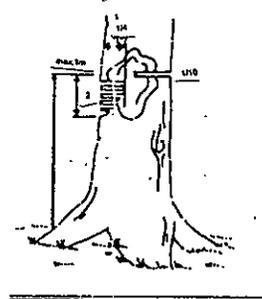
Método del árbol podrido

En el caso de árboles podridos se debe emplear un método diferente debido a que la bisagra del árbol podrido no es muy segura y puede afectar la dirección de caída.



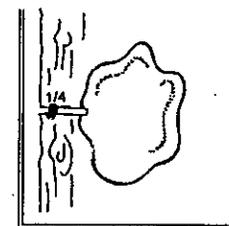
Un árbol podrido que puede mantenerse en pie tiene por lo menos una capa de madera sana que puede ser utilizada.

El procedimiento que se emplea es el siguiente:

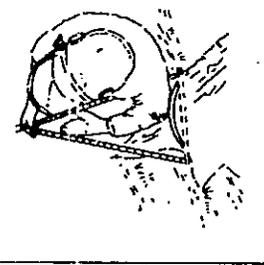


- Determinar la altura de la base de la boca (aproximadamente a 1 metro)
- Quitar la corteza en la zona de la bisagra (para poder observar si la madera se está rajando)

- Cortar la base de la boca →

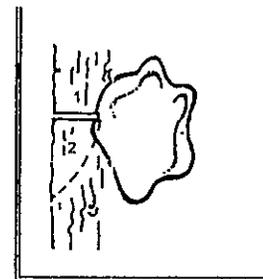


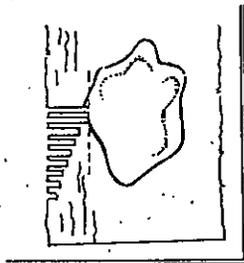
63



- ← Controlar con la escuadra si la dirección de caída está correcta

- Marcar una distancia dos veces mayor a la profundidad de la base de la boca



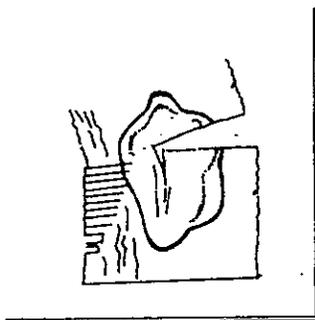
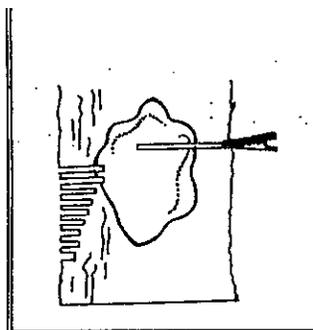


- Realizar hacia abajo varios cortes horizontales de 2 a 3 centímetros de espesor cada uno
- Marcar el ancho de la bisagra a un 1/10 del diámetro del árbol

- Iniciar el corte de caída aproximadamente a una décima parte del grosor más alto que la base de la boca
- Introducir una(s) cuña(s)
- Realizar el corte de caída hasta alcanzar las marcas de la bisagra

64

- Sacar la motosierra del corte



- Talar el árbol golpeando la(s) cuña(s). En el momento que el árbol está cayendo puede desprenderse totalmente del tocón

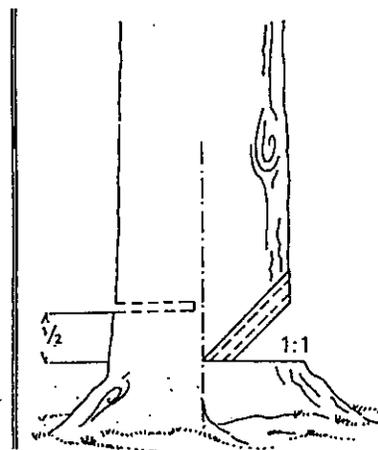
Método de la boca ancha

Cuando los árboles están ligeramente inclinados a la derecha o a la izquierda de la dirección de caída deseada, o ligeramente inclinados hacia la dirección opuesta de caída (hacia atrás), se debe determinar la dirección de caída por medio de la boca. La bisagra debe ser ancha para poder guiar el árbol por bastante tiempo y lograr que el árbol no caiga en su dirección natural.

El método a seguir es:

- Buscar el lado más ancho del árbol para determinar la zona de la bisagra (largo de la bisagra)
- Cortar los garrones del árbol excepto en la zona de la bisagra
- Marcar la altura de la boca la cual debe coincidir con la profundidad de la boca
- Cortar la boca en la dirección prevista
- Contrar la dirección de la boca
- Marcar el ancho de la bisagra a una décima parte del grosor del árbol o más dependiendo del peso del árbol
- Iniciar el corte de caída a 1/2 altura de la boca
- Poner las cuñas y golpearlas
- Continuar con el corte de caída hasta la marca de la bisagra
- Golpear las cuñas hasta que el árbol caiga

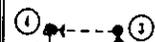
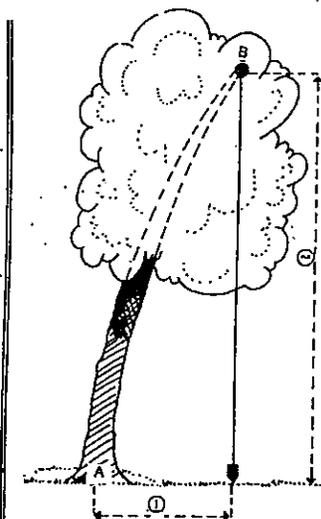
65



Ajuste de la boca en árboles inclinados hacia un lado de la dirección de caída deseada

El ajuste de la boca se hace para lograr una dirección de caída exacta en el caso de árboles inclinados a un lado de la dirección de caída deseada.

Para tal fin se hace lo siguiente:



① Estimar la desviación midiendo la distancia existente entre el centro de la base del árbol hasta la proyección al suelo del centro de la punta de la copa

② Estimar la altura del árbol

③ Establecer el punto de caída deseado (debe coincidir con la altura estimada del árbol)

④ A partir del punto de caída deseado marcar la distancia de desviación de la copa en el lado opuesto a la desviación de la copa

Poner en este punto una rama visible desde la base del árbol pues es el punto donde se va a dirigir la boca (punto de caída de ayuda)

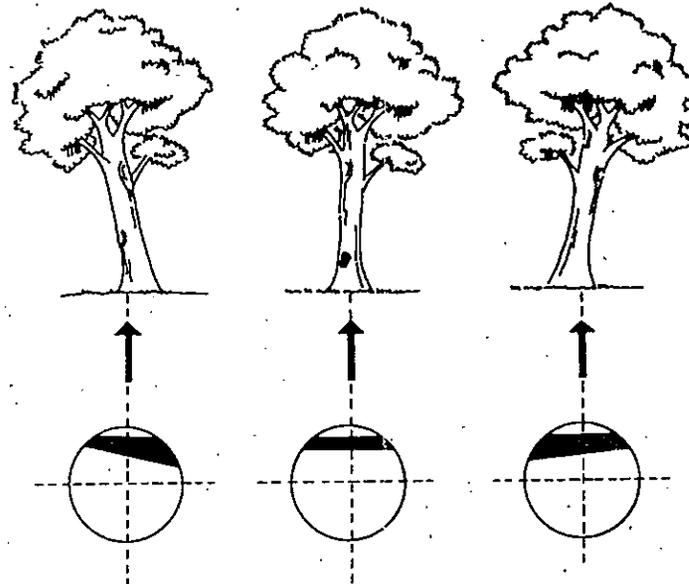
⑤ Realizar el método de boca ancha con la boca dirigida hacia el punto de caída de ayuda

66

Ancho de la bisagra en árboles inclinados hacia un lado de la dirección de caída deseada

Es importante determinar el ancho de la bisagra en el método de apeo de la boca ancha. Las siguientes reglas pueden ayudar a determinar con exactitud la dirección de caída del árbol:

- Si el árbol está más inclinado hacia la izquierda, la bisagra tiene que ser más ancha al lado derecho
- Si el árbol está inclinado hacia la derecha la bisagra tiene que ser más ancha al lado izquierdo



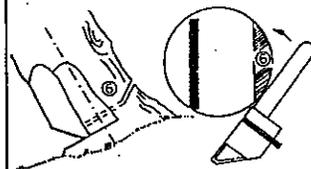
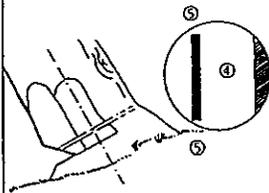
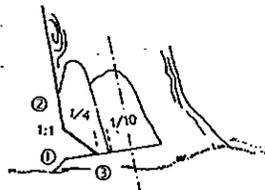
67

Método del corte de punta

Se aplica en árboles que están fuertemente inclinados hacia la dirección de caída deseada. En estas condiciones un árbol puede ser un peligro tanto para los trabajadores forestales como para el tronco. Por esto es necesario aplicar el método del corte de punta siempre y cuando el grosor del árbol no sea menor a 30 centímetros.

El método es el siguiente:

- Cortar los garrones en la zona de la boca y a los lados de la bisagra (solamente si fuera necesario) sin cortar los garrones en la zona opuesta a la caída pues esa madera se requiere como apoyo
- ① Realizar el corte de la base de la boca perpendicularmente al eje del fuste cuidando que la espada no se quede prensada
- ② Realizar el corte superior de la boca a una distancia igual a la profundidad del corte inferior (ángulo de 45 grados)
- ③ Marcar el ancho de la bisagra a una décima parte del grosor del árbol
- ④ Iniciar el corte de caída a la mitad de la altura de la boca, penetrando primero la parte inferior de la espada
- ④ Continuar el corte hasta llegar a la marca de la bisagra y luego devolverse con la espada y cortar hasta aproximadamente una cuarta parte del grosor del árbol o más
- Si el árbol es muy grueso y el largo de la espada no es suficiente para cortar el árbol, de un lado se debe cortar primero la zona de compresión. Luego terminar el corte del otro lado
- ⑤ Cortar ligeramente los bordes de la bisagra en ambos lados
- ⑥ Terminar el corte de caída cortando rápidamente de afuera hacia adentro en un ángulo de 45 grados

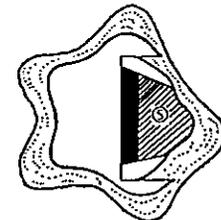
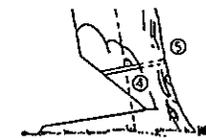


68

Método de la boca profunda

El método que se describe a continuación se utiliza cuando el árbol está ligeramente inclinado en la dirección de caída deseada:

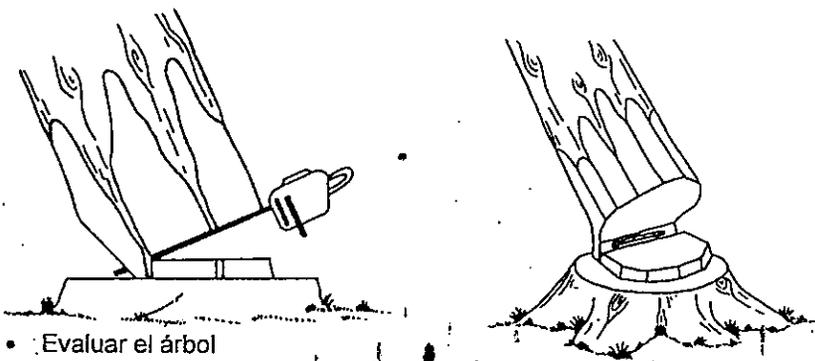
- Cortar los garrones en la zona de la boca y a los lados de la bisagra (solamente si fuera necesario) sin cortar los garrones en la zona opuesta a la caída pues esa madera se requiere como apoyo
 - ① Realizar con cuidado un pequeño corte de la base de la boca perpendicularmente al eje del fuste
 - ② Realizar el corte superior de la boca a una distancia igual a la profundidad del corte inferior (ángulo de 45 grados)
 - ③ Ampliar la boca por etapas, hasta llegar más allá de la médula realizando primero el corte superior de la boca para evitar que la espada se preñe
 - ③ Ampliar la boca eliminando máximo de 3 cm en cada corte
 - ④ Cortar ligeramente el borde de la bisagra en ambos lados
 - ⑤ Hacer el corte de caída a media altura de la boca y perpendicularmente al eje del árbol con el motor totalmente acelerado
- Si el árbol es muy grueso y el largo de la espada no es suficiente para cortar el diámetro del árbol, se debe cortar primero la zona de compresión. Luego terminar el corte de caída formando un ángulo recto entre la espada de la motosierra y la dirección de caída.



69

Método de apeo de árboles recostados

En el caso de árboles que quedan recostados en la copa de otro en lugar de caerse al suelo o que quedan atrapados en una palca o enredados por lianas el procedimiento para su apeo es el siguiente:



- Evaluar el árbol
- Determinar la zona de compresión y la zona de tensión
- Cortar con la punta de la espada el centro de la bisagra por el lado del corte de caída tratando que la espada esté lo más pegada posible al fuste
- Cortar la parte restante de la bisagra con el hacha
- Girar el árbol con el gancho volteador o bajar el árbol con la ayuda de palancas

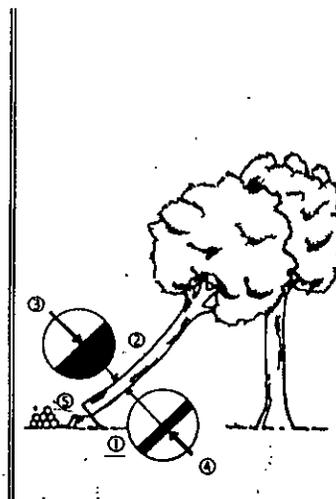
70

Apeo de árboles recostados (árboles pequeños)

El apeo de árboles pequeños que quedan recostados en otros se puede hacer hasta que caigan al suelo. El procedimiento cambiará dependiendo del grado de inclinación que tenga el árbol recostado.

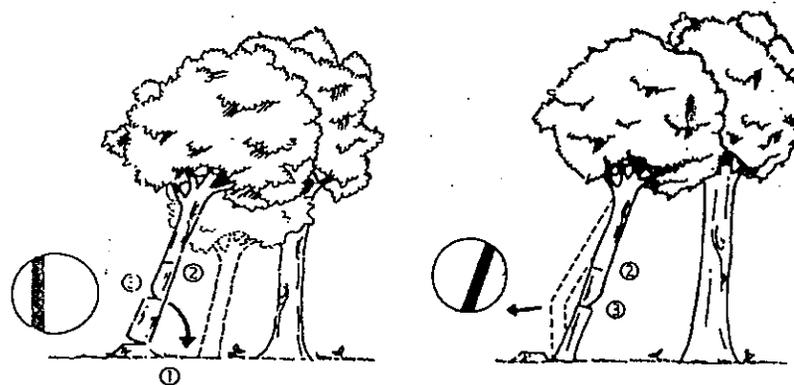
Troceo de árboles en posición "acostado"

- ① Separar el árbol del tocón
 - Cortar las ramas hasta la altura de los hombros
- ② Hacer dos marcas en el árbol señalando el largo de la leña
- ③ Donde está la marca hacer un corte en la zona de compresión lo máximo posible (terminar de cortar antes que se cierre el corte)
- ④ Terminar el corte por la zona de tensión
- ⑤ Para evitar accidentes quitar de una vez el pedazo de leña cortado
 - Repetir el procedimiento de trabajo hasta que el árbol caiga o tome la posición "de pie"



Troceo de árboles en posición "de pie"

71



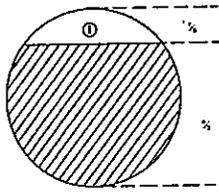
- ① Separar el árbol del tocón
 - Cortar las ramas hasta la altura de los hombros
- ② Hacer dos marcas en el árbol señalando el largo de la leña
- ③ Cortando una pequeña boca en la dirección prevista y un corte de caída a la altura de la primera marca

Método de apeo de árboles delgados

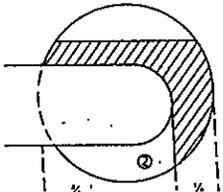
Se utiliza en árboles principalmente en raleos de plantaciones y bosques secundarios. Por ser delgados se recomienda para el apeo de estos árboles usar la palanca de apeo en lugar de cuñas.

El procedimiento a seguir en este tipo de apeo es el siguiente:

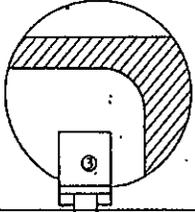
- 1 Cortar la boca en la dirección de caída deseada. La profundidad de la boca debe ser una 1/5 parte del diámetro del árbol



- 2 Realizar 3/4 partes del corte de caída

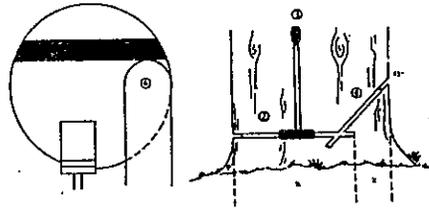


- 3 Introducir la palanca de apeo en el corte de caída

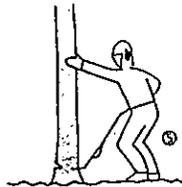


Técnica de Corta Dirigida

- 4 Hacer un corte inclinado (45 grados) del otro lado del corte de caída hasta que ambos se unan (el corte se debe hacer inclinado para evitar que la cadena pegue con la palanca de apeo)

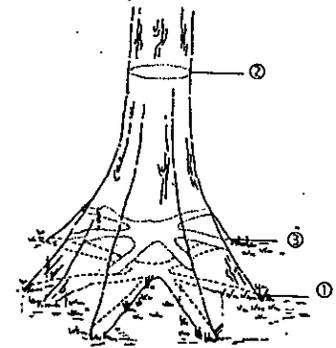


- 5 Talar el árbol con la palanca de apeo dobiando las rodillas y manteniendo la espalda lo más recta posible

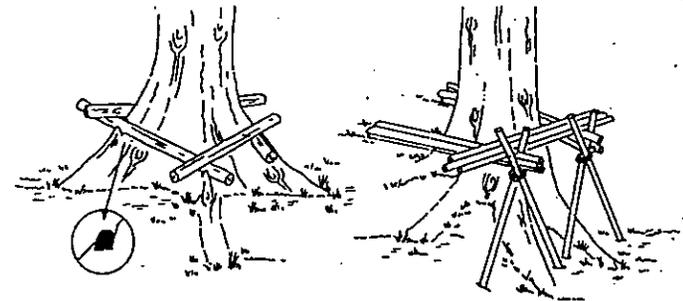


Método de árboles con raíces tablares (garrones)

- 1 Existen árboles en los cuales el pie del árbol está conformado solamente por raíces tablares (garrones) y la parte del árbol que se encuentra a la altura del suelo es mucho más grande y de forma irregular
- 2 Estos árboles alcanzan la forma cilíndrica solamente a partir de unos metros de altura
- 3 El corte de estos árboles no se puede hacer al nivel del suelo sino a una altura mayor donde se empieza a formar el fuste

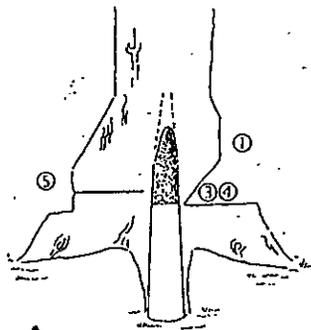


En estos casos en que el apeo desde el nivel del suelo no sea posible y el corte de caída debe ser realizado a mayor altura que los hombros del motosierrista hay que construir una plataforma al igual que en el caso de árboles grandes en pendientes fuertes. En lo posible evitar estos casos por los peligros que implica.



Técnica de Corta Dirigida

El procedimiento de árboles con raíces tablares (garrones) es el siguiente:



① Cortar los garrones en la zona de la boca

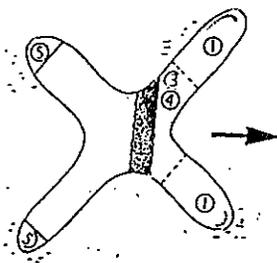
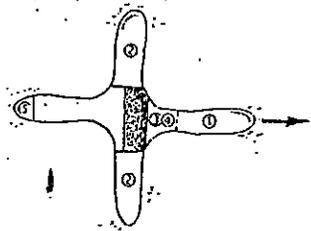
② Cortar los garrones a los lados de la bisagra. No siempre, depende del método de apeo a emplear

③ Realizar el corte inferior de la boca a una profundidad de los garrones a los lados de la bisagra y/o debe entrar un poco dentro del tronco mismo

④ Realizar el corte superior de la boca

⑤ Cortar unos pedazos de los garrones de atrás para trabajar mejor con las cuñas (si es necesario)

• Continuar con uno de los métodos anteriores escritos



74

Se inicia después de la caída del árbol y concluye cuando la madera está lista para el arrastre. La preparación de los productos incluye:

- Desramar
- Trocear los diferentes productos
- Descortezar (si es necesario)
- Partir la madera

Desrame

Se desrama con el fin de tener un tronco limpio de ramas o nudos. El desrame puede hacerse con hacha o motosierra. En el caso de ramas delgadas y árboles delgados es recomendable desramar con el hacha pues descansa el cuerpo y además resulta más económico.

En árboles medianos y grandes, el desrame puede realizarse combinando el hacha y la motosierra empezando con el hacha desde las ramas delgadas hasta la copa y luego con la motosierra las ramas gruesas.

Desrame con hacha

El desrame con hacha se hace de la siguiente forma:

- Utilizar un hacha liviana o mediana (1.5 kilos sin mango)
- Trabajar desde el tocón hacia la copa
- Para cortar ramas pequeñas, dar de uno a tres golpes con el hacha bien dirigidos
- En el caso de las ramas gruesas, realizar primero un corte dejando de 5 a 10 cm de la troza, y luego eliminar el nudo de una forma limpia, teniendo cuidado con el resto de ramas tensas



75

Reglas para desramar árboles con motosierra

Para obtener un mejor rendimiento, disminuir el peligro y el cansancio hay que observar las siguientes reglas:

1 RITMO DEL TRABAJO

- Trabajar con calma, manteniendo un ritmo constante
- No trabajar demasiado rápido
- Prever el trabajo que falta por hacer
- Reconocer las tensiones de las ramas
- Adecuar la técnica de desrame a las circunstancias

2 POSICION DEL CUERPO

- ① Mantener el cuerpo lo más recto posible
- ① No torcer ni someter a un esfuerzo lateral la columna vertebral
- ② Doblar las rodillas y no la espalda
- ② En el caso de desrames en terrenos inclinados, colocarse de tal forma que no exista peligro de que la troza pueda rodar

3 POSICION CORRECTA DE TRABAJO

- ③ Mantener el dedo pulgar alrededor de la manija
- ② Colocar los pies en forma firme y estable
- ④ Apoyar siempre el motor de la motosierra sobre la troza o sobre la rodilla derecha
- ③ Conducir la motosierra en forma suelta, agarrándola bien con las dos manos
- ② No poner nunca la rodilla izquierda por delante del mango delantero

- En el caso de que la espada se encuentre del mismo lado de donde se está de pie, avanzar sin que la cadena esté en movimiento
- No pararse encima de la troza para el desrame. Solamente en el caso de árboles muy grandes

4 MOVER LA MOTOSIERRA COMO UNA PALANCA

- ④ Mover la espada como una palanca
- ③ No soportar el peso de la motosierra en los brazos

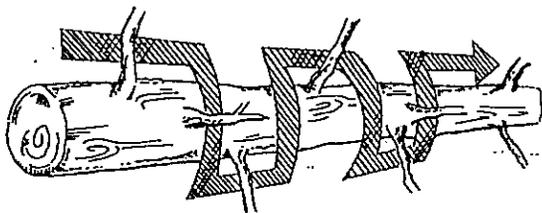


76

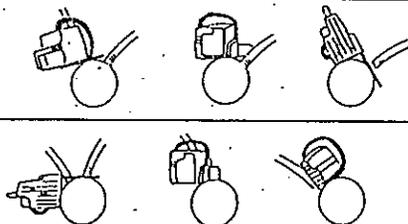
77

Técnica más común de desrame

La técnica de desrame más común es la de mantener un lado de la espada siempre contra la troza, dejando que la motosierra opere como un péndulo en zig-zag a lo largo de la troza.



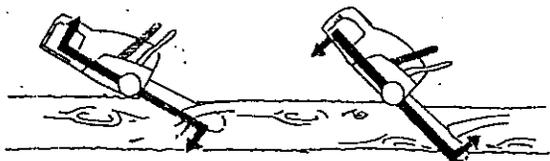
78



Inclinar la motosierra antes de cortar las ramas que van en dirección contraria a la que se está moviendo la motosierra.



Llevar la motosierra perpendicularmente sobre el tronco antes de inclinarla.



La motosierra debe funcionar como una palanca.

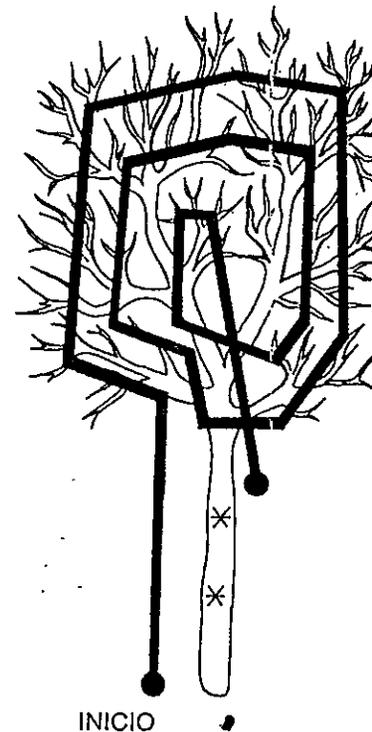
Técnica de Corta Dirigida

Técnica para desramar copas de árboles grandes

El desrame de las copas de los árboles grandes se hace de la siguiente forma:

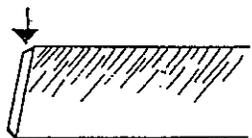
- Evaluar el árbol talado y sus alrededores
- Si fuera necesario, quitar con el machete el musgo y otras plantas que están en el tronco o ramas
- Desramar el árbol de la base del tronco hacia las ramas
- Dejar la troza entera en aquellos casos en que exista peligro por la topografía del terreno
- Cortar las ramas de la copa del árbol en forma circular de afuera hacia adentro de la copa hasta llegar al centro de la copa (máximo 2 metros entre una y otra vuelta)
- Cortar las ramas de forma que queden en el suelo
- Después del desrame de la copa, se deben cortar las ramas principales y las trozas

79



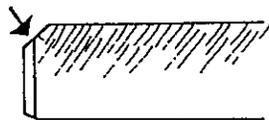
Técnica de Corta Dirigida

Medición de las trozas



CUANDO EL CORTE ES OBLICUO:

- Medir desde la parte más corta del corte



CUANDO LA BOCA DE DIRECCION ES INFERIOR A 1/4 DEL DIAMETRO DEL ARBOL:

- Medir desde la mitad de la boca de dirección



CUANDO LA BOCA DE DIRECCION ES SUPERIOR A 1/4 DEL DIAMETRO DEL ARBOL:

- Medir desde la parte más corta de la boca de dirección

El troceo y la calidad del producto

Los defectos de las trozas (nudos, huecos, torceduras) son la base para seleccionar los lugares de troceo. Esta operación debe permitir que se obtengan los mayores largos de trozas libres de defectos, y si éstos son inevitables, debe procurarse que se localicen en los extremos de la troza.

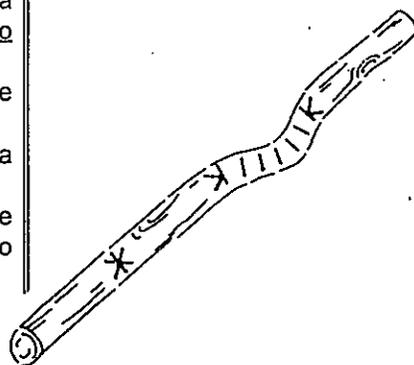
80

Marcar el troceo

Las marcas deben hacerse en forma muy clara, con tiza o cuchillo.

Las marcas de medición del troceo son:

- ✕ -Corte entre dos trozas para aserrío con sobremedida o sobrestimación de la medición
- ✗ -Corte al final de la madera de aserrío con sobremedida
- ⋈ -Inicio de una nueva troza para aserrío
- -Línea intermedia a la marca de corte de troza de un metro, o marca para el corte de leña



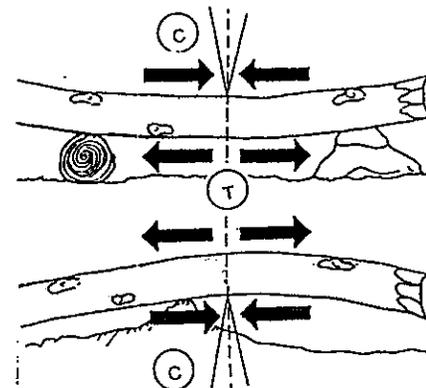
Técnica de Corta Dirigida

La sobremedida se reserva para poder corregir un error de medición o un corte oblicuo. Por lo general debe ser de un centímetro por cada metro de troza (1%) pero si el largo es inferior a los 10 metros es necesario un mínimo de 10 cm de sobremedida.

Evaluación antes del troceo

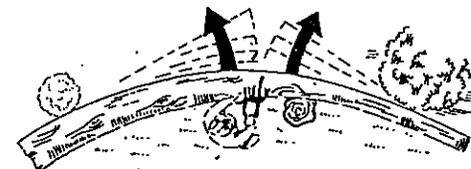
Por razones de seguridad y para evitar que se raje la madera es necesario hacer una evaluación de la troza antes de empezar a realizar los cortes. Importante es evaluar lo siguiente:

- Reconocer la zona de tensión (T) y compresión (C) *Regla general:* Iniciar a cortar en la zona de compresión (C) hasta que el corte empieza a cerrarse



81

- El peligro del trabajador forestal. Pararse dentro de la corvadura

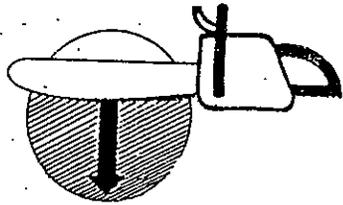


- Otros objetos en peligro (rodar, resbalar de la troza)

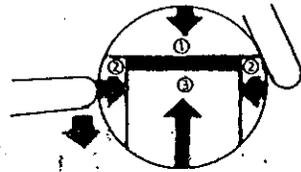


Técnica de Corta Dirigida

Tipos de corte en el troceo

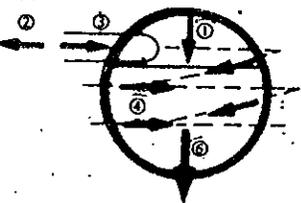


ZONA DE COMPRESION

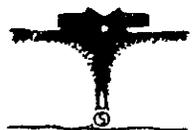


82

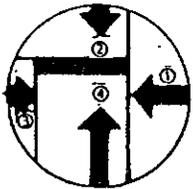
ZONA DE COMPRESION



ZONA DE COMPRESION



ZONA DE COMPRESION



CORTE VERTICAL SIMPLE

Se hace cuando no aparece tensión en la troza.

- Cortar verticalmente de arriba hacia abajo

CORTE CIRCULAR

En el caso de trozas bajo ligera tensión se realiza el siguiente corte:

- 1 Cortar en la zona de compresión lo máximo posible
- 2 Cortar ligeramente ambos lados de la troza
- 3 Terminar el corte de separación cortando en la zona de tensión

CORTE DE PRENSA

Trozas bajo fuerte tensión se cortan de la siguiente forma:

- 1 Cortar en la zona de compresión hasta que el corte empieza a cerrarse
- 2 Sacar completamente la espada del corte
- 3 Introducir nuevamente la espada en el corte
- 4 Sacar completamente la espada cortando al mismo tiempo. Repetir los puntos 2 a 4 varias veces
- 5 Cuando la zona de compresión de la troza se cierre completamente se debe realizar un corte simple de la parte que falta de la madera

CORTE DE ARBOLES GRUESOS

Si el diámetro de la troza es mayor que el largo de la espada, se debe reducir el diámetro del lado más peligroso para poder realizar el corte circular. La secuencia se muestra en los números

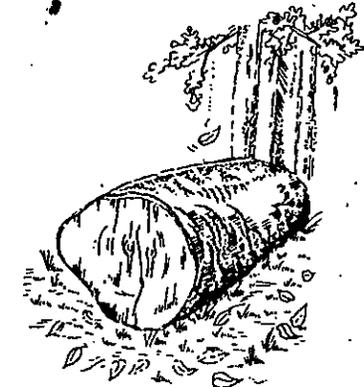
Partir la madera

Si hay posibilidades de utilización, es recomendable partir la madera para leña que tenga un grosor no mayor a 20 cm después del troceado. De esta forma se facilita su transporte, se reduce el tiempo de secado y puede utilizarse en postes de cerca.

Partir la madera con el combo partidor

El combo partidor se utiliza cuando la especie es fácil de rajar. Se trabaja de la siguiente forma:

- Evaluar el pedazo a partir, observando los nudos y las rajaduras que tiene
- Partir de la parte más delgada hacia la más gruesa
- Fijarse en la posición de la médula y poner hacia arriba el pedazo de madera que se encuentre más alejado de la médula



83



- Mantener las piernas colocadas solamente de un lado de la troza
- Dar los primeros golpes en el frente de la troza y luego continuar los golpes en la rajadura que se produjo

Rajar la madera con combo partidor y cuña

Si hay dificultades para partir la madera con el combo partidor se utiliza entonces una cuña de la siguiente forma.



84

- Seguir los mismos pasos descritos en el punto anterior
- Si no fuera posible rajar la madera con el combo partidor se procede a clavar la cuña con un ángulo de 45 grados en el borde de la rajadura
- Terminar de rajar con el combo partidor

Partir la madera con motosierra y combo partidor

Pedazos de madera muy gruesos, torcidos o con muchos nudos, así como el tocón deben ser partidos con motosierra.

El procedimiento de trabajo es el siguiente:

- Poner sobre otro pedazo, el pedazo de madera a partir
- Cortar con la motosierra la parte más difícil de partir
- Terminar de partir con el combo partidor y si es necesario también con la cuña





BOLFOR

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible
Ministerio de Desarrollo Sostenible y
Medio Ambiente

**TECNICA DE
CORTA DIRIGIDA**

Libreta de Campo

BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y PL480 en
convenio con MDSMA y FONAMA

Copyright©1997 by :
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)
Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (MDSMA)

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)
Prolongación Beni # 149
Tel: 364704-364696 Fax: 591-3-364319
Casilla # 6204 Santa Cruz, Bolivia

CONSULTOR: *HANS TANNER*

EQUIPO DE REVISION: *William Cordero (BOLFOR)*
Freddy Contreras (BOLFOR)
Ricardo Martínez (BOLFOR)
Hugo Pinto (BOLFOR)
Pedro Villarroel (ETSFOR)

DISEÑO/DIAGRAMACION: *Delicia Gutiérrez*

DIBUJOS: *Gonzalo Loayza*
Gabriela Ponce de León

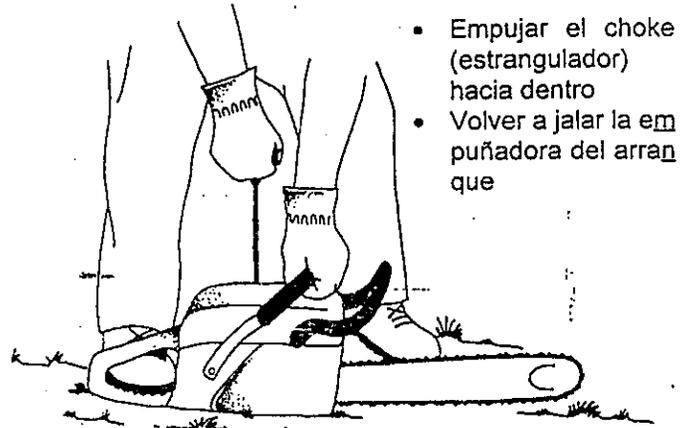
Santa Cruz, Bolivia
1997

Impreso en Editora EL PAIS
Dirección: Cronenbold 6
Tel. 343996 - Fax 333567
Santa Cruz - Bolivia

Impreso en Bolivia - Printed in Bolivia

Motosierra El arranque en frío

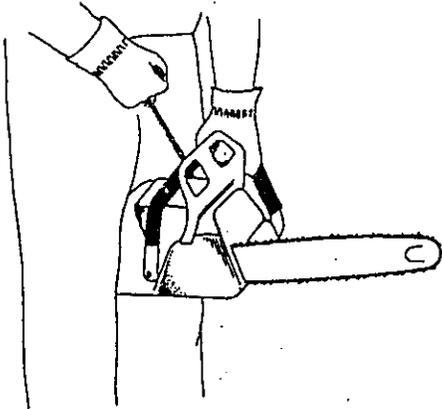
- Mover el interruptor de encendido a la posición on
- Extraer el choke (estrangulador, ahogador)
- Apretar el acelerador y meter el botón de arranque
- Colocar la motosierra en el suelo y poner el pie derecho en la manija trasera o sostener la motosierra y prensar la manija trasera entre las piernas
- Oprimir la válvula de descompresión (arranque fácil)
- Jalar fuertemente con la mano derecha la empuñadura del arranque
- Seguir intentando el arranque hasta que el motor produzca el sonido de arranque



Técnica de Corta Dirigida

El arranque en caliente

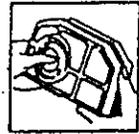
- Mover el interruptor de encendido a la posición on
- Apretar el acelerador y meter el botón de arranque
- Colocar la motosierra en el suelo y poner el pie derecho en la manija trasera o sostener la motosierra y prensar la manija trasera entre las piernas
- Oprimir la válvula de descompresión (arranque fácil)
- Jalar fuertemente con la mano derecha la empuñadura del arranque hasta el encendido



Técnica de Corta Dirigida

Mantenimiento diario

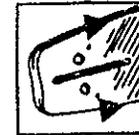
- ① **Filtro de aire:** Limpiar el filtro de aire, lavar con combustible. Filtro de aire con fieltro no se debe lavar con combustible, limpiar con cepillo plástico
- ② **Máquina:** Quitar la suciedad
- ③ **Agujeros de alimentación de aceite:** Sacar la suciedad de los agujeros de alimentación de aceite de la espada
- ④ **Ranura de la espada (riel):** Quitar la suciedad
- ⑤ **Ajuste de cadena:** Comprobar el tensado de la cadena
- ⑥ **Combustible/Aceite de cadena:** Llenar los tanques: Primero el de aceite, segundo el de combustible



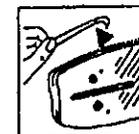
①



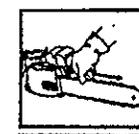
②



③



④



⑤



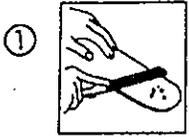
⑥

3

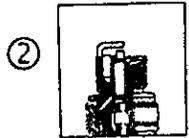
Técnica de Corta Dirigida

Mantenimiento semanal

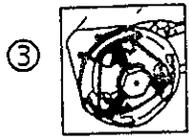
Además de los trabajos de mantenimiento diario y ajustar todos los tornillos visibles se debe hacer lo siguiente:



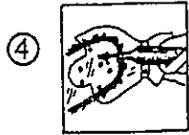
① **Espada:** Limar la ceja que se forma sobre el borde de las rieles pasando la lima recostada en la parte ancha de la espada



② **Bujía:** Limpiar la bujía, controlar el juego de electrodos con un calibrador



③ **Cojinete de agujas del embrague:** Engrasar el cojinete de agujas



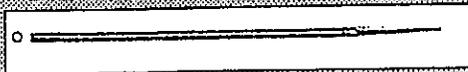
④ **Punta de espada (si es de piñón):** Engrasar los orificios de la espada

Técnica de Corta Dirigida

Cadena Ángulos en los 3 tipos de dientes	Diente			Ángulo ataque 
				
Diente cuadrado RAPID SUPER	7	7	7	80°
Diente semicuadrado RAPID MICRO	7	7	7	85°
Diente redondo RAPID STANDARD	7	7	7	90°

Técnica de Corta Dirigida

Diámetro de la lima redonda



Paso de la cadena en pulgadas	Para dientes de cadena nuevos hasta medio uso	Para dientes de cadena de medio uso hasta desgastados
0.404"	7/32" (5,5mm)	13/64" (5,2mm)
3/8"	13/64" (5,2mm)	3/16" (4,8mm)
0.325"	3/16" (4,8mm)	4/22" (4,6mm)

Rebaje del regulador de profundidad (aserrinero)

Cilindrada del motor	Rebaje para madera dura (mm)	Rebaje para madera suave (mm)
Cilindrada alta	0,75	1,00
Cilindrada mediana	0,65	0,90
Cilindrada pequeña	0,50	0,75

Paso de la cadena

Regla de conversión:	Un poco más de 10 mm = 0.404"
	Un poco más de 9 mm = 3/8"
	Un poco más de 8 mm = 0.325"

Las técnicas de trabajo

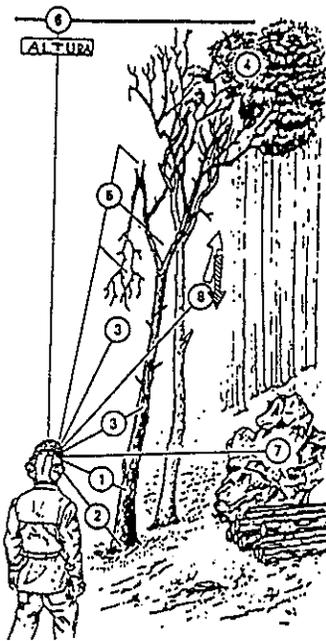
- Cuando trabaje piense en la actividad a realizar
- Trabaje relajado y sin tensión
- Trabaje a un ritmo constante
- Actúe contra el cansancio
- Tenga cuidado con su espalda

Planificación del trabajo

Para planificar el trabajo se deben definir los siguientes puntos:

- Productos
- Dirección de transporte
- Dirección de calda
- Inicio y dirección de trabajo
- Secuencia de trabajo
- Medios de arrastre
- Contrato
- Medidas de seguridad
- Lugar protegido para personas y herramientas
- Métodos especiales de apeo
- Atención médica (primeros auxilios)

Evaluación del árbol por talar



- ① Especie, grosor del árbol
- ② Pie del árbol
- ③ Forma del fuste
- ④ Copa, palca
- ⑤ Ramas
- ⑥ Altura del árbol
- ⑦ Alrededores del árbol (obstáculos)
- ⑧ Zona despejada

Definición de la dirección de caída

Para determinar la dirección de caída hay que tomar en consideración:

- La protección personal
- La protección del árbol por cortar
- La protección de los otros árboles y de la regeneración
- La dirección de arrastre y transporte por carretera
- Facilidad de preparación de los productos

Técnica de Corta Dirigida

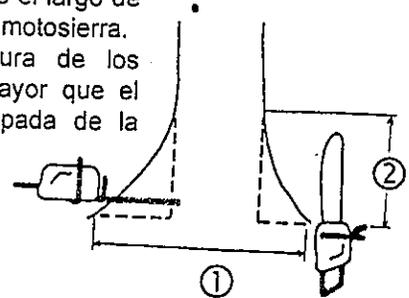
Método de apeo normal

Cuando el árbol no presenta problemas y el peso está equilibrado

Eliminación de los aletones (garrones)

En los siguientes casos, los aletones se cortan cuando el árbol está todavía parado.

- ① Cuando el grosor de la base del árbol (incluyendo los aletones) es dos veces más grande que el largo de la espada de la motosierra.
- ② Cuando la altura de los garrones es mayor que el largo de la espada de la motosierra.

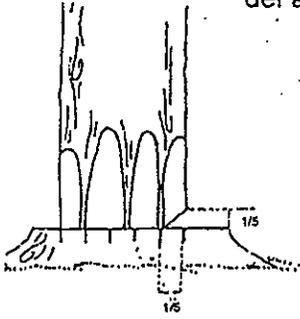


11

Técnica de Corta Dirigida

La boca

Determina la dirección de caída del árbol



- Profundidad: Igual a $\frac{1}{5}$ parte del grosor de la base del árbol
- Relación entre profundidad y altura es igual a 1:1
- Controlar la boca (dirección de caída)

El corte de caída

- Se hace a media altura de la boca

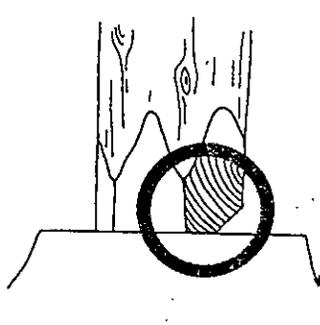
De esta forma:

- Se puede formar un borde de volteo
- Se desprenderán las fibras del tocón y no del tronco

La bisagra

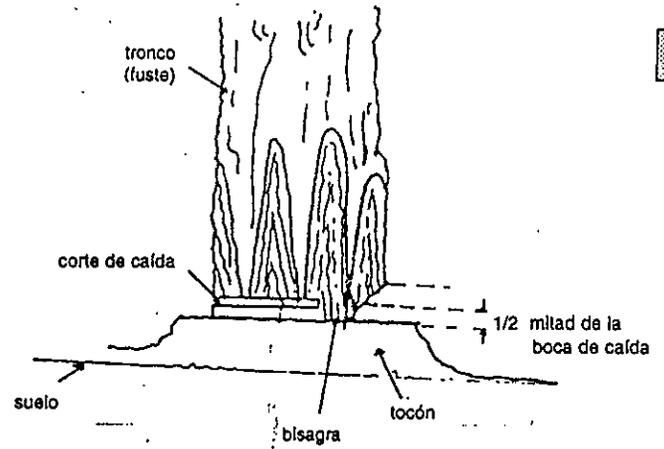
Sirve para guiar, dirigir el árbol durante su caída en dirección de la boca. Para determinar el ancho de la bisagra se debe saber:

- El grosor del árbol
- La distribución de peso del fuste y del árbol
- La dirección de las fibras (hilos) de madera en la zona de la bisagra
- La dirección o posición de los aletones en la zona de la bisagra
- La especie (mara, cedro, etc)



Técnica de Corta Dirigida

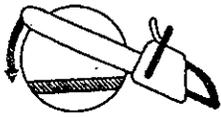
13



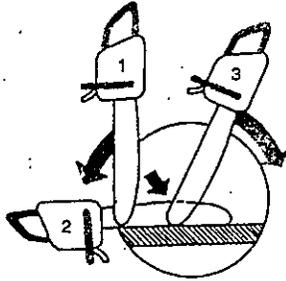
Técnica de Corta Dirigida

Tipos de corte de caída

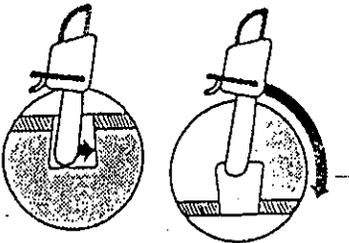
- ♦ **Corte en abanico**
se emplea cuando el largo de la espada es mayor al grosor del árbol



- ♦ **Corte en abanico tirado**
Se emplea cuando el largo de la espada es menor al grosor del árbol



- ♦ **Corte corazón**
Se emplea cuando el grosor del árbol es dos veces mayor al largo de la espada

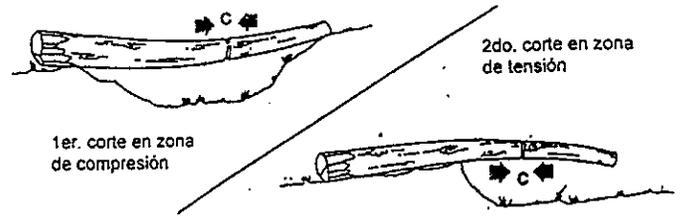


Técnica de Corta Dirigida

Regla general:

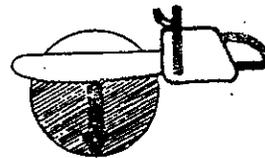
El troceo

- ♦ Cortar en la zona de compresión (C) lo máximo posible hasta que el corte empiece a cerrarse



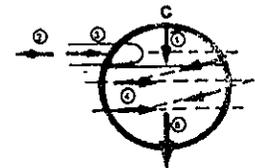
Sin tensión

- ♦ Corte vertical simple



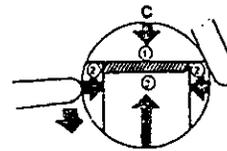
Fuerte tensión

- ♦ Corte de prensa



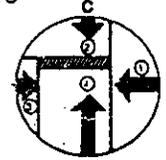
Ligera tensión

- ♦ Corte circular



Troceo de árboles gruesos

- ♦ Primero reducir el diámetro



Técnica de Corta Dirigida

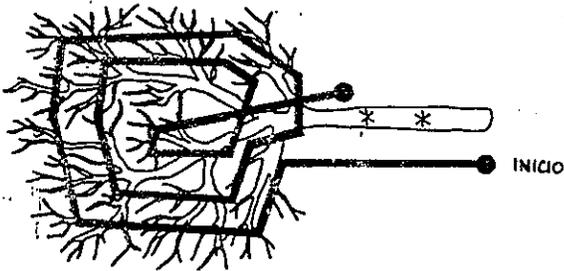
Reglas para desramar árboles con motosierra

Desrame

- Ritmo de trabajo (constancia, calma y prevención de trabajo por hacer)
- Posición del cuerpo (columna recta)
- Posición correcta de trabajo (piernas abiertas y rodillas ligeramente dobladas, motosierra encima de troza)
- Mover la motosierra como una palanca
- Seguridad en el trabajo

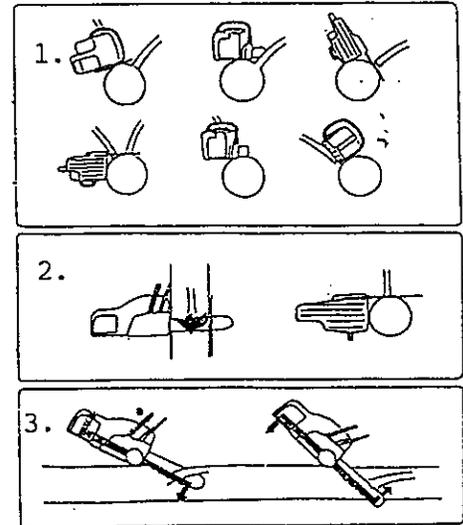
Técnica de desrame de copas grandes

- Desramar el árbol de la base del tronco hacia las ramas
- Cortar las ramas de forma circular de afuera hacia adentro de la copa hasta llegar al centro



Técnica de Corta Dirigida

Técnica más común: zig-zag con la motosierra a lo largo de la troza



1. Inclinarse la motosierra antes de cortar las ramas que van en dirección contraria a la que se está moviendo la motosierra.
2. Llevar la motosierra perpendicularmente sobre el tronco antes de inclinarla.
3. La motosierra debe funcionar como una palanca.

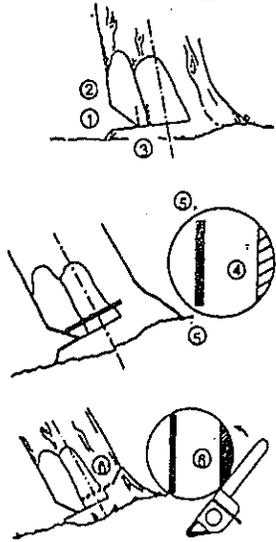
Técnica de Corta Dirigida

Métodos especiales de apeo

Para árboles fuertemente inclinados hacia la dirección de caída usar el **Método del corte de punta**

El procedimiento de trabajo es:

- Retirar a la gente de la zona de caída
- Cortar los garrones en la zona de la boca y a los lados de la bisagra



- ① Realizar el corte de la base de la boca 1/4 parte del grosor del árbol
- ② Realizar el corte superior de la boca a una distancia igual a la profundidad del corte de la base de la boca (relación 1:1)
- ③ Dejar una bisagra igual a 1/10 parte del grosor del árbol
- ④ Hacer el corte de caída (corte de punta) a media altura de la boca
- ⑤ Cortar ligeramente los bordes de la bisagra en ambos lados
- ⑥ Terminar el corte de caída cortando de afuera hacia adentro en un ángulo de 45°

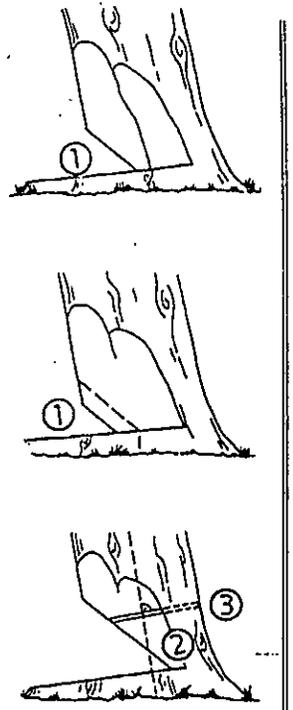
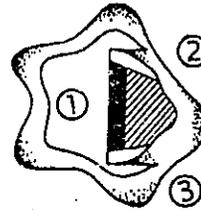
Técnica de Corta Dirigida

Para árboles que están ligeramente inclinados en la dirección de caída usar el **Método de la boca profunda**

El procedimiento de trabajo es:

- Retirar a la gente de la zona de caída
- Cortar los garrones en la zona de la boca y a los lados de la bisagra
- Ampliar la boca por etapas hasta llegar más allá de la médula o corazón
- Hacer el corte de caída a media altura de la boca y en escuadra al eje del árbol

- ① Cortar la boca
- ② Cortar el borde de la bisagra
- ③ Hacer el corte de caída

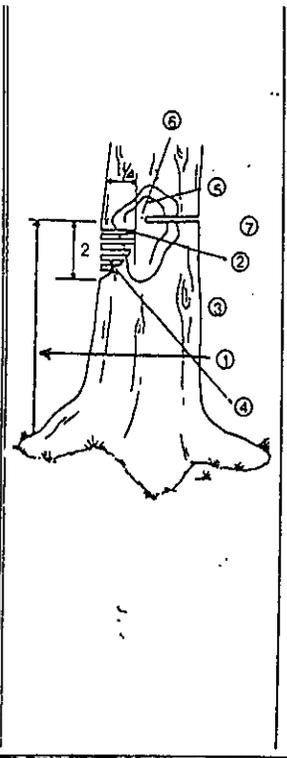


Técnica de Corta Dirigida

Para árboles podridos usar el **Método del árbol podrido**

El procedimiento de trabajo es:

- Retirar a la gente de la zona de caída



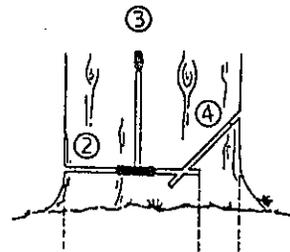
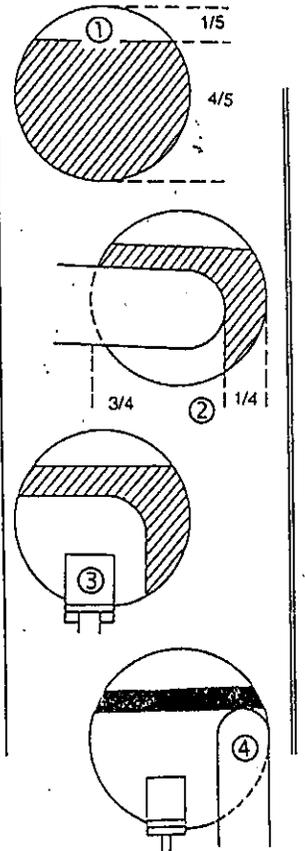
Técnica de Corta Dirigida

- 1 Determinar la altura de la base de la boca (aproximadamente a 1 metro).
- 2 Cortar la base de la boca a 1/4 parte del grosor del árbol para controlar la profundidad de pudrición
- 3 Marcar por debajo de la base una distancia 2 veces mayor a la profundidad de la base de la boca
- 4 Cortar debajo de la base de la boca realizando hacia abajo varios cortes horizontales de 2 a 3 cm
- 5 Quitar la corteza en la zona de la bisagra
- 6 Marcar el ancho de la bisagra a 1/10 parte del grosor del árbol
- 7 Realizar el corte de caída a 1/10 parte del grosor del árbol y por encima de la base de la boca

Para árboles delgados emplear el **Método de apeo de árboles con diámetros menores**

El procedimiento de trabajo es:

- 1 Cortar la boca en la dirección de caída deseada (1/5 parte del grosor del árbol)
- 2 Cortar 3/4 partes del corte de caída
- 3 Introducir la palanca de apeo en el corte de caída
- 4 Hacer un corte inclinado del otro lado del corte de caída hasta que ambos se unan (con la parte inferior de la espada)

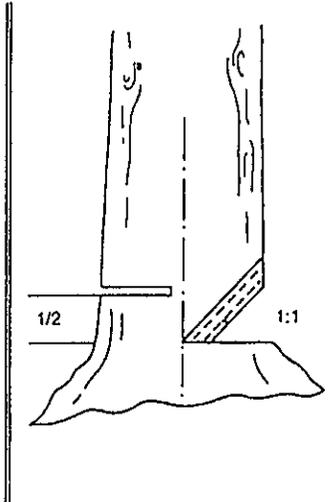


Técnica de Corta Dirigida

Para árboles que no van a caer en su dirección natural, emplear el **Método de la boca ancha**

El procedimiento de trabajo es:

- Retirar a la gente de la zona de caída
- Buscar el lado más grueso del árbol para determinar la zona de la bisagra
- Cortar los garrones del árbol, menos en la zona de la bisagra
- Cortar la base de la boca a 1/4 parte o hasta la mitad del árbol



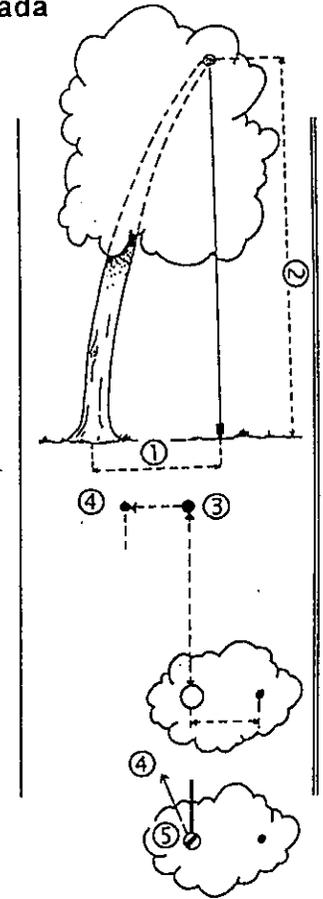
- Realizar el corte superior de la boca a una distancia igual a la profundidad del corte inferior (relación 1:1)
- Iniciar el corte de caída a media altura de la boca
- Poner las cuñas, eventualmente ayúdese con un winche
- Continuar con el corte de caída hasta la marca de la bisagra
- Llevar el peso en la dirección de caída

Técnica de Corta Dirigida

Para árboles inclinados hacia un lado de la dirección de caída deseada

El procedimiento de trabajo es:

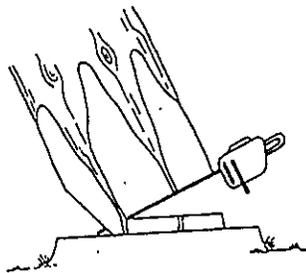
- ① Estimar la desviación
- ② Estimar la altura del árbol
- ③ Establecer el punto de caída deseado (debe ser igual a la altura estimada del árbol)
- ④ A partir del punto de caída deseado, marcar la distancia de desviación de la copa en el lado opuesto a la desviación de la copa
- ⑤ Realizar el método de boca ancha con la boca dirigida hacia el punto de caída de ayuda



Técnica de Corta Dirigida

Método de apeo para árboles atrapados y recostados (árboles hasta 60 cm de diámetro)

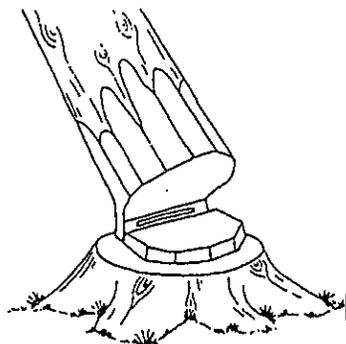
Emplear el siguiente método:



24

- Evaluar el árbol nuevamente
- Determinar la zona de compresión y la zona de tensión
- Cortar el centro de la bisagra (deben quedar de 2 a 5 cm de bisagra en ambos lados)
- Cortar la parte restante de la bisagra con el hacha

- Si es necesario, un punto para que gire el tronco, se corta la bisagra solamente por un lado
- Girar el árbol con el gancho volteador o bajar el árbol con la ayuda de palancas

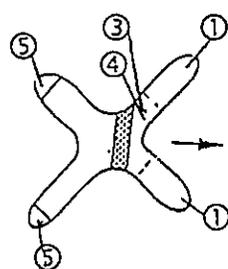
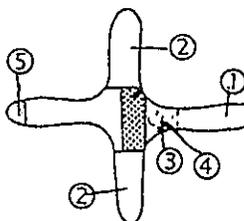
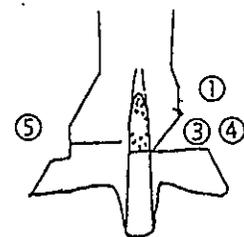


Técnica de Corta Dirigida

Método de árboles con raíces tabulares (garrones)

El procedimiento de trabajo es:

- 1 Cortar las raíces tabulares en la zona de la boca
 - 2 Cortar las raíces tabulares a los lados de la bisagra (no siempre, depende del método de apeo a emplear)
 - 3 Realizar el corte de la base de la boca a una profundidad de las raíces tabulares a los lados de la bisagra y/o debe entrar un poco dentro del tronco mismo
 - 4 Realizar el corte superior de la boca
 - 5 Cortar unos pedazos de los aletones posteriores para trabajar mejor con las cuñas (si fuera necesario)
- Continuar con uno de los métodos anteriormente descritos

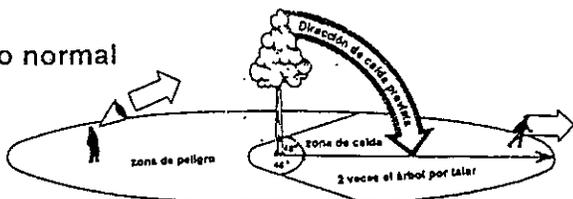


25

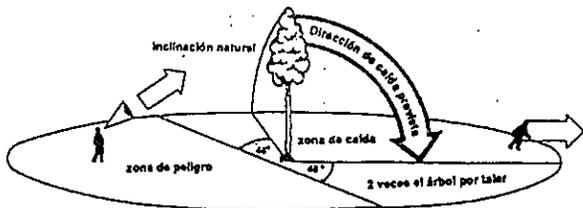
Técnica de Corta Dirigida

Zona de caída y zona de peligro

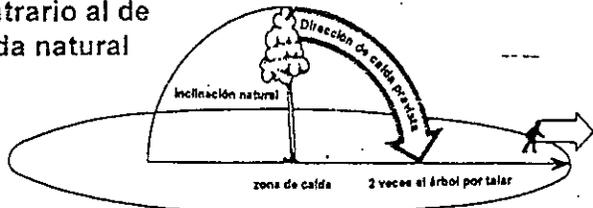
Apeo normal



Zona de caída y zona de peligro con árboles inclinados hacia un lado de la dirección de caída deseada



Zona de caída en el caso de que la dirección de caída del árbol se encuentre en sentido contrario al de caída natural



Técnica de Corta Dirigida

¿EL PACIENTE PUEDE RESPONDER?

Control del funcionamiento del sistema nervioso central



¿EL PACIENTE RESPIRA?

Control del funcionamiento del aparato respiratorio



¿EL PACIENTE ESTA SANGRANDO?

Control del funcionamiento del aparato circulatorio



¿EL PACIENTE ITENE PULSO?

Control del funcionamiento del aparato circulatorio

27

Estado de inconciencia pero respira

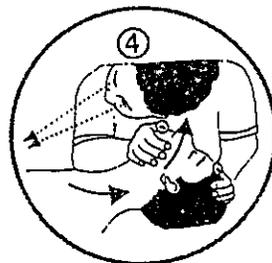
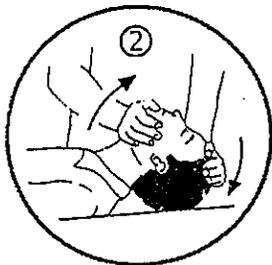
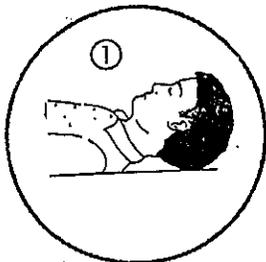
- Colocar el paciente en posición lateral



Técnica de Corta Dirigida

Estado de inconciencia y respiración imperceptible

- Soplar rápidamente 10 veces en la nariz, permitiendo al paciente respirar entre soplos.
- Luego seguir soplando en la nariz a un ritmo más lento de aproximadamente 15 soplos por minuto, lo que corresponde al ritmo normal.

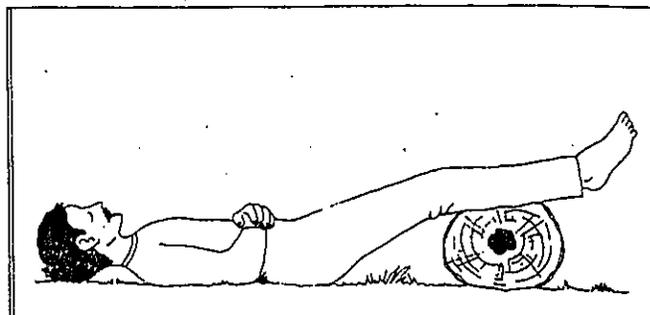


Técnica de Corta Dirigida

Estado de choque

Síntomas:

- Piel pálida y húmeda
- Sudoración fría
- Pulsación rápida pero poco palpable (más de 100 pulsaciones por minuto)
- Ansiedad e inquietud
- Respiración débil
- Náuseas o vómitos
- Confusión mental
- Insensibilidad
- Empeoramiento paulatino del estado de conciencia y de estado general



Colocar al paciente en esta posición

Técnica de Corta Dirigida

Heridas al pecho (hemorragias internas)

Síntomas:

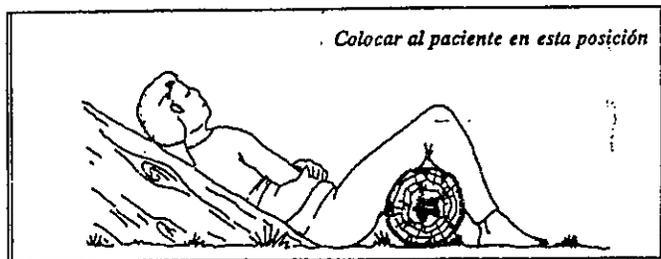
- Expectoración sanguinolenta (toser con sangre)
- Quejido respiratorio
- Dificultad al respirar, sofocación



Heridas en el abdomen (hemorragias internas)

Síntomas:

- Vómito de sangre de color oscuro



Técnica de Corta Dirigida



IV ARRASTRE Y TRANSPORTE

Arrastre es el término aplicado para el transporte de troncos o árboles, mientras las mismas están en forma parcial o total en el suelo. Es una función particular influida tanto por la longitud del árbol como por el sistema de sacar. El arrastre normalmente es aplicado desde la zona del tocón hasta el lugar en el camino o la carretera, donde se depositan los troncos para su posterior transporte al lugar de destino.

Factores que Determinan el Nivel de Mecanización en Operaciones Forestales

Factores del terreno

- Altura sobre el nivel del mar ✓
- Temperatura ✓
- Precipitación ✓
- Pendiente ✓
- Características del suelo (permeabilidad, drenaje, resistencia) ✓

Factores forestales

- Volumen por hectárea (cosecha en m^3 por año y hectárea)
- Diámetro y peso de las troncos ✓

Factores Sociales

- Mano de obra (habilidad, experiencia, motivación) ✓
- Situación de empleo ✓
- Salarios ✓

Transporte Forestal con Tractores

Tractores de Ruedas

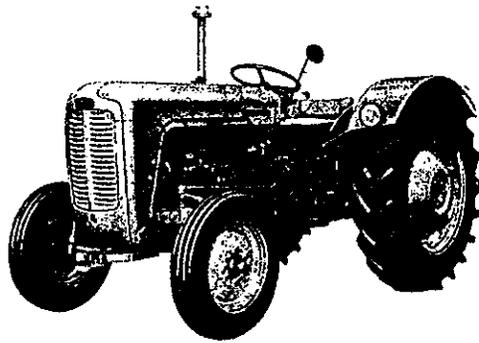
Los tractores de ruedas pueden ser de los siguientes tipos:

- Tractor agrícola
- Tractor forestal o skidder
- Tractor transportador o forwarder

Los forwarder generalmente están equipados con grua. Prácticamente todos los tractores trabajando en el arrastre de troncos están equipados con huinche. En Europa se prefiere huinches de dos tambores y dos cables con control remoto.

Tractores Agrícolas

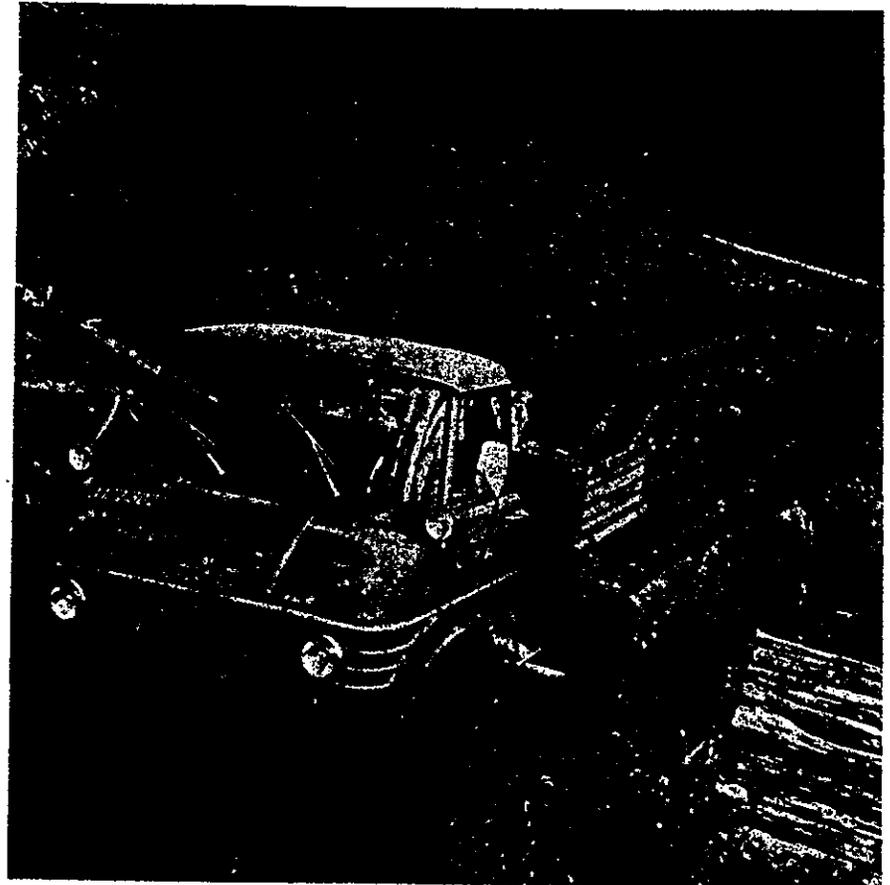
Los tractores agrícolas pueden tener dos o cuatro ruedas motrices. En el primer caso, las ruedas traseras o tractoras son más grandes que las ruedas delanteras o directrices. El gran diámetro de las ruedas traseras tiene mucha importancia, puesto que evitan que el tractor sea obstaculizado por algún accidente del terreno durante la marcha, además, ejercen menos presión sobre el suelo debido a que el peso de la máquina está repartido en una mayor superficie de contacto.

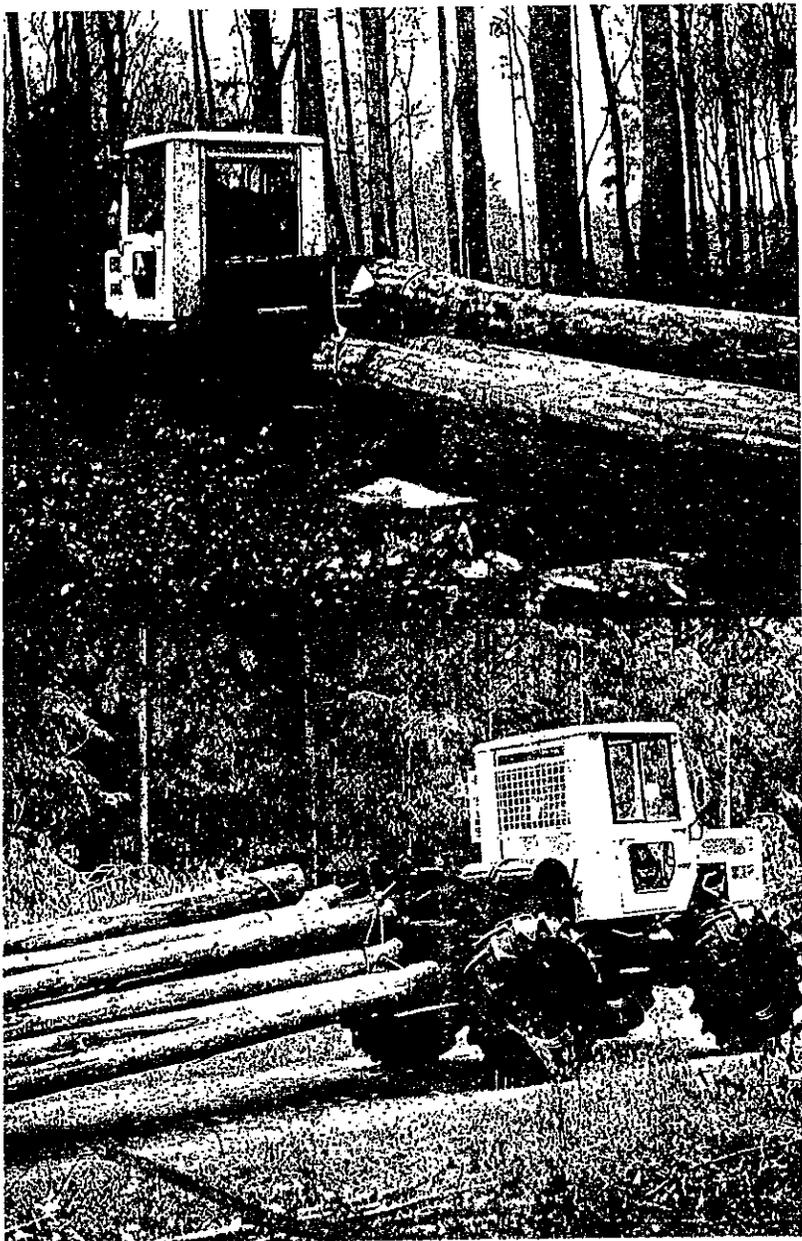


En forma general este tipo de tractor con tracción única en el eje trasero no da muy buenos resultados en terrenos difíciles. Tracción doble mejora los resultados y facilita mucho la maniobrabilidad.

El mejor resultado dan tractores de doble tracción y con el mismo tamaño en las 4 ruedas. Esos tractores están disponibles,

equipados con sofisticados implementos para cualquier tipo de trabajo forestal (Unimog, MB-Track):



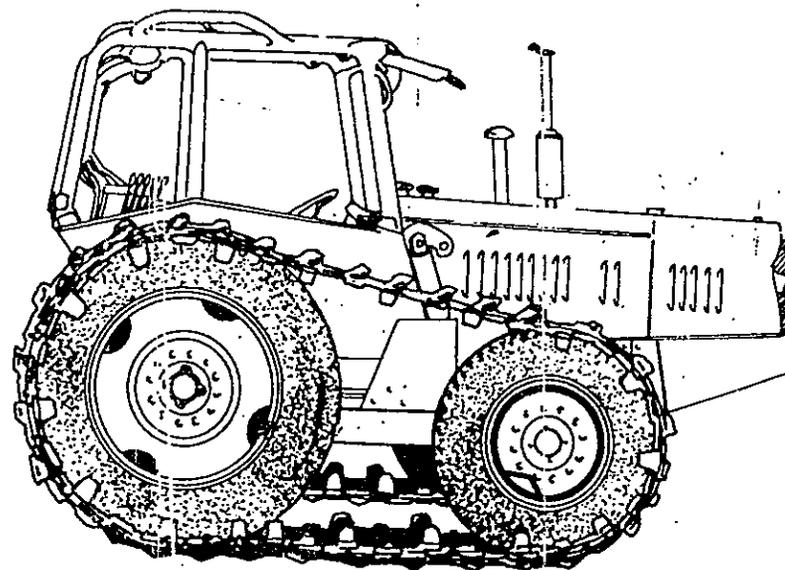


Tractores con Bandas de Caucho, Metálicas o Semi-Oruga

Este tractor es similar al de orugas metálicas. Consta de una banda de metal y/o de caucho, que se coloca entre las ruedas traseras y una rueda neumática auxiliar, o bien, entre las ruedas delanteras y traseras.

La conducción se realiza frenando la rueda inferior al efectuar el giro.

Este sistema aumenta en un gran porcentaje la fuerza de tracción en comparación con el tractor agrícola y disminuye en gran escala la presión sobre el suelo.



Tractores forestales (Skidder)

Estas máquinas transportan la madera arrastrándola sobre el suelo.

La mayoría de estas máquinas están provistas de un arco integral para facilitar que el extremo delantero de la troza sea levantado en la operación de arriastre. La capacidad de arrastre varía con la potencia del motor y oscila entre 1 y 20 toneladas. La potencia del motor varía según modelo de 50 a 500 HP.

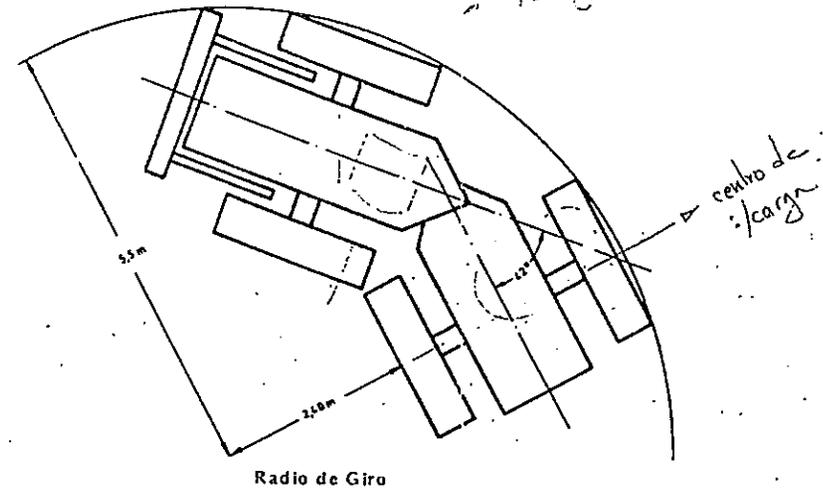
El desarrollo de los tractores articulados se hizo sentir después de la Segunda Guerra Mundial, especialmente en Norteamérica. Al iniciarse el reemplazo de la fuerza animal para el deslizamiento y arrastre de la madera, se pensó primero en tractores oruga los que empezaron a ser desplazados, en bosques de menores dimensiones, por tractores de ruedas debido a limitaciones que presentaban en cuanto a velocidad y economía de operación. El tractor agrícola, sin embargo, no resiste las duras condiciones de la explotación forestal y, además, no es tan maniobrable como lo desearía el maderero. Comenzó así, el estudio de una máquina más resistente y de mayor movilidad con ruedas neumáticas.

Una vez en uso los sistemas hidráulicos ya no era difícil la construcción de la dirección articulada. El principal mérito que presenta la dirección articulada es la posibilidad que tiene de serpentear (paso de pato) y salir de surcos sin mover la máquina hacia adelante o hacia atrás.

El tractor articulado está constituido por dos mitades de chasis unidas por un pasador central, que permite un desplazamiento de aproximadamente 42° con respecto al eje longitudinal.

Las ventajas que presenta este sistema son que permite un pequeño radio de giro de más o menos 5,5 m y que las ruedas traseras siguen exactamente las huellas de las ruedas delanteras, pudiendo la máquina salvar con facilidad los obstáculos del terreno, como ser tocones, piedras y ramas.

Todas las partes de los skidder son diseñados y fabricados con una estructura resistente y reforzada para soportar el trabajo pesado en el monte, fuera de la carretera.



Radio de Giro

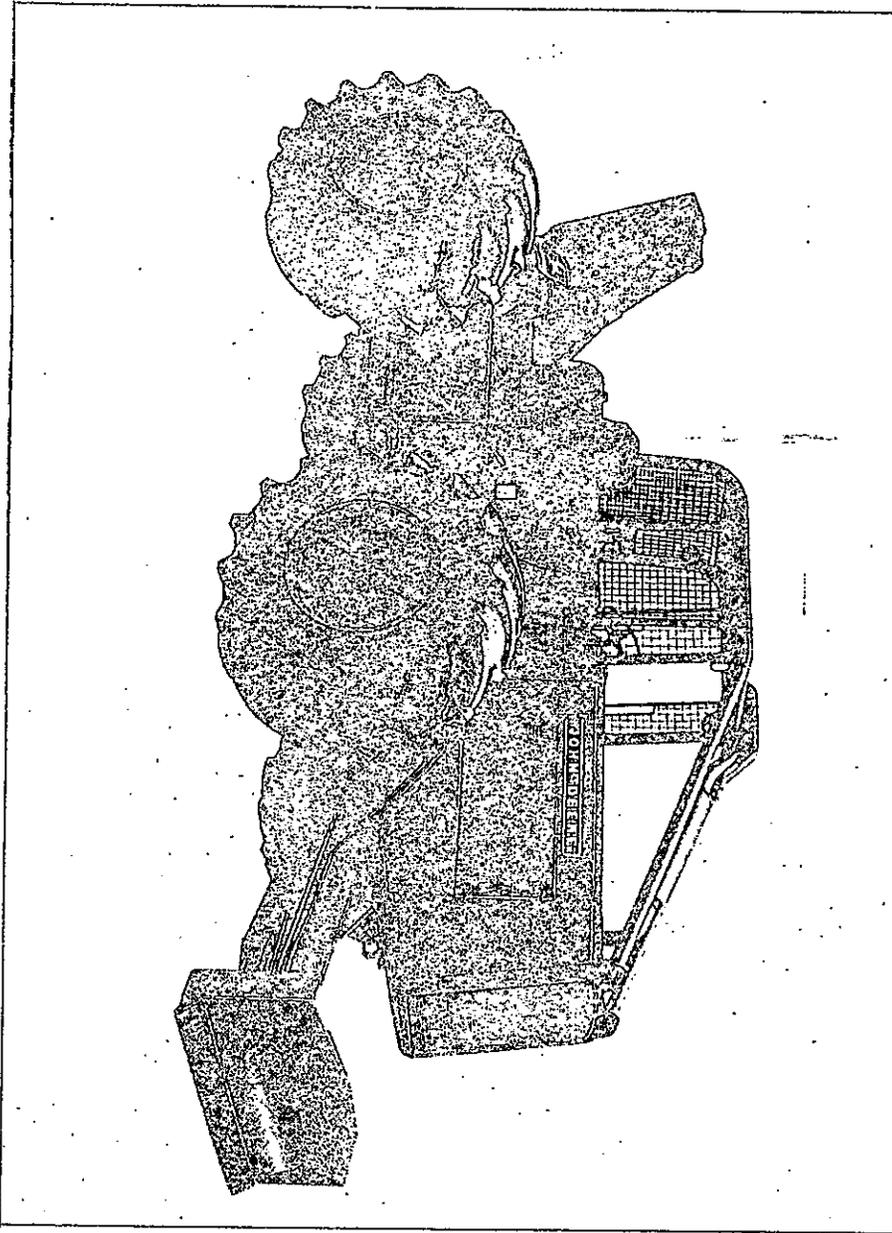
La solidez de la cabina de protección es tal que es capaz de soportar el peso del tractor en caso de volcarse. En los tractores articulados las 4 ruedas siempre son del mismo tamaño.

Distribución del Peso

El peso total de estos tractores fluctúa entre 2.000 y 10.000 Kg. La repartición del peso generalmente es entre 60-70% adelante y 30-40% atrás. El eje delantero soporta el motor, la caja de cambios o el convertidor de torque, la pala y, en algunos casos, la caja de transferencia o el powershift, el tanque de combustible y la cabina.

El eje trasero soporta el huinche, el arco maderero, y a veces, la caja de transferencia o el powershift. Cuando el tractor está sin carga el centro de gravedad está justo en el eje delantero y se desplaza hacia el punto en que está situado el asiento de conductor cuando se carga.

Aunque los tractores articulados tienen una estabilidad superior a los tractores agrícolas tradicionales, existe un instante en que dicha estabilidad baja en forma notoria. Esta condición se manifiesta al efectuar un giro pronunciado. La razón está en que se produce una disminución de la base de sustentación de la



máquina al efectuar dicho giro.

Motor

Generalmente los skidder son propulsados por motores diesel de 4 tiempos.

La experiencia indica que para faenas en plantaciones se requieren máquinas con motores de 50 a 80 HP. Para faenas de explotación de árboles de mayores dimensiones en el bosque nativo es aconsejable usar máquinas que tengan una fuerza mayor a los 80 HP.

Articulaciones

La articulación central y el sistema de tren delantero oscilante están diseñados para resistir grandes esfuerzos. Este tipo de chasis permite una mayor adaptación de la máquina a las condiciones irregulares del terreno.

Dirección

La dirección de los tractores articulados, no es del sistema común, el cual dirige las ruedas delanteras en la dirección deseada, sino mediante el sistema hidráulico de la articulación central, toda la parte delantera del tractor se traslada hacia la dirección requerida.

El ángulo de las ruedas con el chasis es inmovil.

La ventaja que presenta este sistema, es que con la ayuda de la dirección, el tractor salva prácticamente todos los obstáculos en terrenos accidentados, lo que no puede hacer un tractor corriente. Este sistema de dirección permite usar neumáticos de gran tamaño, que facilitan el desplazamiento del tractor.

El mando de la dirección puede ser un volante o una palanca que acciona el sistema hidráulico. La mayoría de los tractores de construcción más moderna tienen un sistema de dirección con dos cilindros de doble efecto que unen las dos mitades de chasis. Estos dos cilindros son responsables del giro hacia ambos lados.

Sistema de Transmisión

El sistema de transmisión mecánica de estos tractores está compuesto por una caja de cambios de 4 a 5 velocidades sincronizadas; una caja de transferencia de dos velocidades y un sistema de diferenciales trasero y delantero. En los extremos de los ejes, se efectúa la reducción final mediante un sistema de engranajes planetarios.

La caja de cambios puede tener un sistema inversor que permite en algunos casos, usar las mismas marchas hacia adelante o hacia atrás.

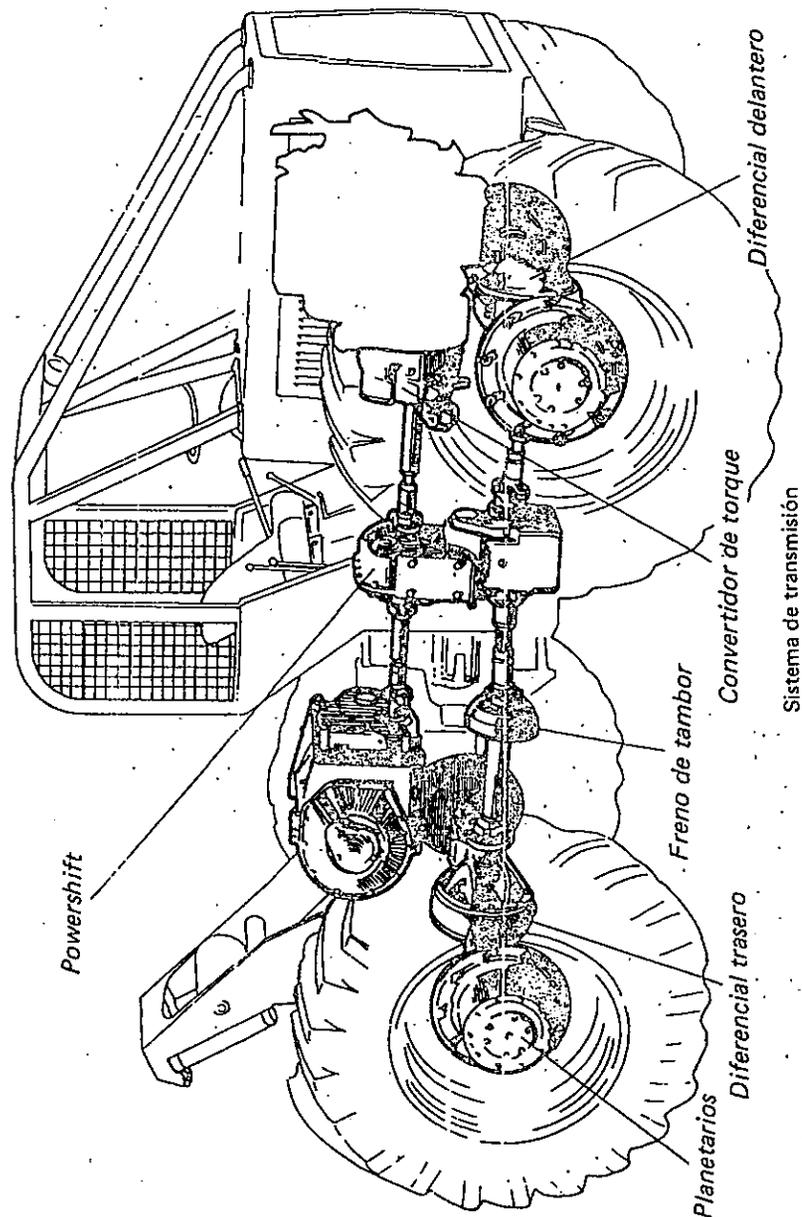
En las máquinas de construcción más reciente el sistema mecánico ha desaparecido dando paso a sistemas de transmisión automática. En éstos se ha reemplazado la caja de cambios por un dispositivo llamado convertidor de torque y la caja de transferencia por otro llamado powershift.

El convertidor de torque realiza la misma función que una caja de cambios de engranajes. Recibe una determinada potencia en un extremo y entrega la misma potencia, pero a menor velocidad en el otro extremo. La diferencia radica en que la transmisión del torque se hace por medio del flujo hidráulico, lo cual se traduce en una mayor suavidad de operación y un mejor aprovechamiento de la potencia que entrega el motor.

El powershift o transmisión automática, es una caja de transmisión de engranaje constante en la que las marchas se obtienen a través de embragues accionados hidráulicamente por medio de válvulas que se abren o cierran al mover la palanca de mando.

La operación de la máquina con transmisión automática es mucho más simple que la mecánica, debido a que no existe el embrague y sólo hay cuatro posibilidades de marcha:

- 1 alta
- 2 baja
- 3 neutro
- 4 marcha atrás



A veces existe en los diferenciales un sistema automático de bloqueo.

El sistema automático de bloqueo llamado *no spin*, funciona en el caso que una de las ruedas patine o sea obstaculizada. Se bloquean los diferenciales automáticamente y comienzan a trabajar las dos ruedas en forma solidaria.

Pala Frontal

Es un accesorio típico de los tractores articulados. Montada en el eje delantero o el chasis, es accionada hidráulicamente por dos cilindros de doble efecto. La pala está diseñada para apilar las trozas, pero sirve también para despejar las vías de acceso y mover obstáculos.

El tractor debe trabajar siempre con la pala en alto y durante el estacionamiento apoyarla en el suelo.

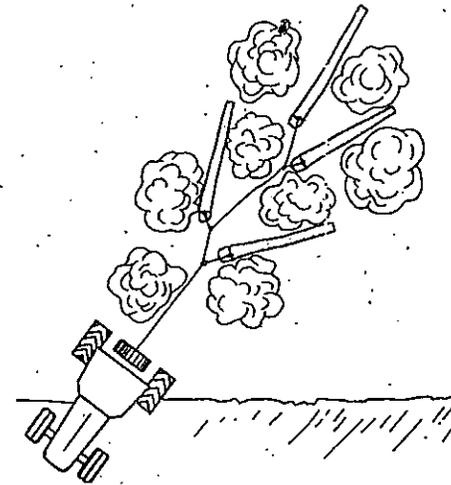
La pala tiene suficiente fuerza para levantar todo el tren delantero del tractor.

Huinche

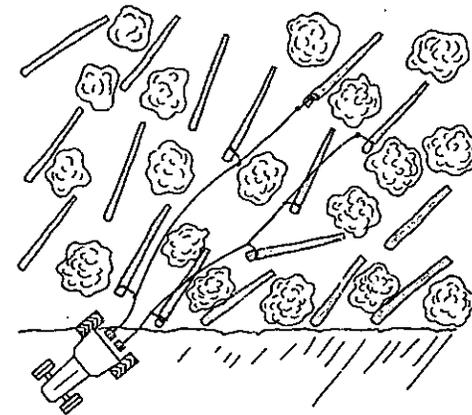
El huinche está montado en el tren trasero. Funciona mediante una toma de fuerza que sale de la parte superior de la caja de transferencia o de la transmisión automática o es directamente accionado por el convertidor de torque. La capacidad de enrollado es variable y depende también del diámetro del cable.

Especialmente modelos de tractores fabricados en Europa están equipados con dos huinches de acuerdo a las necesidades de trabajo de esos países.

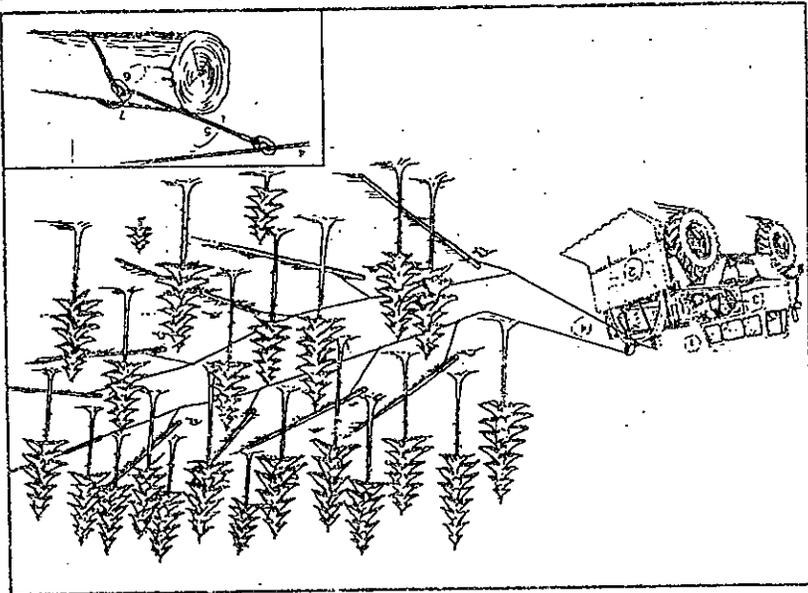
Los huinches de los tractores articulados tienen una velocidad de embobinado de 25 a 120 m/min. de acuerdo a sus características específicas.



Choker con un Cable



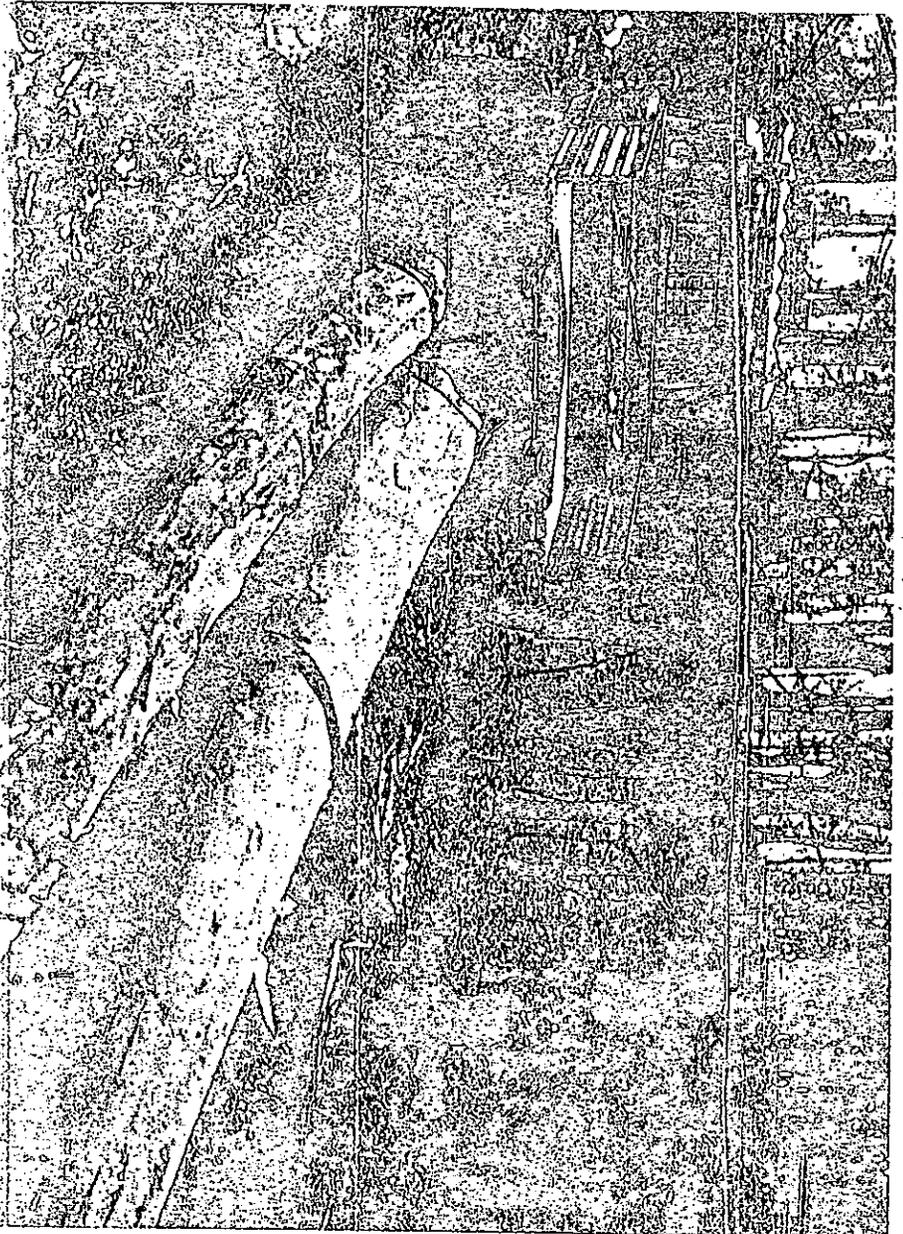
Choker con Huinche de Tambor Doble



En el arrastre mediante sistema de choker hay que prestar especial atención para talar los árboles con orden estricto hacia los caminos de arrastre para facilitar el trabajo y proteger el bosque restante.

Del tractor (1) con equipo de arrastre para madera delgada (2) se lleva los dos cables (4) saliendo del huínche doble (3) hasta los troncos más lejos. Con el choker cable (5) se amarra el tronco introduciendo el gancho deslizante (6) por el lazo (7).

El otro gancho deslizante se engancha luego en el cable del cabrestante (4). Al accionar el cabrestante (3) se enrollan los dos cables y los troncos se juntan en forma de haz.



Cables

Un cable de acero está formado por el alma, torones y alambres de acero. (Para mayor detalle vease Maquinaria Forestal Alemán/Weik).

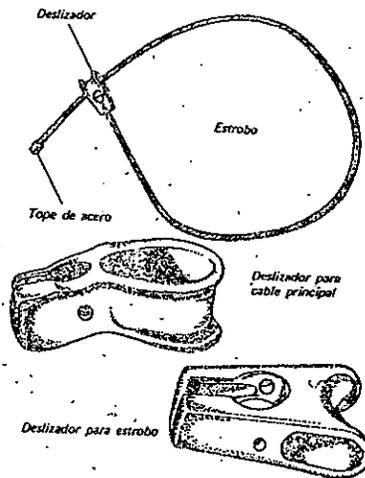
El diámetro del cable depende de la potencia del huinche. El largo del cable depende del diámetro del tambor, pero siempre debe ser lo más largo posible.

Los tractores en Europa emplean cables de 8 mm de diámetro con 80 hasta 120 m de largo. Para el trópico se aconseja cables de 12 mm - 24 mm de diámetro con 40 hasta 80 metros de largo.

Estrobo

Son los elementos indispensables para el trabajo de extracción del tractor.

Existen varios tipos. El más común es aquel formado por un cable cuyo largo depende de la clase diamétrica promedio del bosque, un deslizador y un tope de acero en cada extremo del cable.



El tope de un extremo se engancha en el deslizador para amarrar el árbol; el otro tope se engancha en uno de los deslizadores del cable principal.

Otro tipo de estrobo es el que posee un gancho especial para acoplar al cable de tracción.

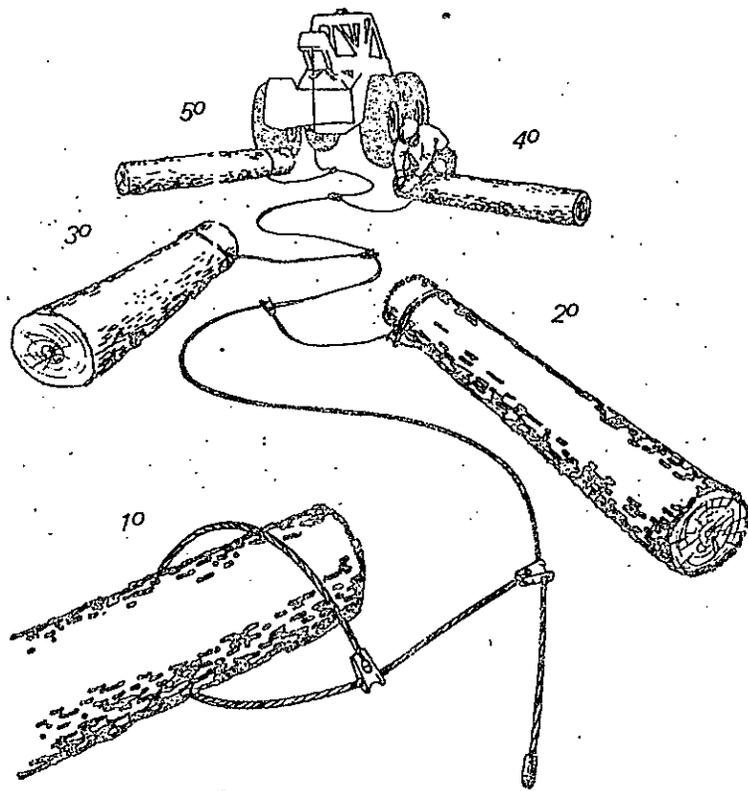
El número de deslizadores del cable principal y estrobo depende de la clase diamétrica del bosque y del número promedio de árboles o trozos a estrobar por viaje.

Los estrobo se colocan en los árboles por extraer antes que el tractor llegue a la zona de carga. El estrobero debe elegir los árboles considerando la dirección de salida, que el árbol esté libre de otros y que el peso de la carga no sea mayor de lo que el tractor puede transportar.

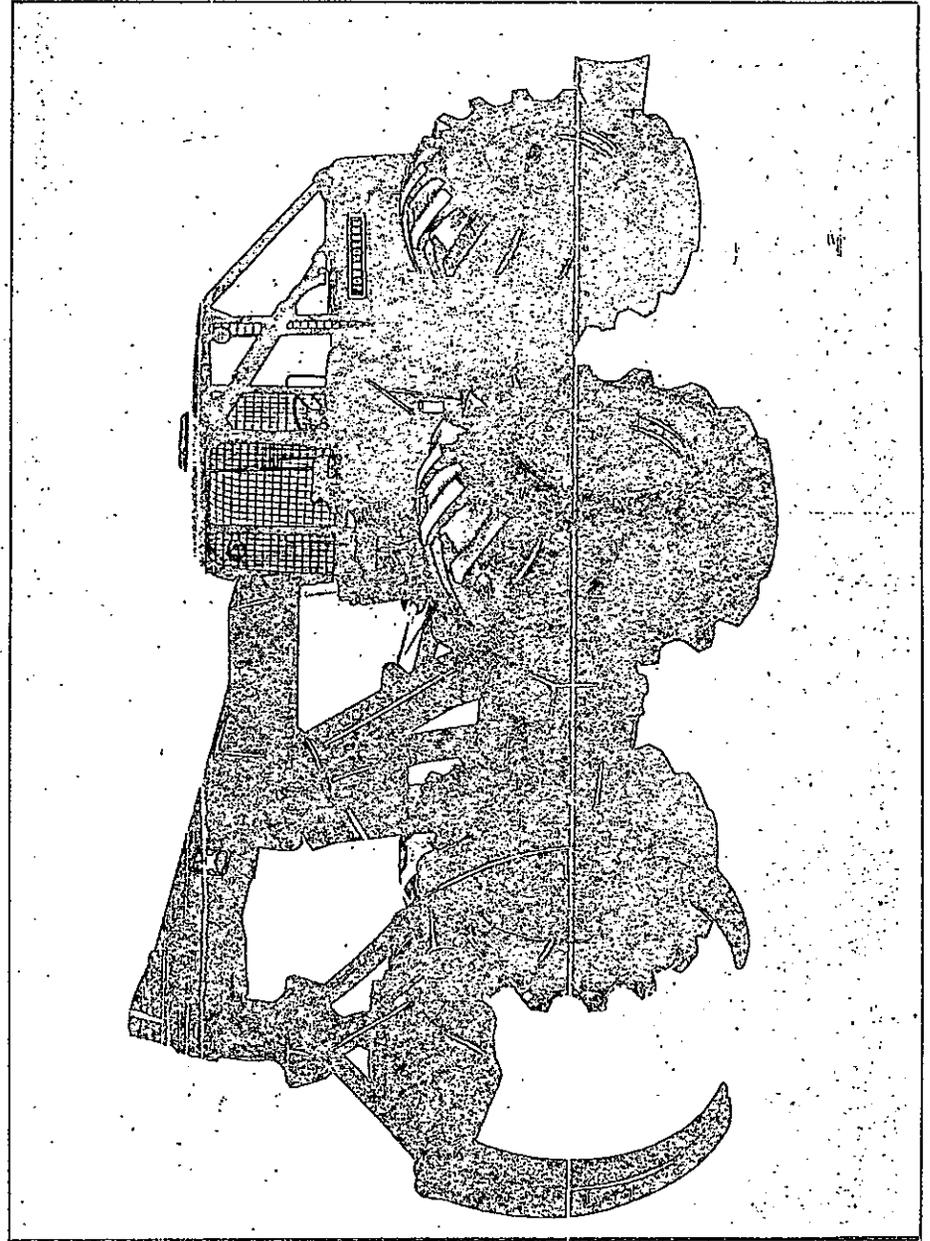
El estrobero indica al tractorista la mejor posición para recoger la carga y salir con ella. Una vez ubicado el tractor el estrobero procede a debobinar el cable y a enganchar los árboles o trozos previamente estrobados, desde el más lejano al más cercano cuidando de no formar ángulos muy agudos ya que esto produce desgastes del cable. Una vez enganchados los troncos, el estrobero da la señal para enrollar el cable.

El operador acercará la carga al escudo protector y luego la levantará hasta dejar el extremo suspendido del arco, para iniciar el viaje cargado.

Para variar el trabajo en Europa se practica un sistema en el cual el maquinista y el estrobero se cambian en la tarea.

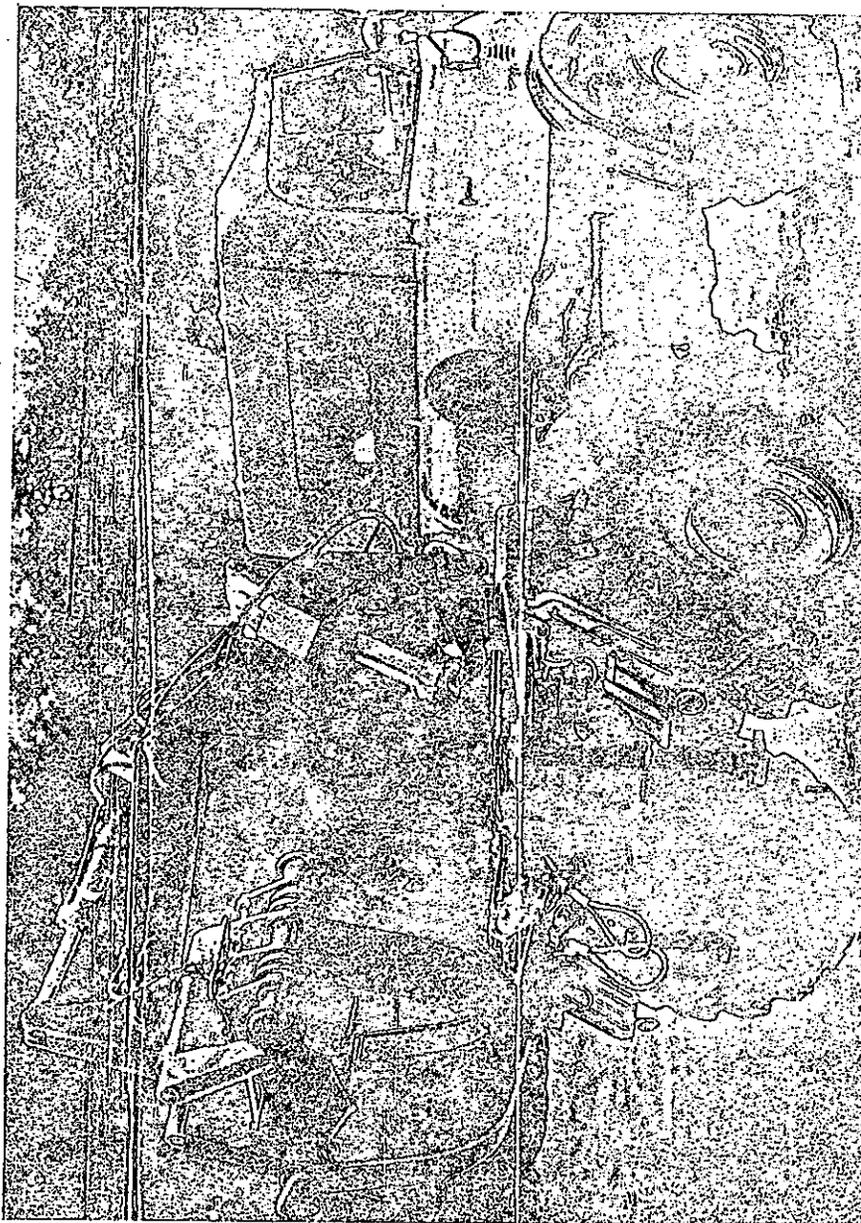


ORDEN DE ESTROBADO



En los últimos años se han diseñado tractores arrastradores con tenazas especiales para sujetar las trozas en lugar de emplear estrobos (Grapple Skidder). Esos tractores no están equipados con huinche; o solamente con un huinche auxiliar. La tenaza tiene la ventaja que la operación de amarrar y desamarra se realiza muy rápido y sin descender de la máquina por parte del operador. Una desventaja grande constituye que el tractor tiene que avanzar hasta el tronco para poder agarrarlo con la tenaza. Por este motivo los tractores con tenaza no pueden trabajar en raleos sino principalmente en rodajes de tala rasa o en el monte con una senda preparada hasta cada uno de los troncos.

Generalmente el Grapple Skidder solamente lleva un tronco.



Tractor Transportador (Forwarder)

Con estos tractores la carga no-se transporta arrastrándola sobre el suelo, sino la carga es totalmente soportada por la máquina.

Debido a su mayor velocidad el forwarder puede operar económicamente a distancias superiores a las que operan los tractores arrastradores.

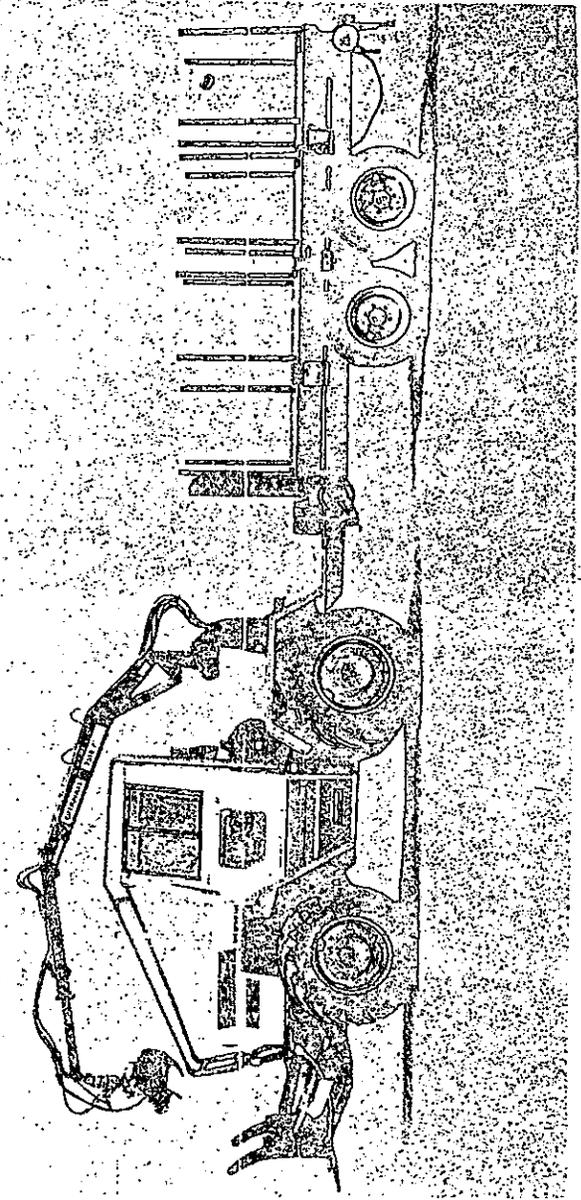
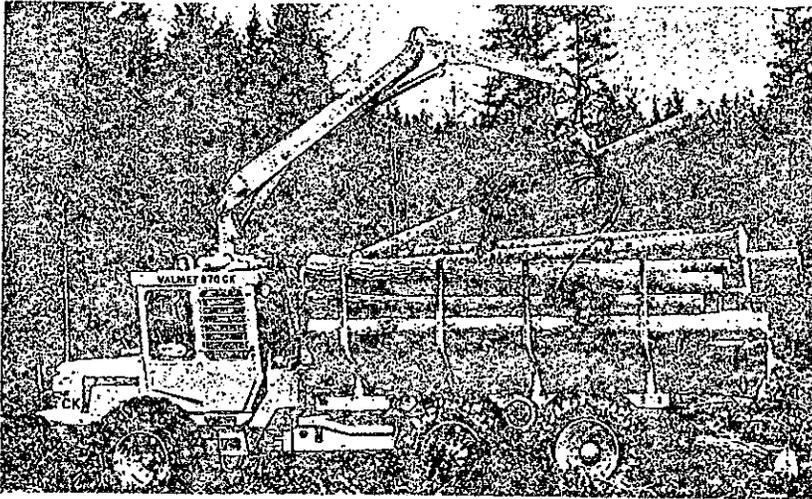
La mayoría de los forwarder vienen dotados de una grúa hidráulica para las operaciones de carga y descarga.

Generalmente tienen 3 a 4 ejes y tracción en 2, 3 o los 4 ejes (motores hidráulicos en las ruedas). Este tipo de máquina frecuente se emplea para instalar sistemas modernos de cosecha de madera en bosques de coníferas como por ejemplo:

Cortadoras Apiladoras (Feller - Buncher)

Cortadoras-Desramadoras-Tronzadoras

El empleo de Forwarder practicamente es limitado a plantaciones con gran cantidad de árboles de dimensiones menores. Frecuentemente se combina el empleo de un tractor transportador con un sistema de arrastre mediante cable hasta la senda de penetración del tractor.



Equipo Transportador formado por tractor forestal con remolque de doble eje.

Tractores de Oruga

La ventaja de los tractores de oruga, con respecto a cualquier otro tipo de tractores, es que presentan un bajo centro de gravedad y una mayor longitud de apoyo que da origen a una mayor estabilidad que los de rueda, siendo más aptos y seguros para trabajar en terrenos blandos y montañosos. Presentan, además una gran fuerza de arrastre.

La presión ejercida al suelo es menor que del tractor de rueda.

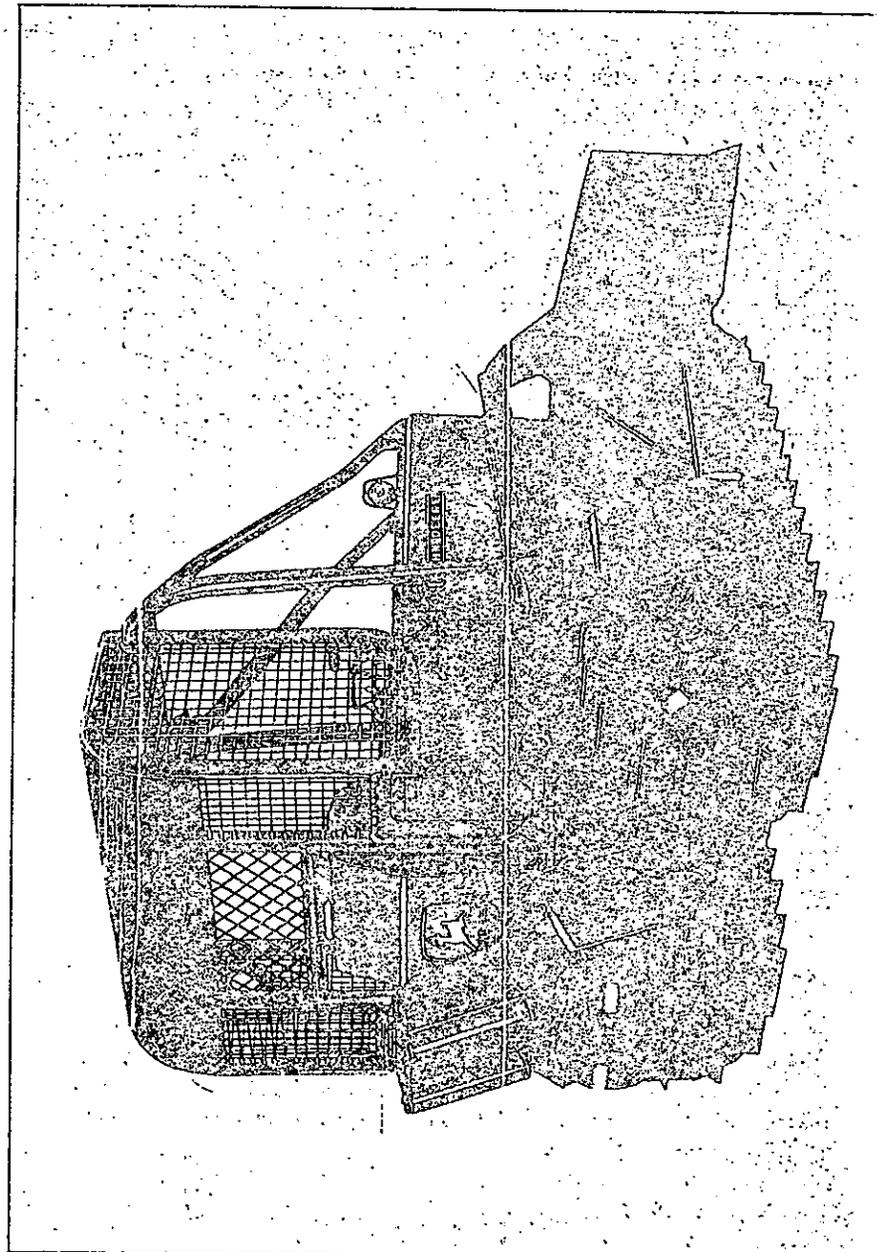
Hay tractores de orugas livianos diseñados para trabajar en terreno pantanoso y topografía difícil como por ejemplo, en Escandinavia y URSS.

Debido a la baja velocidad y el alto costo de inversión y de mantenimiento el costo de producción con tractor de oruga es caro. Para distancias de arrastre superior a 60 m. no es económico emplear tractores de oruga.

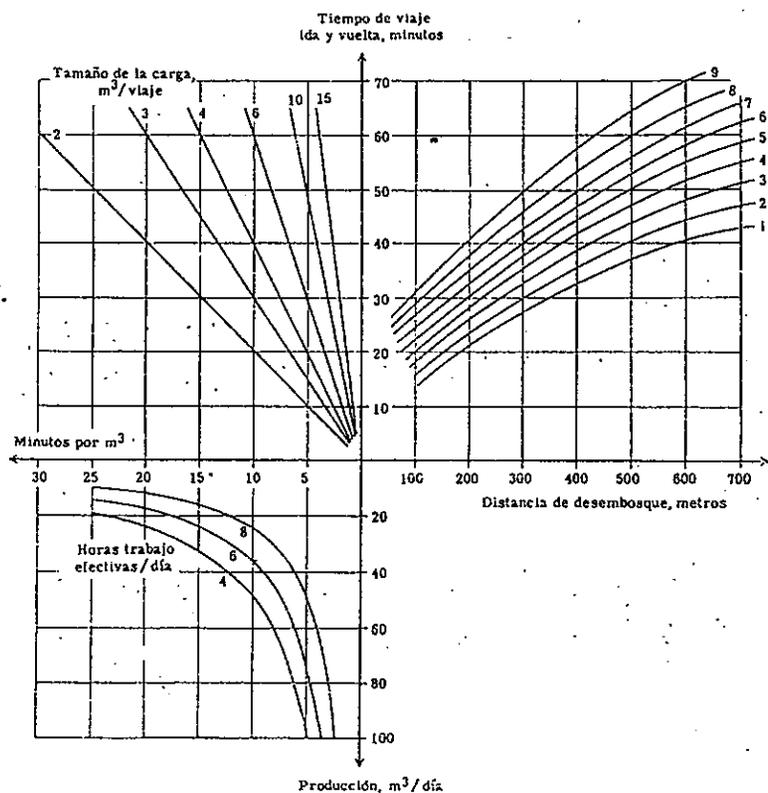
Con la construcción de skidders, con una fuerza hasta 300 HP los tractores de oruga han perdido mucho terreno.

Una gran ventaja del tractor de orugas es que la misma máquina puede preparar sus vías de apertura en el monte. Las ventajas del tractor de ruedas son su maniobrabilidad, elevada velocidad en terreno adecuado y menor inversión en comparación con el tractor de orugas. Sus inconvenientes son el limitado esfuerzo de tracción en terreno suelto y la menor capacidad de penetración. Debido a estas características a veces, el tractor de ruedas se suele emplear en combinación con un tractor de orugas. El tractor de orugas trabaja cerca del pie del tocón y el tractor de ruedas trabaja en pistas preparadas, atrastrando las trozas hasta el cargadero.

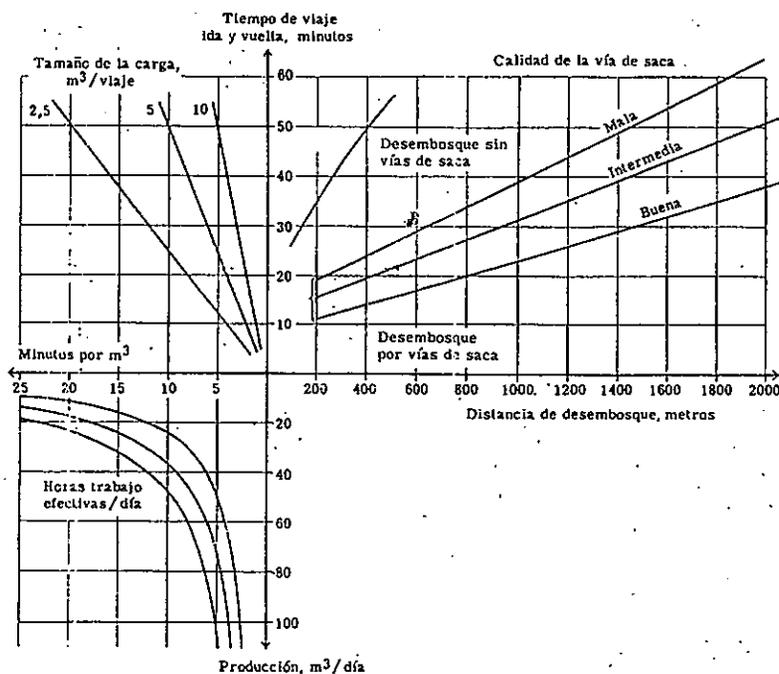
Pero este método tiene la desventaja de ser hasta cierto punto antieconómico porque en la operación de arrastre hay que encadenar y desencadenar el tronco 2 veces.



Pronósticos de Producción en el Arrastre Comparando Tractor de Oruga y Tractor Articulado.



Empezando con la distancia de desemboque del gráfico de tractor de orugas se elige una de las 9 curvas numeradas para obtener el tiempo previsto de cada viaje de ida y vuelta. El número de la curva se elige aplicando el siguiente cuadro, considerando la evaluación de la pendiente, el volumen cortado por hectárea y el tipo de suelo y los obstáculos.



Cuadro para elegir la curva de masa y terreno para emplear con la figura "Desemboque con Tractor de Orugas"

Pendiente cuesta abajo con carga (%)	0-15%			15-35%			Más de 35%		
	5	25	100	5	25	100	5	25	100
Volumen extraído (m³/has)									
Suelo firme y seco, bien accesible	3	2	1	4	3	2	8	6	5
Suelo relativamente húmedo o blando, algunos obstáculos	4	3	2	5	4	3	8	7	6
Suelo fangoso o suelo, acceso difícil	6	4	3	7	6	5	9	8	7

La estimación de la producción se completa estableciendo en la figura de tractor de orugas el tamaño de la carga por viaje y las horas de trabajo efectivo por día. La figura incluye todas las fases de trabajo: carga, descarga, arrastre y viaje de vuelta. Como existen relaciones muy complicadas entre el tiempo que se emplea en estas diferentes fases y el tamaño de la carga, el tipo de tractores, las dificultades del terreno, el tamaño de las trozas, etc, estos datos solamente pueden tener carácter de orientación.

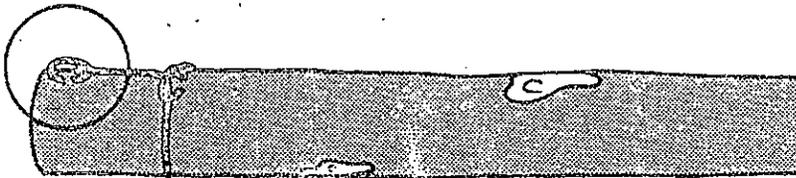
Los pronósticos de producción correspondientes al tractor articulado se indica en la figura correspondiente, que se basa en operaciones realizadas con un tractor de 130 HP.

Para el desemboque por vías de saca, no hay diferencia importante entre el tractor de rueda de 130 y el de 185 HP en lo que se refiere al tiempo de viaje de ida y vuelta, mientras que para el desemboque sin vías de saca, el índice de producción de un tractor de ruedas de 185 HP debe ser muy superior debido principalmente a su mayor capacidad de penetración y a su mayor potencia.

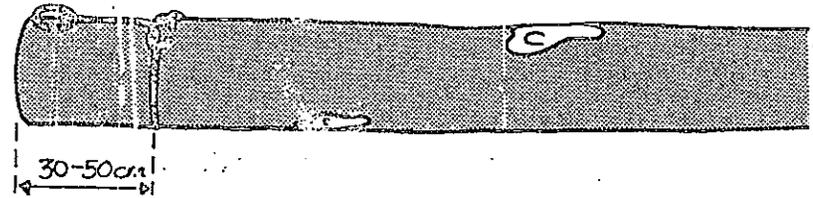
El arrastre mediante skidder con huinche es hoy en día el método más usado.

Sistema de Encadenar

Colocando el estrobo en el tronco se debe observar que el gancho del estrobo alcanza hasta la punta delantera del tronco como el gráfico indica. Eso asegura que el tronco se levante cuando choca contra el escudo protector del tractor y no se arrastra por su totalidad sobre el terreno.



El estrobo se coloca no más de 30 a 50 cm detrás del frente de la tronca. De esa manera se evita que el tronco palanquee cuando choca contra un obstáculo.



Formar Cargas Para el Arrastre

Arrastrando troncos delgadas se puede amarrar varios troncos con una cadena o un estrobo.

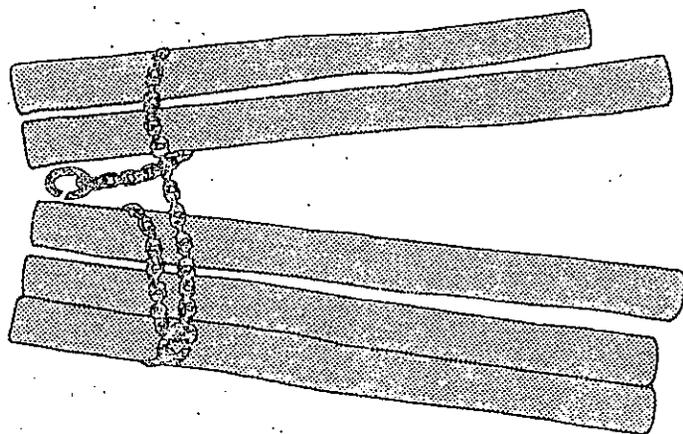
Corredizo Simple



Solamente se puede emplear cuando los troncos (2 hasta 3) se encuer ran paralelos.

Dr. Gustavo Guzmán

Corredizo Simple Combinado con Nariguero

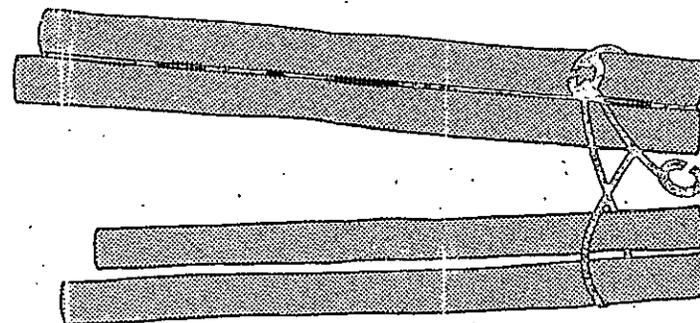


Se lo puede aplicar también cuando los troncos no están en forma paralela. Se coloca 2 - 3 troncos juntos.

Para evitar el peligro de dañar el cable (formando codo) se recomienda este método solamente con cadenas.

Amarre Octuplo

Apropiado con los troncos no paralelos. Se amarra 2 - 3 troncos juntos. Este método es posible con cadeno o con cable.



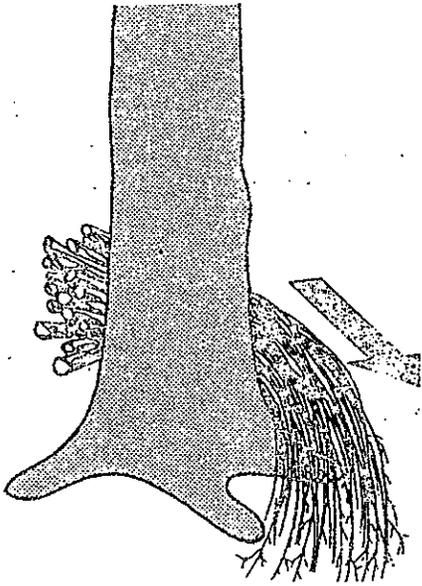
Protección de Bosque Restante en el Arrastre

Para evitar daños en el bosque restante conviene proteger los árboles parados en las desembocaduras de sendas y caminos. El método de protección por emplear depende de la cantidad y del tipo de madera por arrastrar.

Protección con Ramas

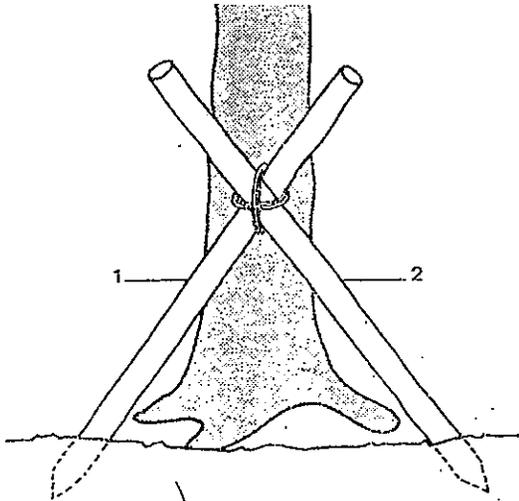
Una protección simple pero eficaz forman ramas apiladas.

Para evitar que las ramas sean arrastradas por las mismas troncos, tienen que estar colocadas de tal manera que las puntas siempre estén dirigidas en dirección de arrastre.



Si la cantidad de madera por arrastrar es mayor, conviene construir un dispositivo de protección más estable.

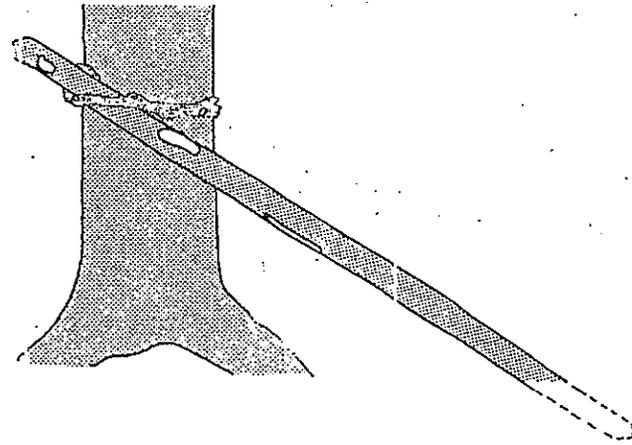
Protección Mediante Cruz de Palos



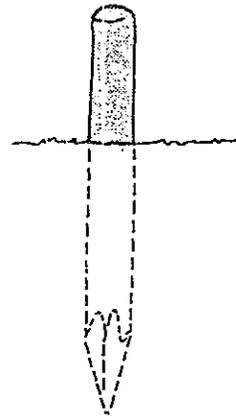
Los palos se unen con alambre y se los coloca en forma oblicua en el árbol por proteger.

Protección con Palo Desviador

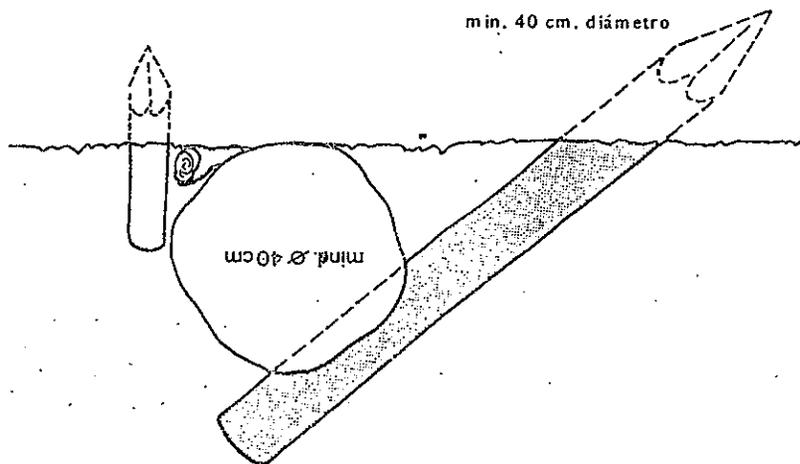
Se coloca el palo al suelo con un ángulo de 45º y se lo amarra al árbol con varias vueltas de cable o alambre.



Se coloca un palo con unos 15 cm de diámetro y 1 m de largo, a 2/3 de largo en el suelo.



Caballete



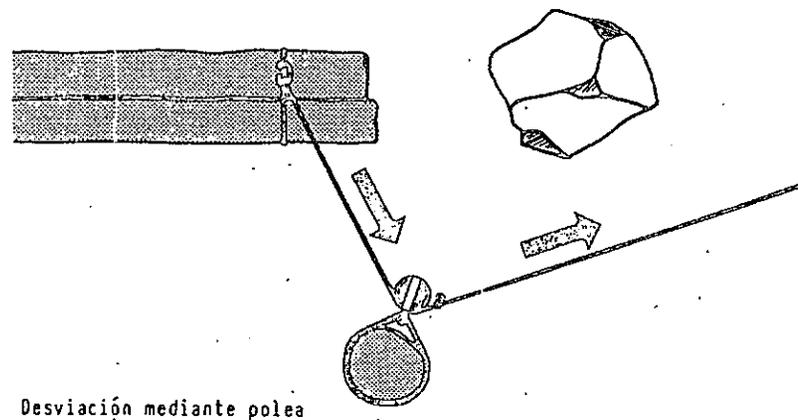
Con mayor cantidad de madera por arrastrar conviene construir este caballete por su mayor duración y estabilidad.

Desviación de Obstáculos

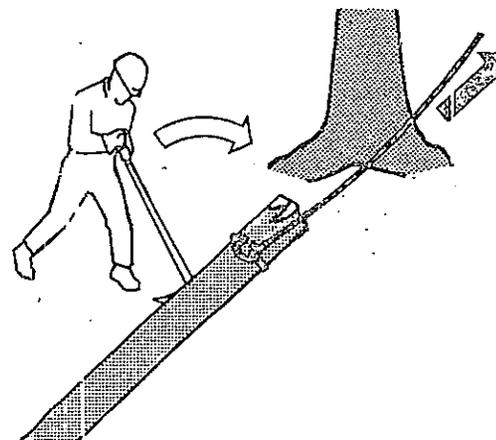
El ayudante y el maquinista tienen que observar cuidadosamente el trabajo con huinche.

A veces se puede desviar con anticipación el tronco ante un obstáculo sin mayor problema.

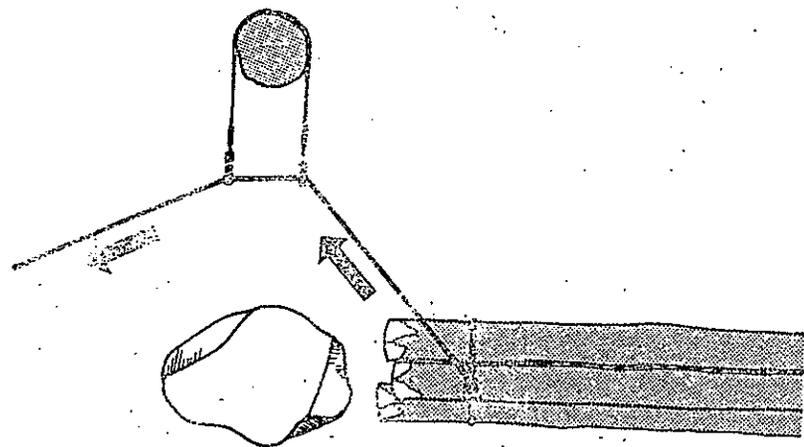
Puede ser que unas cuantas ramas apiladas son suficientes para la desviación.



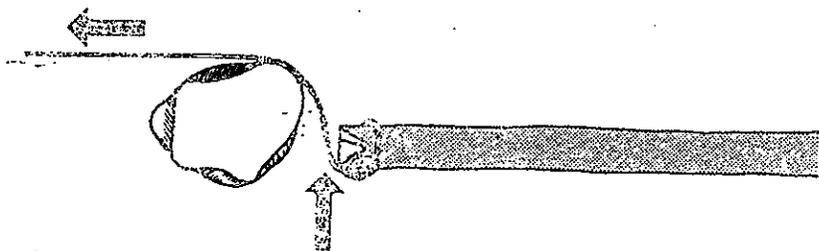
Desviación mediante polea



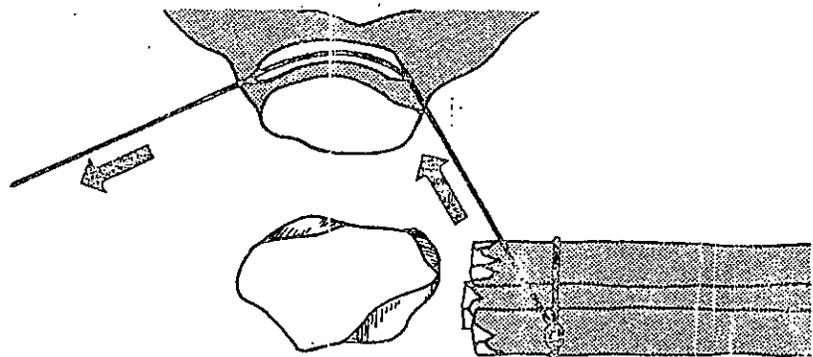
Desviación mediante sappe o palo. El cable de arrastre debe estar aflojado para trabajar con sappe.



Si la carga no es demasiado pesada (aumento de fricción), también se puede emplear un choker para el desvío.

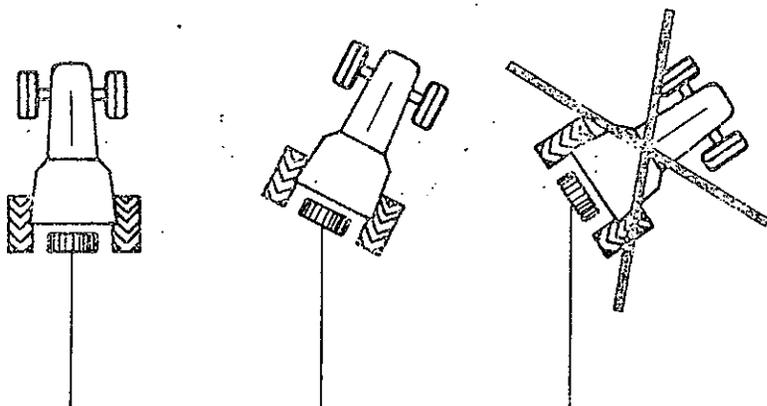


Delante de un tocon, árbol o una roca se puede desviar también, colocando el cable entre la carga y el obstáculo.



También se puede emplear tocones, si se coloca con la motosierra una ranura para el cable.

En el arrastre con huinche el cable debe entrar al tambor lo más recto posible, sin formar ángulo.

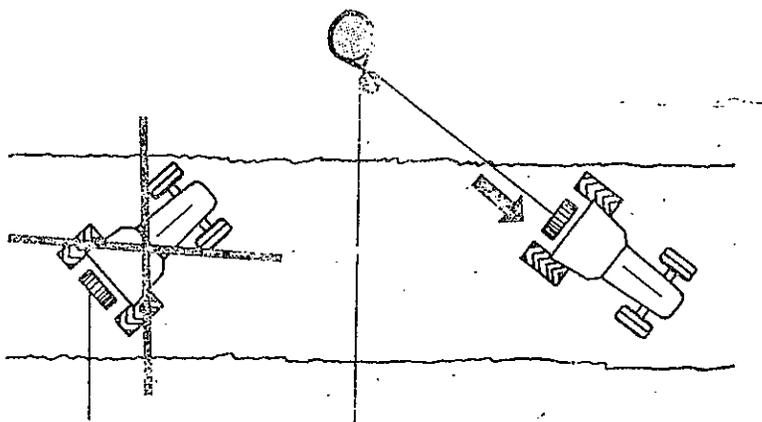


Ideal

Todavía posible

Peligroso

Trabajando en terreno inclinado se debe trabajar con polea, desviando el cable hacia la montaña.



Para prevención de accidentes en el arrastre vea Weik: Introducción a la Ciencia del Trabajo. 1985 pag. 71-89.

Depósito de la Madera Arrastrada

f. depósito de la madera es una parte sustancial dentro del trabajo de arrastre y tiene importancia para:

- Mantener el valor de la madera.
- Evitar daños.
- Facilitar el carguío posterior.
- Mejores posibilidades de protección contra ataques de insectos.
- Mejor orden en depósitos grandes.
- Menos daños en el bosque restante.

Los lugares de depósitos se preparan con anticipación.

Los depósitos bajo el nivel del camino y con una inclinación hacia atrás facilitan el trabajo de depósito, ya que las troncas pueden rodar por gravedad.

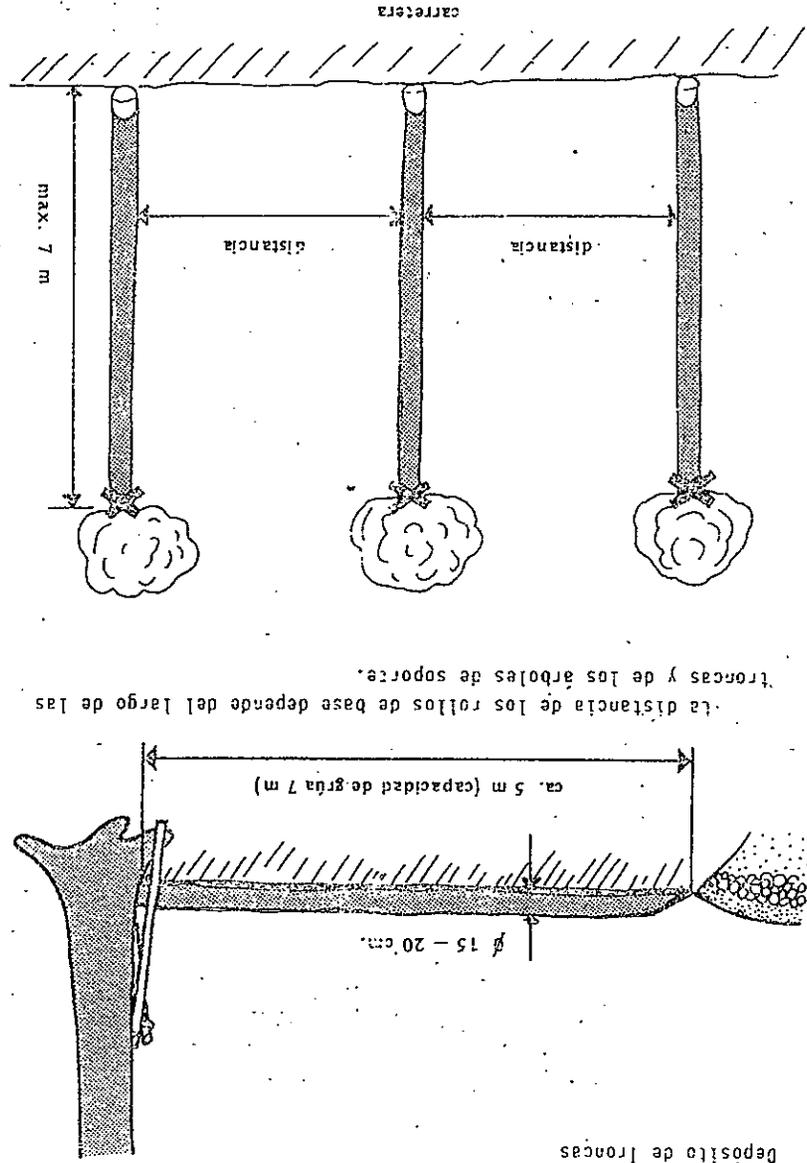
Si posteriormente se carga el camión con grúa, la profundidad del depósito no debe ser mayor a 7 m (alcance de la grúa).

El volumen de los depósitos se debe adaptar a la capacidad de los camiones (mínimo una carga por depósito, 20 - 30 m³).

Para evitar contacto con el suelo y la humedad, las troncas deben estar como mínimo a 15 - 20 cm encima del suelo, sobre rollos de madera.

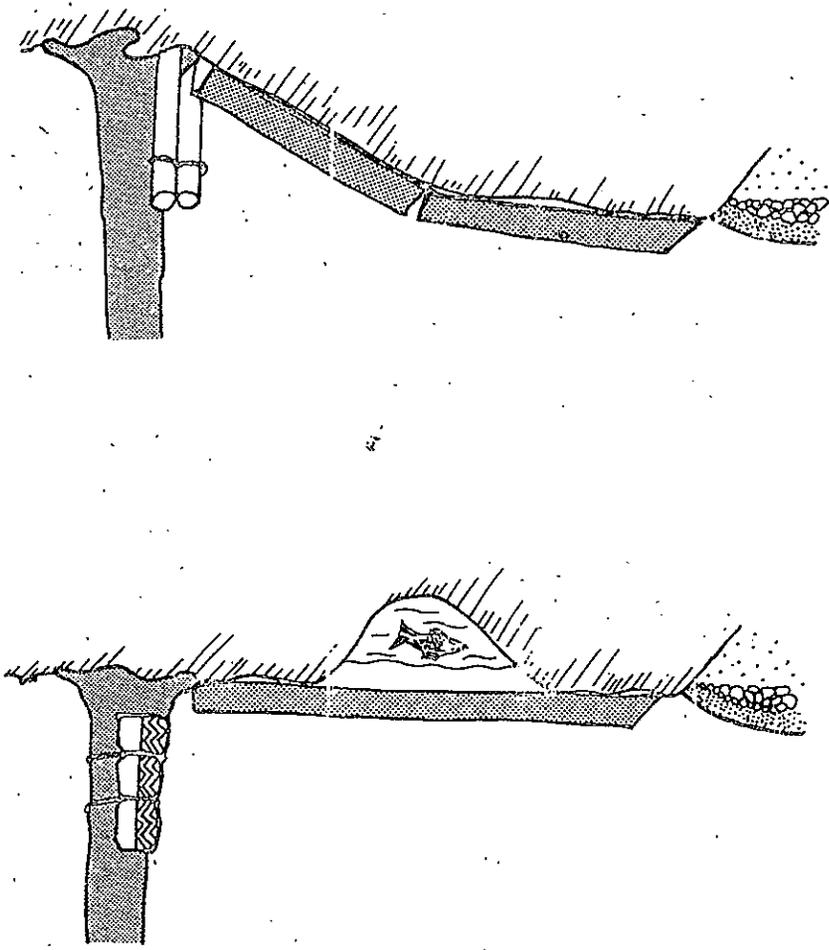
Mediante ramas, palos, etc. hay que proteger a los árboles que soportan el depósito.

Deposito de troncos

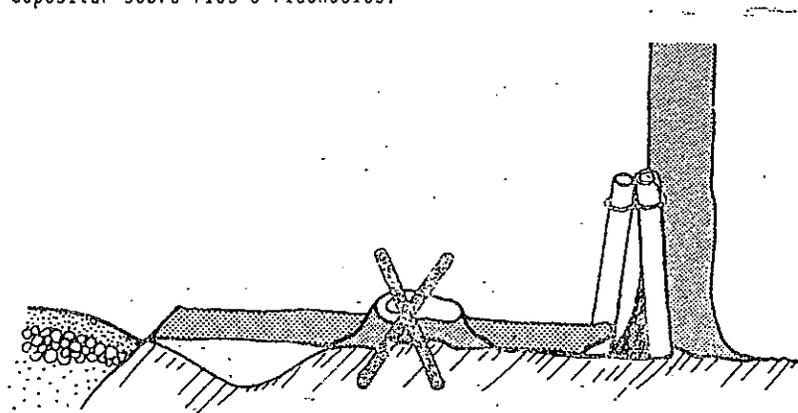


La distancia de los rollos de base depende del largo de las troncos y de los árboles de soporte.

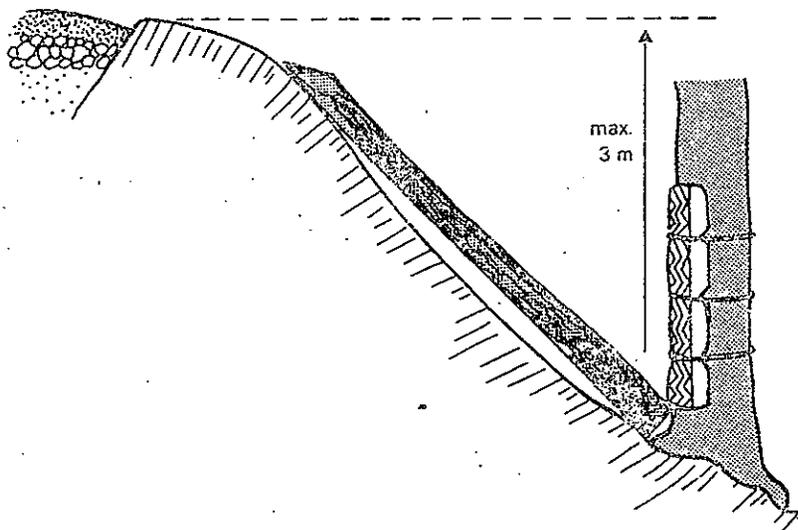
Ejemplos para Depósitos



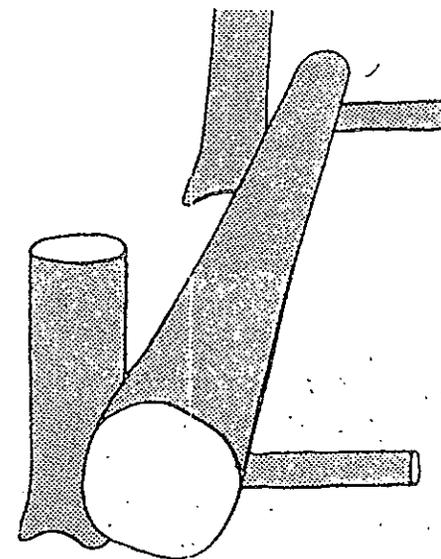
Si las troncas reciben protección química, no se las debe depositar sobre ríos o riachuelos.



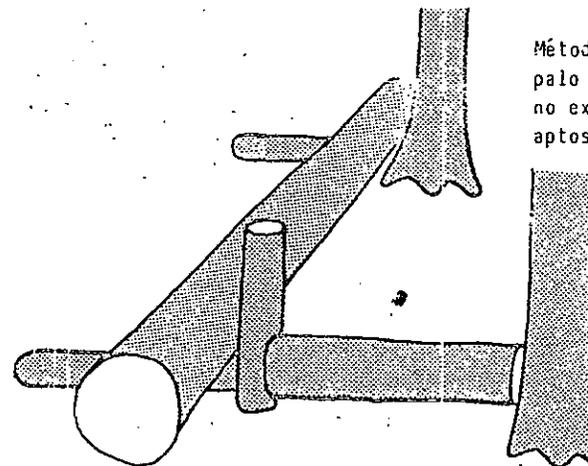
2. Beispiel



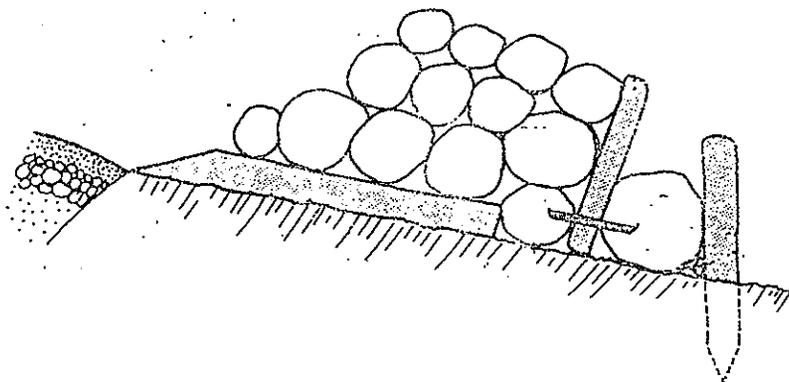
Cortando los árboles por apear a una altura de 1,50 m, el tocón sirve como soporte del depósito.



Método para poner palo de soporte si no existen árboles aptos para tal fin.



Depósito sin Arboles de Soporte en el Fondo



Transporte Forestal Mediante Sistemas de Cable

La elección del método más económico y favorable de transporte de madera es uno de los problemas más difíciles en el campo forestal. Existen pocos datos precisos sobre los principios de la elección de métodos de arrastre y transporte.

Pero a pesar de que unos sistemas son más eficaces que otros, cabe la posibilidad de que lo que resulta eficaz en determinadas condiciones puede resultar impracticable en otros lugares. De ahí el cuidado que debe tenerse al tratar de adaptar un sistema de otro país a un medio de condiciones diferentes.

Cuando se trata de empleo de cables para transporte forestal, debe ante todo saberse en que lugares y condiciones es ventajoso su uso. Los sitios donde los cables pueden emplearse con gran eficiencia son:

- (a) Donde la construcción de una red de carreteras de explotación se haga muy difícil, sea por inconvenientes de orden técnico o económico.
- (b) En bosques sobre terrenos muy abruptos y rocosos.
- (c) En el centro de zonas pantanosas.
- (d) En zonas de terreno muy suelto con gran peligro de erosión.
- (e) En bosques rodeados de terrenos de poco interés económico, donde la amortización de una carretera sería muy difícil.
- (f) Donde hay necesidad de extraer rápidamente los productos, en casos de incendio, plagas, etc.
- (g) En los hoyos hidrográficos de agua para consumo doméstico donde se debe evitar la contaminación.

Así como los cables transportadores tienen sus ventajas, también presentan algunas limitaciones:

- (a) Normalmente los cables obligan a hacer el máximo de explotación para amortizar los costos de maquinaria y los costos de instalación en cada sitio.

- (b) El equipo debe usarse continuamente hasta completar el tiempo de servicio o duración empleado para el cálculo de costos de producción.
- (c) Los cables exigen operarios hábiles y un mantenimiento cuidadoso.
- (d) El transporte de pasajeros por cables forestales está absolutamente prohibido.

Cables Transportadores de Uso Forestal

Los cables empleados para el transporte de trozas en las explotaciones forestales se pueden clasificar de acuerdo a sus características y modo de operar en dos clases:

- Cables terrestres
- Cables aéreos

A continuación se darán algunos detalles sobre instalación y operación de algunos sistemas de cables transportadores.

Cables Terrestres

Se denominan así porque durante el proceso de transporte las trozas van arrastrándose sobre el suelo.

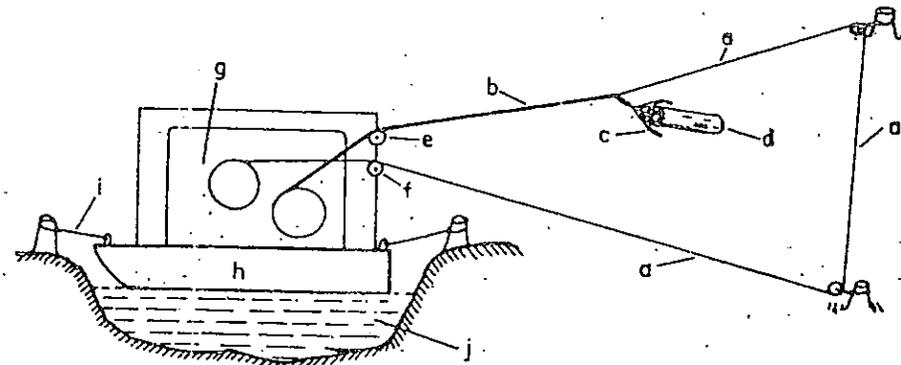
En los cables terrestres se pueden distinguir dos sistemas:

- "Va y Viene Bajo"
- "Va y Viene Alto" (High Lead)

Aunque la instalación de estos dos sistemas difiere un poco, la mayoría de los elementos son comunes a ambos.

Los elementos comunes son:

Muinche o máquina principal con dos tambores mínimo, uno para accionar la línea de arrastre durante el proceso de transporte y el otro para accionar la línea de regreso que lleva la línea principal al lugar donde están las trozas para transportar.



- a - Línea de vuelta
- b - Línea principal
- c - Embudo
- d - Troza
- e - Polea de la línea principal
- f - Polea de la línea de vuelta
- g - Winche
- h - Planchón
- i - Línea de sujeción
- j - Río o canal

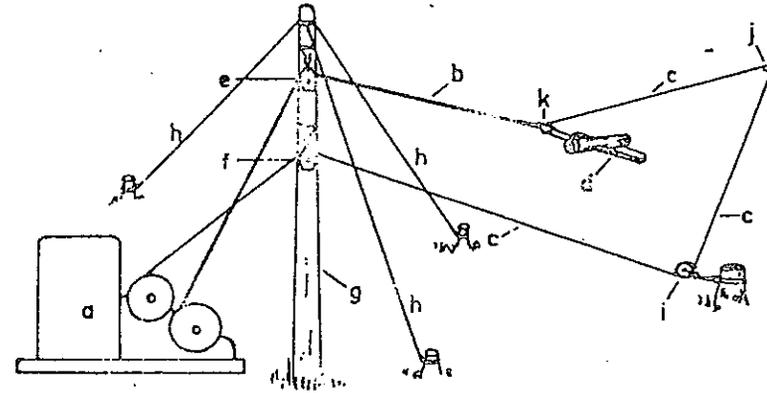
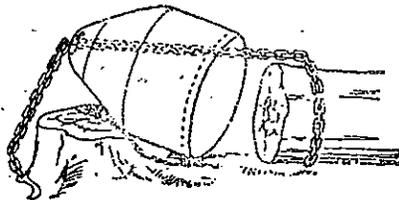
Sistema "Va y Viene Bajo"

- Línea principal o línea de arrastre de las trozas durante el proceso de transporte.
- Línea de regreso para llevar la línea principal hacia atrás donde se van a recoger las trozas.
- Poleas de la línea principal y la línea de regreso instaladas cerca al huinche.
- Poleas esquinera y trasera por donde pasa la línea de regreso, para ir a unirse al cable principal.
- Estribos para amarrar las trozas y colocarlas al cable.

Sistema "Va y Viene Bajo"

Se emplea para transportar madera en zonas moderadamente inclinadas uniformes o planas, generalmente inundadas. Con este sistema el transporte se puede efectuar hasta más de 500 metros. Las trozas se arrastran totalmente sobre el suelo. Para facilitar el deslizamiento de las trozas sobre el suelo, para la operación de arrastre, frecuentemente se emplea un implemento en forma de trineo o embudo grande en la cual se introduce el extremo delantero de la troza, para poder pasar obstáculos del suelo como troncos, piedras, raíces, etc.

Este sistema es apropiado para trozas grandes y pesadas.



- a -- Winche
- b -- Línea principal
- c -- Línea de vuelta
- d -- Trozas
- a -- Polea de la línea principal
- f -- Polea de la línea de vuelta
- i -- Arbol mástil
- f -- Líneas de sujeción
- i -- Polea esquinera
- j -- Polea trasera
- k -- Unión de las dos líneas

Sistema "Va y Viene Alto" (High Lead)

Sistema "Va y Viene Alto" (High Lead)

Se diferencia del anterior en que las poleas principales y de regreso van instaladas en un árbol mástil con una altura hasta más de 20 metros sobre el suelo, por lo tanto, al efectuarse el arrastre la troza no va totalmente sobre la superficie, sino que el extremo delantero se levanta a medida que se acerca al árbol mástil, el cual va sujeto a tocones por medio de cables de sujeción que impiden el pandeo durante el proceso de transporte.

Con este sistema se puede barrear un círculo de radio hasta seis veces la altura de la polea principal sin que se presenten mayores dificultades durante el arrastre. Este método es apropiado para zonas planas o cuesta arriba, no es muy aconsejable cuesta abajo porque el extremo delantero de la troza no puede levantarse del suelo, puesto que la polea principal queda más baja que la carga.

Este sistema se conoce en Norteamérica con el nombre de "High-lead" y es posiblemente el más empleado para las explotaciones de Douglas fir en el noroeste de Estados Unidos y sudoeste de Canadá. En la figura puede apreciarse el montaje de las poleas y demás accesorios así como el funcionamiento del sistema.

En Europa especialmente en Austria en los últimos años se han desarrollado sistemas parecidos de arrastre con cable, pero más aptos para el tipo de bosque existente en las regiones montañosas europeas (Andritz, Koller).

Existen también sistemas sencillos y livianos de cables para raleos accionados con motores desde 5 HP.





UNIDAD 2

Mantenimiento y principios
básicos para el uso de la
motosierra en la corta
dirigida

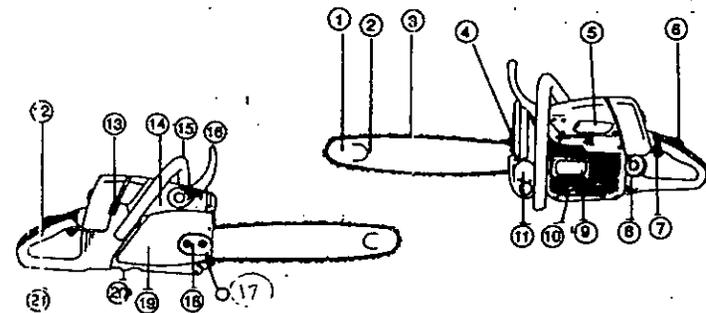
	Página
Peligros durante la caída del árbol	96
Medidas de precaución en el caso de árboles atascados	97
Medidas de precaución en el desrame con motosierra	97
Medidas de precaución durante el troceo	98
Situaciones de peligro	99
PRIMEROS AUXILIOS EN EL TRABAJO FORESTAL	102
Botiquín de primeros auxilios	102
Elementos de los primeros auxilios	103
Rescatar	103
Medidas de auxilio inmediatas	104
Conseguir ayuda	104
Otras medidas de primeros auxilios	104
Transporte de emergencia	104
Evaluación inmediata del estado general del paciente	105
Paciente en estado de inconsciencia y respira	105
Paciente en estado de inconsciencia y respiración imperceptible	107
Paciente inconsciente, no respira y sin pulso	109
Hemorragias internas	110
Heridas al pecho	110
Heridas en el abdomen	111
Heridas de la columna vertebral	111
Choque (shock)	112
El paciente está sangrando	113
Vendaje de heridas	113
Vendaje compresivo	114
Pulso	115
Mordedura de serpiente	116
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	117

En los últimos años las motosierras han tenido grandes adelantos como la reducción del peso y el mejoramiento de la potencia de la máquina. Además se han introducido en la motosierra dispositivos antivibratorios, de seguridad, de ergonomía y se ha perfeccionado su construcción.

Las piezas más importantes de la motosierra

Entre las piezas principales de la motosierra están:

- | | |
|--|---|
| 1. Punta de la espada | 12. Manija trasera |
| 2. Espada | 13. Tornillos de aguja del carburador |
| 3. Cadena | 14. Cilindro |
| 4. Silenciador | 15. Manija delantera |
| 5. Empuñadura de arranque | 16. Protector de mano delantero con freno de cadena |
| 6. Bloqueo del acelerador | 17. Sujetador de cadena |
| 7. Acelerador | 18. Tornillo tensor de cadena |
| 8. Tanque de combustible | 19. Tapa de piñón de cadena |
| 9. Tapa del arrancador | 20. Amortiguación de vibraciones |
| 10. Línea de apunte de la dirección de caída | 21. Protector de la mano trasero |
| 11. Tanque de aceite | |



Combustible



Es importante fijarse en el manual de la motosierra para saber qué tipo de gasolina se recomienda (Premium, Regular, con o sin plomo, grado de octanaje).

Por ser un motor de dos tiempos la motosierra requiere de una mezcla de gasolina y aceite. La mezcla debe hacerse en propor-

ciones adecuadas y con productos de buena calidad para evitar reparaciones y aumentar la vida útil de la motosierra.

Aceite para motores de 2 tiempos

10

El aceite en la gasolina lubrica el cilindro, el pistón y sus anillos. Si no se utiliza aceite, si se usa muy poco o se usa un aceite inadecuado, el motor pierde potencia y se dañan piezas claves como el pistón, el cilindro, etc.

Al comprar aceite para la mezcla, asegurarse de que no le den aceite de cadena; fijarse que está escrito "Aceite para motores de 2 tiempos o "2 cycle" en inglés. A veces puede ser que se encuentren dibujos de motocicleta y motosierra.



La mezcla de combustible

Cuando se prepare la mezcla de combustible hay que hacer lo siguiente:

- Verter en un bidón primero el aceite y luego la gasolina
- Agitar el bidón por lo menos un minuto fuertemente para que no se separe el aceite y la gasolina
- Agitar de nuevo cada vez que se llene el tanque de la motosierra, o pasar la mezcla de un bidón al otro



En el manual de la motosierra se encuentra la proporción o el porcentaje de la mezcla. Esta varía entre 1:20 (5%) hasta 1:50 (2%), dependiendo de la marca y el modelo de la motosierra o del tipo de aceite.

Ejemplo:

1:25 Significa que 25 unidades (litro, galón, botella, vaso, etc.) de gasolina necesitan 1 unidad de aceite. Por ejemplo, si se vierten 20 litros de gasolina en un bidón se necesitan 0,8 litros de aceite (cálculo: 20 litros entre 25 por 1 son 0,8 litros).

Aceite de cadena

Aceites usados, quemados o de mala calidad no lubrican de igual forma que los aceites nuevos y de buena calidad. Además pueden tapar o dañar las válvulas de la bomba.

Lo recomendable es usar:

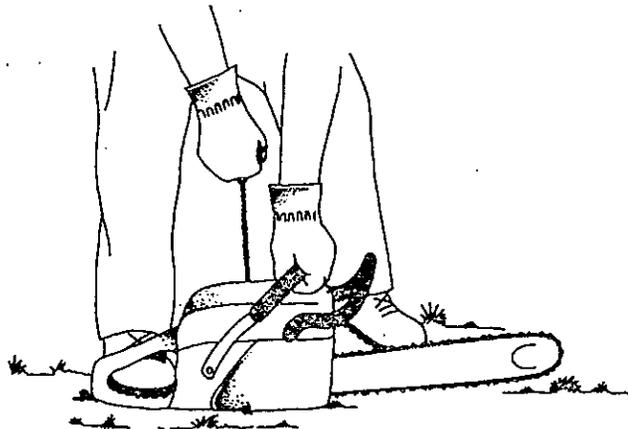
- Aceite especial para la lubricación de la cadena
- Aceite SAE 30 (cuando la temperatura ambiental es de más de 10° C)
- Aceite SAE 30 reciclado, aunque no puede usarse para lubricar motores, está libre de impurezas y es menos costoso que el aceite nuevo.

El arranque de la motosierra en frío

Cuando el silenciador o cilindro de la motosierra no está caliente se debe hacer lo siguiente:

- Pararse en un lugar cómodo (no cerca de personas y obstáculos que puedan tocar la cadena, ni que ésta roce el suelo)
- Poner el interruptor en posición ON, START, EIN (contrario de STOP)
- Extraer el choke (estrangulador, ahogador)
- Apretar el acelerador y meter el botón de arranque
- Colocar la motosierra en el suelo y poner el pie derecho en la manija trasera o sostener la motosierra y prensar la manija trasera entre las piernas
- Oprimir la válvula de descompresión (arranque fácil)
- Jalar fuertemente con la mano derecha la empuñadura de arranque
- Seguir intentando el arranque hasta que el motor produzca el sonido de arranque
- Empujar el choke hacia dentro
- Volver a jalar la empuñadura de arranque

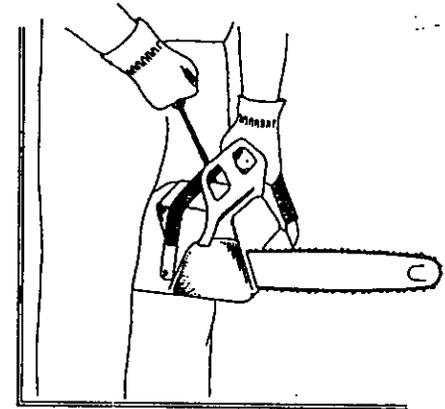
12



El arranque en caliente

Cuando el silenciador y el cilindro de la motosierra se encuentran todavía calientes; el proceso de arranque se procede de la siguiente forma:

- Mover el interruptor de encendido a la posición ON
- Apretar el acelerador y meter el botón de arranque
- Colocar la motosierra en el suelo y poner el pie derecho en la manija trasera o sostener la motosierra y prensar la manija trasera entre las piernas
- Oprimir la válvula de descompresión (arranque fácil)
- Jalar fuertemente con la mano derecha la empuñadura del arranque hasta el encendido



13

Procedimiento cuando el motor de la motosierra está ahogado

Cuando el motor no arranca luego de haber intentado varias veces se recomienda lo siguiente:

- Controlar que el choke esté empujado hacia adentro y el interruptor de encendido en la posición ON
- Sostener la motosierra con una rodilla en el suelo
- Apretar el acelerador al máximo
- Jalar la empuñadura de arranque hasta que arranque el motor

Si aún el motor no arranca, hay que:

- Quitar la bujía
- Mover el interruptor de encendido a la posición STOP (para no dañar el sistema eléctrico)
- Jalar la empuñadura de arranque varias veces sin tener instalada la bujía (ventilar el cilindro)
- Limpiar y secar la bujía
- Controlar el juego de electrodos
- Poner la bujía e intentar nuevamente el arranque

Mantenimiento diario

Para realizar el mantenimiento diario al final de cada jornada de trabajo se necesita: aceite de cadena, combustible, llave universal, limpiador de ranura (machete), cepillo para limpiar (cepillo de dientes), lima redonda y lima plana.

Los trabajos necesarios para el mantenimiento diario son:

• **DESARMAR LA MOTOSIERRA**
Quitar la tapa del piñón de cadena, la cadena, la espada, la tapa del filtro de aire y el filtro de aire (extraer el choke y tapar la entrada de aire al carburador con un trapo limpio)

① **LIMPIAR EL FILTRO DE AIRE**
Limpiar con combustible y sacudir (el filtro de aire con fieltro se debe lavar con agua y jabón)

② **LIMPIAR LA MAQUINA**
Limpiar la entrada de aire a la tapa del arrancador, la tapa de piñón de cadena, el sistema de freno de cadena, alrededor del piñón, la ranura y el orificio de aceite de cadena y alrededor del carburador

③ **LIMPIAR LA ESPADA**

• **LIMPIAR LOS AGUJEROS DE ALIMENTACION DE ACEITE**
Quitar la suciedad de los agujeros de alimentación de aceite de la espada

• **LIMPIAR LA RANURA**
Quitar la suciedad que se encuentra dentro de la ranura

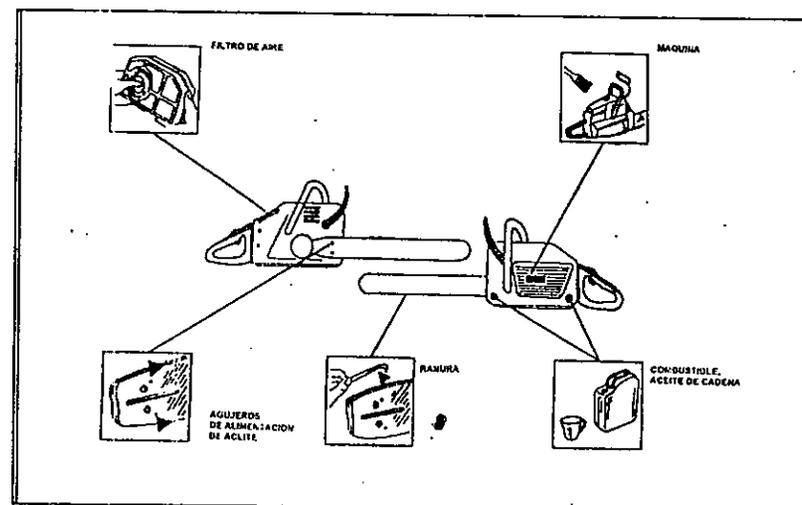
• **ARMAR LA MOTOSIERRA**
Poner de nuevo las piezas desarmadas, dar vuelta a la espada para que el desgaste sea el mismo en ambos lados; controlar que la espada no esté torcida. No olvide ajustar la tensión de la cadena

④ **LLENAR LOS TANQUES**
Para que no se acumule agua condensada dentro del tanque de combustible, de lo contrario puede afectar el rendimiento de la motosierra

• **ARRANCAR LA MOTOSIERRA**
Controlar que todo esté funcionando bien

• **CONTROLAR LA LUBRICACION DE LA ESPADA**
Dirigir la punta de la espada cerca de una troza; acelerar la motosierra hasta que se ve una línea fina de aceite en la troza

• **EVENTUALMENTE AFILAR**
Solo en el caso que la cadena no corte muy bien



Mantenimiento semanal

Después de cinco o seis días de trabajo, la motosierra necesita de un mantenimiento más completo. Además de los trabajos de mantenimiento diario se debe hacer:

① **REALIZAR EL MANTENIMIENTO DE LA ESPADA**
Limar la ceja que se forma sobre el borde de los rieles pasando la lima recostada en la parte ancha de la espada

② **LIMPIAR LA BUJIA Y CONTROLAR EL JUEGO DE ELECTRODOS**
Quitar la bujía y limpiarla con cepillo de acero y combustible; controlar el juego de electrodos con un calibre y reajustar la distancia entre los mismos. La distancia de los electrodos varía según la marca y modelo de la motosierra. La distancia es de $\pm 0,5$ milímetros

③ **ENGRASAR EL COJINETE DE AGUJAS DEL EMBRAGUE**
En algunos modelos de motosierra se puede utilizar directamente un engrasador a presión pues el eje tiene un orificio para este propósito. En otros, hay que desarmar primero el embrague o el piñón para sacar, limpiar y engrasar el cojinete de agujas

④ **ENGRASAR EL PIÑÓN DE LA PUNTA DE ESPADA**
Introducir grasa con el engrasador a presión en cada uno de los orificios de la espada, si es de piñón o de polea. La espada con punta dura no se puede engrasar

14

15

- LIMPIAR EL FILTRO DE COMBUSTIBLE

Lavar con gasolina pura el filtro de gasolina o reemplazarlo si está muy sucio y tapado

- LIMPIAR LA MOTOSIERRA

Eliminar la suciedad de la motosierra utilizando un cepillo de dientes, una rama puntiaguda y un poco de combustible. Limpiar las entradas de aire, el ventilador centrífugo y las aletas del cilindro

- CONTROLAR LA CUERDA DE ARRANQUE

Cambiar la cuerda del arrancador si se ha desgastado y puede reventarse

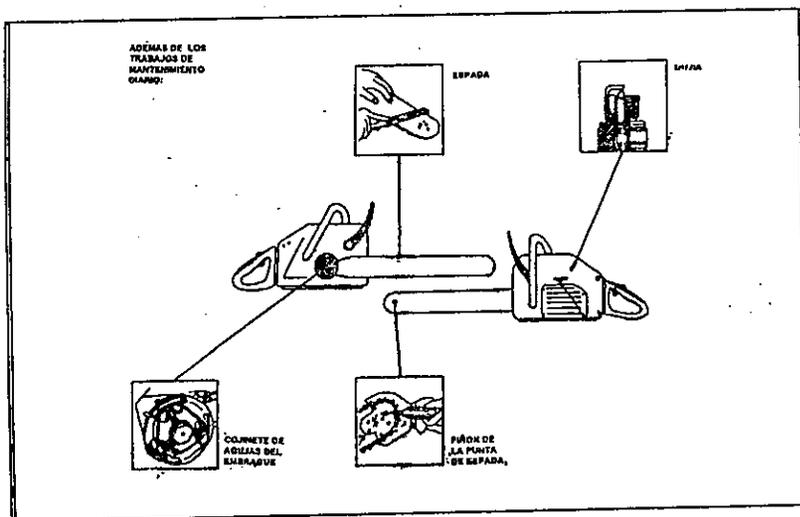
- LIMPIAR Y REVISAR LOS CABLES ELECTRICOS

Limpiar los cables eléctricos y si hay daños cambiarlos para evitar fugas de corriente

- APRETAR LOS TORNILLOS Y TUERCAS

Apretar los tornillos y tuercas que se ven de afuera y que se hayan aflojado por las vibraciones. Los únicos que no hay que sacar son los tres tornillos del ajuste del carburador y los del regulador de aceite y el tornillo tensor de cadena

16

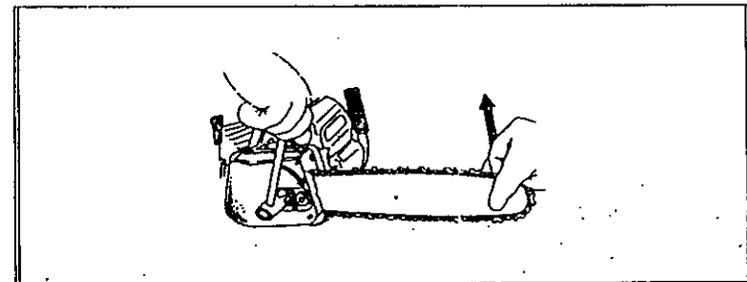


Tensar la cadena

La cadena no debe de tensarse cuando está muy caliente, pues al enfriarse quedará demasiado tensada.

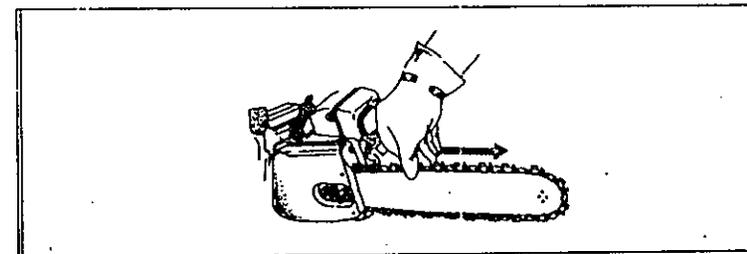
Se realiza de la siguiente forma:

- Apagar la motosierra y dejar enfriar la cadena
- Aflojar las tuercas de la tapa de piñón de cadena
- Tirar de la punta de la espada hacia arriba y ajustar la tensión
- Girar el tornillo tensor hasta que la parte inferior de los eslabones de la cadena permanezcan unidos a la espada
- Tirar la punta de la espada hacia arriba y apretar primero la tuerca trasera y después la que está más cerca de la espada



17

- Hacer girar varias veces la cadena con la mano a lo largo de la espada y desde la máquina hacia la punta (la cadena debe de girar libremente pero ofreciendo una cierta resistencia)



- Comprobar la tensión de la cadena durante el trabajo, especialmente durante la primera 1/2 hora
- Al tirar la cadena hacia arriba los dientes guías no deben salirse de la ranura de la espada

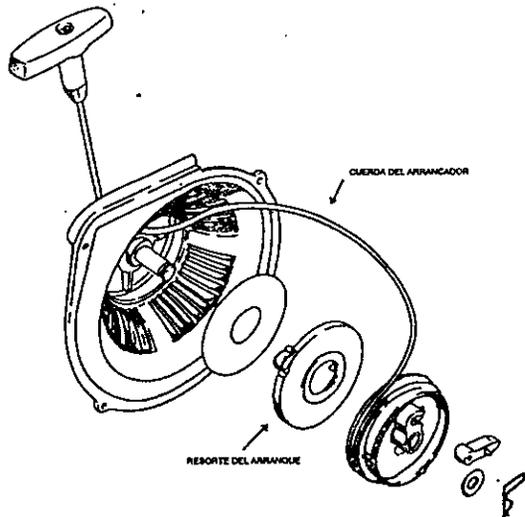
Ajustes y reparaciones

Es importante que cada trabajador forestal pueda realizar por sí mismo los siguientes ajustes y reparaciones en su motosierra:

- Ajuste del juego de electrodos de la bujía
- Ajustar la lubricación de cadena
- Ajustar o limpiar el carburador
- Cambiar la cuerda del arrancador
- Cambiar el resorte del arranque
- Cambiar el piñón
- Cambiar el embrague
- Cambiar o limpiar el filtro del combustible
- Cambiar o limpiar el respiradero del tanque de combustible

18

A continuación se describen algunos de los ajustes y reparaciones que el trabajador forestal puede hacer solo.



Ajuste del juego de electrodos de la bujía

Se debe revisar la bujía cada 40 horas de trabajo (mantenimiento semanal). Los controles que se pueden realizar son:

- La bujía tiene un color café - El motor está trabajando bien
- La bujía tiene un color negro - Podría ser que hay demasiado aceite en el combustible (mezcla rica), que el carburador está mal ajustado, o que el filtro de aire está sucio (mezcla pobre), etc.
- La bujía tiene un color blanco - Hay muy poco aceite en el combustible, el carburador está mal ajustado (sobrepasa las revoluciones máximas del motor), la bujía no está bien apretada, entra aire por un lado al cilindro, o el filtro de combustible está sucio

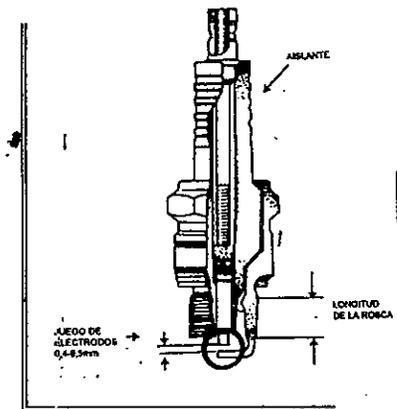
En cuanto a los electrodos, se debe realizar el siguiente control:

- Ajustar el juego de electrodos con un calibrador con la distancia especificada en el manual
- Cambiar la bujía cuando los electrodos estén muy gastados, o desgastados en forma inclinada

Para controlar si la bujía está funcionando bien hay que realizar los siguientes pasos:

- Poner la bujía en contacto con el conductor de electricidad
- Colocar el interruptor en posición "ON"
- Poner la rosca de la bujía en contacto con el cilindro u otra parte de hierro
- Jalar la empuñadura de arranque
- Si el juego de electrodos no produce chispa, o la chispa es muy pobre, hay que reemplazar la bujía por una nueva.

Consultar primero el manual de motosierra si necesita cambiar la bujía de la motosierra (tipo de bujía, grado térmico, longitud del pie aislante, la longitud de la rosca). El uso de la bujía indicada es importante para la duración de la bujía y la potencia de la motosierra.



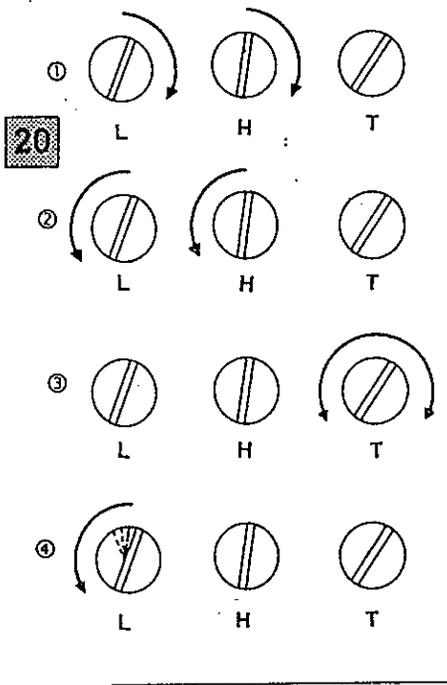
19

Ajuste del carburador

El carburador debe ser ajustado para suministrar las cantidades correctas de mezcla combustible-aire que permitan un mejor rendimiento del motor. Antes de ajustar el carburador, es necesario:

- Llenar los tanques
- Controlar que la cadena tenga la tensión correcta
- Limpiar el filtro de aire

Para el ajuste del carburador es importante que la motosierra se encuentre caliente. El ajuste del carburador comprende el ajuste del tornillo aguja de baja (L), tornillo aguja de alta (H) y tornillo de velocidad mínima (T, LA). El ajuste del carburador se ejecuta en dos etapas: ajuste básico y ajuste de precisión.



AJUSTE BASICO:

- ① Enroscar los tornillos de aguja de baja (L) y aguja de alta (H) sin forzarlos
- ② Desenroscar los tornillos de aguja de baja (L) y aguja de alta (H) de acuerdo con el manual de la motosierra
- ③ Fijarse que el tornillo de velocidad mínima (T, LA) no afecte la mariposa de aceleración
- ④ Arrancar la motosierra y controlar que la aceleración llegue a la máxima velocidad sin fallas y rápidamente. Si existen fallas, como por ejemplo cuando la motosierra intenta pararse, hay que afinar el tornillo de aguja de baja (L) girando un poco a la izquierda hasta que la aceleración sea uniforme y rápida

- ③ Ajustar el tornillo de velocidad mínima (T/LA) sin que el motor se apague al dejar de acelerar y sin que gire la cadena

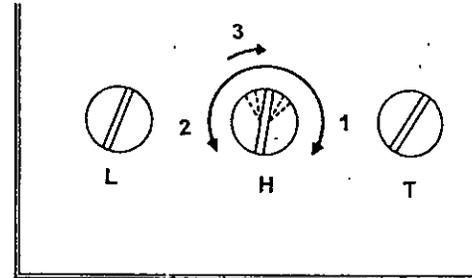
AJUSTE DE PRECISION

El procedimiento para el ajuste de precisión es el siguiente:

- Acelerar el motor al máximo

① Girar el tornillo aguja de alta (H) en el sentido de las agujas del reloj hasta que el motor emita un "chillido" (esto significa que hay demasiadas revoluciones, mezcla combustible-aire muy pobre y rendimiento pobre)

② Girar el tornillo aguja de alta (H) en el sentido contrario de las agujas del reloj hasta que salga humo (esto significa que hay muy pocas revoluciones, mezcla combustible-aire demasiado rica y rendimiento pobre)



③ Girar el tornillo aguja de alta (H) de nuevo un poco en el sentido de las agujas del reloj hasta que se escucha una revolución adecuada del motor

- Controlar la fuerza del motor, cortando madera con la aceleración al máximo

Cuando no se pueda ajustar el carburador de ninguna forma (por ejemplo cuando el motor trabaja irregularmente) puede ser que el carburador esté sucio. Para su limpieza, desármelo sin temor ya que la mayoría de las piezas tienen guías que evitarán que se equivoque. Para realizar esta limpieza use una superficie plana y limpia, donde no se puedan perder las piezas pequeñas.

Ajuste de la lubricación de cadena

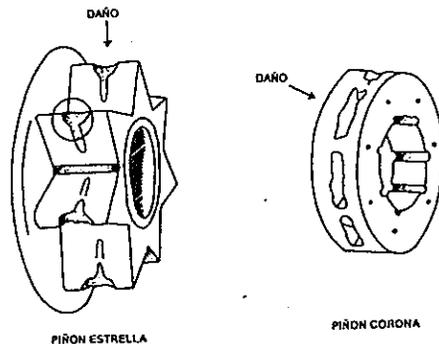
Por lo general las motosierras cuentan con un sistema de lubricación automático; otras tienen además un pulsador de lubricación manual que puede ser usado en el caso que se requiera de una lubricación adicional por condiciones extremas de trabajo.

El sistema de lubricación automática tiene un tornillo regulador del aceite. El manual le indicará dónde está ubicado el tornillo regulador del aceite. Por medio de ese tornillo se puede variar la cantidad de aceite requerido de acuerdo a:

- Diferentes longitudes de espada
- Tipos de espada
- Tipos de corte
- Tipos de trabajo
- Tipos de madera

Cambiar el piñón

22



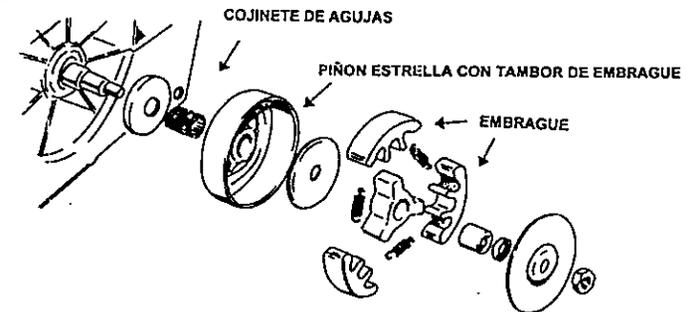
Cuando el piñón muestre daños visibles es necesario cambiarlo. De lo contrario pueden ocurrir accidentes, se puede afectar la tensión de la cadena y reducir su duración.

Los daños de un piñón estrella se notan cuando los dientes del piñón presentan huellas visibles de desgaste que se van profundizando cada vez más. En el caso del piñón corona o anillo, se nota cuando la corona flotante presenta desgaste en los bordes de la garganta.

Para un mejor uso de la vida del piñón es recomendable gastar con un piñón dos cadenas que se usen alternadamente.

En la mayoría de las motosierras, el piñón se cambia de la siguiente forma

- Quitar la bujía
- Enroscar el tornillo de tope en el sitio de la bujía o meter una soga limpia aproximadamente 30 cm
- Bloquear el eje de transmisión girándolo en el sentido de las agujas del reloj hasta que el pistón haga tope contra el tornillo.
- Remover la tuerca del embrague (en la mayoría de las motosierras la tuerca lleva rosca izquierda debe girarla en el sentido de las agujas del reloj)
- Quitar todas las piezas (embrague, discos, piñón)
- Limpiar con combustible el cojinete de las agujas y volver a engrasarlo
- Armar el nuevo piñón y las otras piezas en el orden en que fueron sacadas



23

Cambiar o limpiar el respiradero del tanque de combustible

La mayoría de las motosierras tiene el respiradero en la tapa del tanque de combustible o en la parte superior del tanque. La función es impedir la formación de presión o vacío en el tanque. Una señal de que el respiradero necesita ser limpiado o cambiado es cuando al abrir la tapa del tanque se escucha que el tanque está aspirando (jaland) el aire.

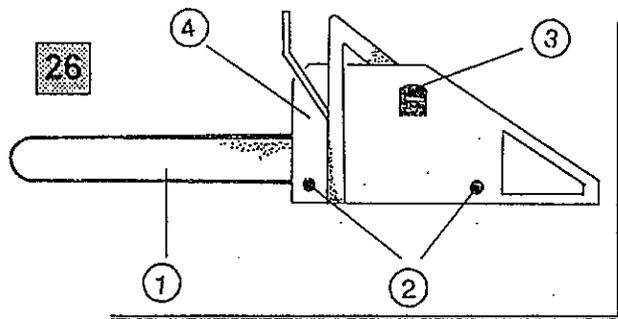
Acondicionamiento de un nuevo motor

El acondicionamiento del nuevo motor en una motosierra puede influir en el consumo de combustible y en el rendimiento y la vida útil de la motosierra. Es recomendable usar durante los primeros días una mezcla de combustible que contenga un poco más de aceite que el indicado por su manual. Para un buen acondicionamiento ponga en marcha el nuevo motor manteniendo la velocidad baja por unos minutos. Luego aumente la velocidad hasta aproximadamente la mitad del regulador por unos minutos adicionales. Al inicio no trabaje muy duro con la motosierra; asentar la máquina por lo menos unas 20 horas.

3 días

Almacenamiento de la motosierra

Si no va a utilizar la motosierra por algunos meses; guárdela correctamente y así se puede ahorrar futuros gastos de reparaciones.



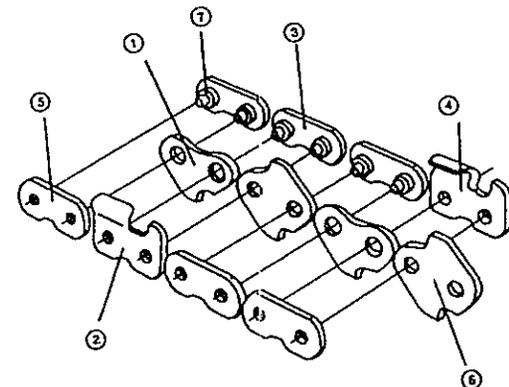
- ① Desmontar la espada y la cadena
- ① Cubrir la espada con una capa de grasa o aceite y envolverla en un papel
- ① Guardar la cadena en un baño de aceite

- ② Vaciar el tanque del combustible y de aceite
- ② Lavar los tanques con combustible
- ② No cerrar el tanque
 - Arrancar la motosierra y hacerla funcionar a baja velocidad hasta que se apague
 - Sacar la bujía
- ③ Poner un poco de aceite dentro del cilindro
 - Jalar 2 o 3 veces la empuñadura de arranque
 - Instalar nuevamente la bujía
- ④ Poner el motor en un lugar seco y libre de polvo (en una caja cerrada)

LA CADENA

Un buen afilado y mantenimiento de la cadena contribuyen con la eficiencia de la motosierra. Una cadena sin filo y con mantenimiento escaso requiere más tiempo, combustible y esfuerzo para trabajar. Además se desgasta rápidamente, puede dañar la espada, el piñón e incluso el motor.

Partes de la cadena

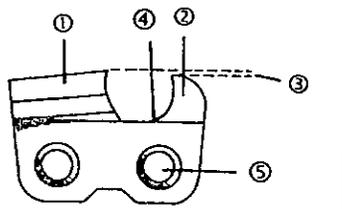


Las funciones de las diferentes partes de la cadena son las siguientes:

- ① **ESLABON GUIA O MATRIZ**
Mantiene la cadena en la ranura de la espada y mueve la cadena por medio del piñón. Además limpia el aserrín y otras suciedades en la ranura de la espada
- ② **ESLABON CORTANTE DERECHO** *del*
Corta la fibra de la madera al lado derecho *de la cadena en*
- ③ **ESLABON LATERAL CON REMACHES**
Permite el deslizamiento de los rieles de la espada *?*
- ④ **ESLABON CORTANTE IZQUIERDO** *del*
Corta la fibra de la madera al lado izquierdo
- ⑤ **ESLABON DE UNION SIN REMACHE**
- ⑥ **ESLABON MOTRIZ DE SEGURIDAD**
- ⑦ **REMAICHE**
Une los eslabones entre sí formando la cadena

Eslabón cortante

El eslabón cortante está compuesto por el diente cortante y el regulador de profundidad.



- ① Diente cortante
- ② Regulador de profundidad
- ③ Rebaje
- ④ Garganta
- ⑤ Orificio de remache

Tipos de eslabones cortantes

Los eslabones cortantes se clasifican de acuerdo a su forma:

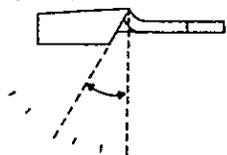
DIENTE CUADRADO RAPID SUPER	DIENTE SEMICUADRADO RAPID MICRO	DIENTE REDONDO RAPID STANDARD
Tiene mayor rendimiento que los otros dos tipos de eslabones cortantes, pero se daña más fácilmente y su afilado es un poco más difícil.	Tiene mejor rendimiento que el eslabón cortante redondo y no se daña tan fácilmente como el eslabón cortante cuadrado.	No se daña fácilmente pero no rinde tanto como los otros tipos de eslabones.

28

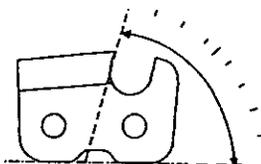
Angulos del eslabón cortante

Al afilarse una cadena deben tomarse en consideración estos dos ángulos básicos de los eslabones cortantes:

a) Angulo de afilado



b) Angulo de ataque

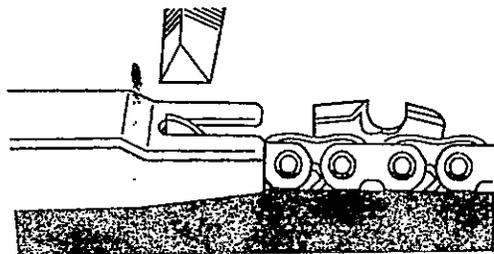


Angulos del eslabón cortante Tipo de Diente	Angulo de afilado	Angulo de ataque
Diente Redondo Standard 	35°	90°
Diente semicuadrado Micro 	35°	85°
Diente cuadrado Super 	30°	80°

29

Regulador de profundidad del eslabón cortante

Su función es regular la profundidad de corte (rebaje), la cual variará según la potencia de la motosierra, el tipo de cadena y las características de la madera a cortar. El rebaje se realiza con una lima plana y un calibrador del regulador de profundidad. Después de 3 a 4 afiladas con la lima cilíndrica es importante rebajar el regulador de profundidad (mantenimiento de la cadena).

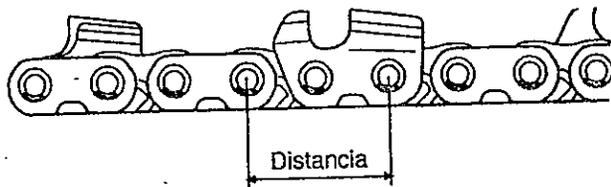


Cilindrada del motor	Rebaje para madera dura (mm)	Rebaje para madera suave (mm)
Cilindrada alta	0,75	1,00
Cilindrada mediana	0,65	0,90
Cilindrada pequeña	0,50	0,75

Paso de la cadena

Para poder determinar el grosor de la lima cilíndrica en el afilado, para el mantenimiento de la cadena, o si se va a comprar una cadena nueva o piñón, es necesario saber el paso de la cadena. Si la cadena no indicara su paso en los eslabones, se puede obtener de la siguiente forma:

- Medir del centro de un primer remache al centro de un tercer remache
- Dividir esta distancia entre dos, este es el paso de cadena

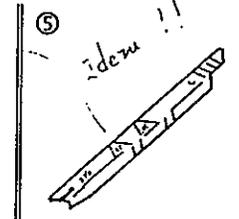
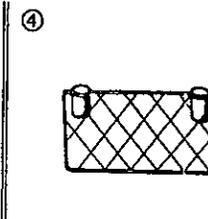
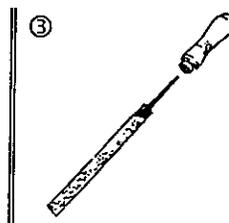
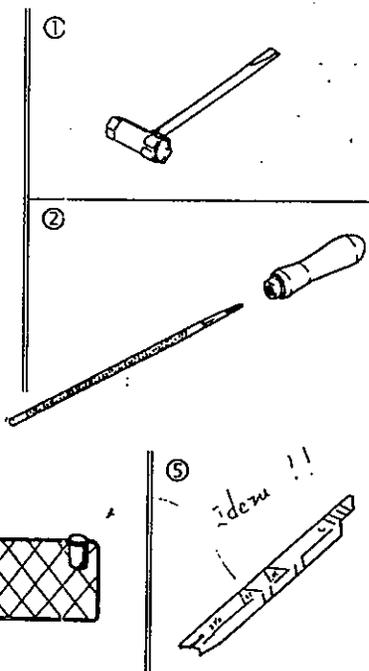


Los pasos más usados para motosierras en bosques tropicales son 3/8 pulgadas (9,52 mm), 0.404 pulgadas (10,26 mm) y 0.325 pulgadas (8,25 mm).

Herramientas para afilado y mantenimiento de cadena

Para el afilado y mantenimiento de la cadena se requieren las siguientes herramientas básicas:

- ① Llave universal
- ② Lima cilíndrica con mango
- ③ Lira plana con mango
- ④ Guía del ángulo superior
- ⑤ Calibrador del regulador de profundidad



Diámetro de la lima cilíndrica

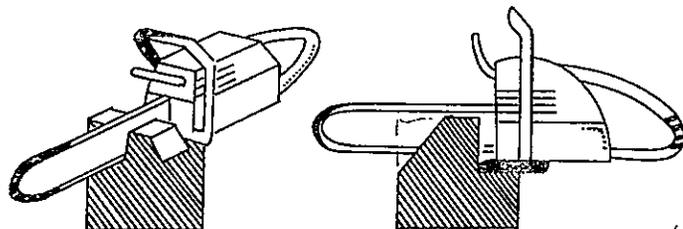
El diámetro de la lima cilíndrica a utilizarse varía con el paso de la cadena (por ejemplo 3/8 o 0.404 pulgadas) o con el desgaste del diente cortante.

Paso de la cadena en pulgadas	Diámetro de la lima redonda para dientes nuevos hasta medio uso en pulgadas y milímetros	Diámetro de la lima redonda para dientes de medio uso hasta desgaste total
0.404"	7/32" (5,6mm) 5,5	13/64" (5/2mm)
3/8"	13/64" (5,2mm)	3/16" (4,8mm)
0.325"	3/16" (4,8mm) 4,8	(4/6mm)

Tocón de apoyo para el afilado

Es importante fijar la motosierra en un tocón o utilizar la prensa de campo para afilado sobre un tocón. El tocón de apoyo para el afilado se improvisa en el mismo lugar donde se está trabajando:

- Cortar un árbol no comercial con un diámetro de 20 a 30 centímetros
- El corte de caída del árbol debe llegar a la altura de su cintura



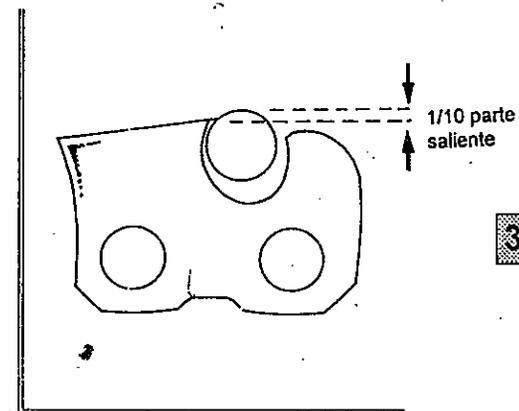
32



Afilado de la cadena

El procedimiento de afilado de la cadena se realiza de la siguiente forma:

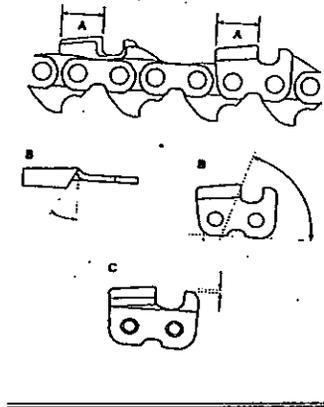
- Controlar la tensión de la cadena
- Colocar la motosierra en el tocón de apoyo
- Escoger la lima cilíndrica adecuada
- Buscar el diente cortante más dañado o el diente más corto → = a este
- Separar las piernas para tener un buen equilibrio
- Asegurarse que antebrazo, mano y lima estén en la misma dirección del ángulo superior
- Controlar la dirección de la lima con la guía del ángulo superior
- Colocar la lima en posición horizontal o con una inclinación de 10° (dependiendo del tipo de eslabón cortante)
- Empezar a afilar uno de los dientes cortantes
- La décima parte del diámetro de la lima debe sobresalir por encima del diente
- Controlar el ángulo de ataque
- Mover la cadena en dirección a la punta de la espada
- Afilar todos los dientes cortantes de ese lado de la cadena
- Colocarse al otro lado de la espada para afilar los otros dientes cortantes y seguir el procedimiento anteriormente descrito



33

Ing. MSc. Gustavo Guzmán E.
C.I. 10.000.000
ESPECIALIZACIÓN
EN TÉCNICA DE CORTA DIRIGIDA

Mantenimiento de la cadena



Cuando realice el mantenimiento de la cadena revise:

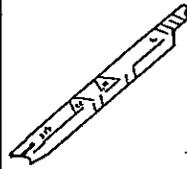
- La longitud de todos los dientes cortantes (debe ser la misma)
- Los dos tipos de ángulo de los eslabones cortantes (de afilado y de ataque)
- El rebaje del regulador de profundidad

Además de lo que se utiliza para el afilado de cadena, para el mantenimiento de la cadena se requiere:

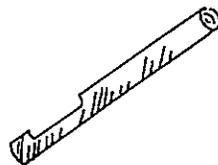
Lima plana con mango



Calibrador del regulador de profundidad



Un palito del tamaño de un fósforo como guía para controlar la longitud de los dientes cortantes



34

En cuanto al procedimiento de mantenimiento de la cadena, se deben seguir el descrito para el afilado de la cadena pero añadiéndole los siguientes pasos:

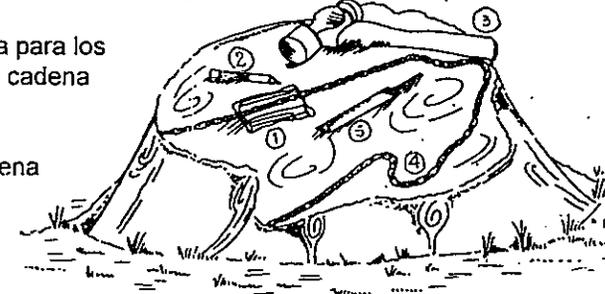
- Luego de colocar la motosierra en el tocón de apoyo se debe buscar el diente cortante más corto o más dañado
- Después de que el primer diente está bien afilado se debe marcar la longitud de ese diente con un palito
- Afilar todos los dientes cortantes de ese lado de la cadena controlando que tengan la misma longitud ✓ ✓
- Afilar con la lima plana todos los reguladores de profundidad de ese lado de la cadena (poner siempre el calibrador del regulador de profundidad)
- Colocarse al otro lado de la espada y repetir el procedimiento anteriormente descrito

Reparación de la cadena

La reparación de una cadena se debe hacer en una superficie plana, firme y que no vibre. Es recomendable usar un tocón con un corte limpio:

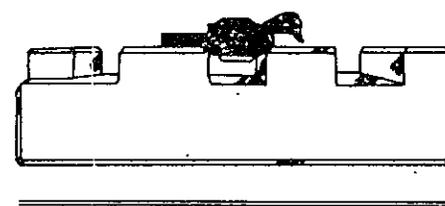
Las principales herramientas para la reparación de la cadena son:

- 1 Yunque con ranura para los diferentes tipos de cadena
- 2 Punzón
- 3 Martillo de bola
- 4 Repuestos de cadena
- 5 Lima plana
- Una cadena vieja (eventualmente)



Quitar los remaches de la cadena

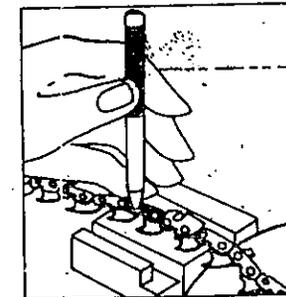
El procedimiento para quitar los remaches que unen los eslabones de la cadena es el siguiente:



- Elegir el yunque con el ancho correcto de la ranura o canal
- Poner correctamente la cadena dentro de la ranura del yunque

- Colocar el punzón en el centro del remache
- Golpear en forma alterna los dos remaches del eslabón lateral

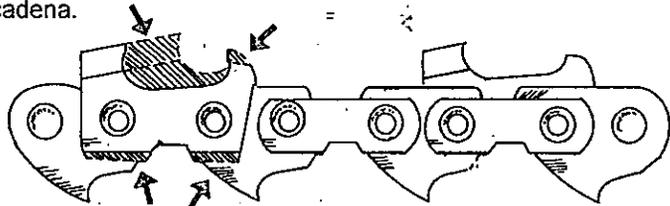
Si no se tiene un yunque y punzón se pueden rebajar las cabezas de los remaches con la lima plana, hasta sacar las piezas.



35

Reemplazo de eslabones y ensamblaje de la cadena

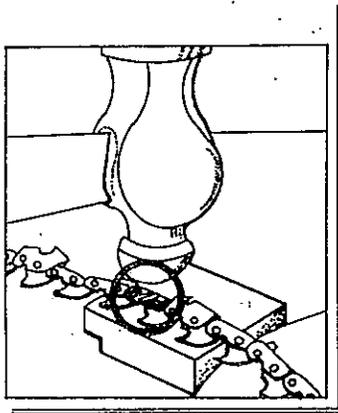
Al reemplazar los eslabones fijarse que tengan el mismo nivel de desgaste que los que permanecen en la cadena. Si se instalan eslabones nuevos en una cadena usada se deben limar siempre sus bases al nivel de los eslabones restantes antes de ensamblar la cadena. Además, se debe verificar siempre que los eslabones de reemplazo (nuevos o usados) correspondan a las especificaciones de la cadena.



Se deben usar siempre eslabones laterales nuevos con remaches incorporados para unir los eslabones.

El procedimiento para ensamblar de nuevo la cadena es el siguiente:

36



- Colocar el eslabón lateral nuevo con remaches incorporados sobre la parte plana del yunque
- Ensamblar la cadena
- Formar las cabezas de los remaches con el martillo de bola
- Controlar que las piezas estén bien unidas
- Continuar formando las cabezas de los remaches con el martillo de bola hasta que tenga el mismo ajuste que el resto de la cadena

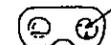
Si los remaches están demasiado ajustados se pueden aflojar dando los pequeños golpes con el punzón.

Los dientes cortantes cambiados se deben limar una vez ensamblada la cadena. Estos deben limarse del mismo largo que el resto de los dientes cortantes.

Cuándo debe desecharse una cadena

Los indicadores para saber cuándo desechar una cadena son:

- La cadena se ha roto en varias oportunidades
- Las bases de los eslabones están excesivamente desgastadas
- Los remaches de los eslabones tienen ranuras
- Los eslabones guía están seriamente dañados



Long.
los die
±

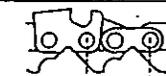
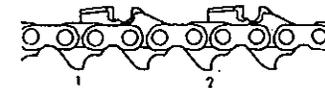
En todos los casos señalados debe desecharse la cadena pues puede ocasionar graves accidentes.

37

Comprar una cadena

Es recomendable llevar la cadena vieja cuando se va a comprar una nueva. Si desea comprar una cadena diferente o no puede llevar la cadena vieja, debe llevar consigo los siguientes datos:

- Largo de la cadena (contar los eslabones guías)
- Tipo de diente
- Paso de cadena
- Espesor del eslabón guía (espesor a veces indicado en la espada)

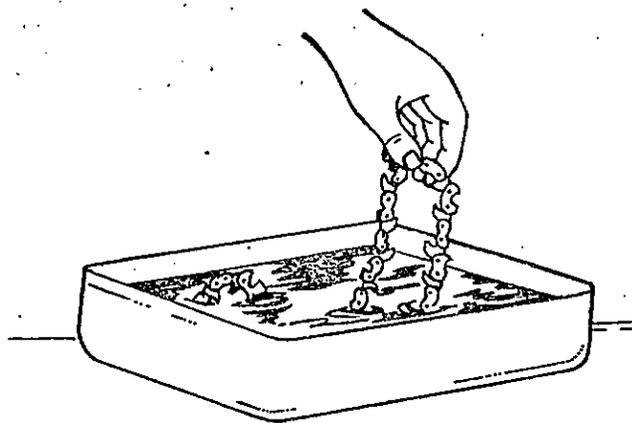


Acondicionamiento de una nueva cadena

La duración de la cadena depende en gran parte de sus primeros minutos de uso. Por eso es importante que siga el procedimiento aquí indicado para acondicionar una cadena nueva:

- Meta la cadena en un recipiente con aceite de cadena
- Coloque la cadena sobre la espada y controle que esté correctamente tensada
- Arranque la motosierra y manténgala a baja velocidad por unos minutos sin cortar nada; controle que la cadena esté recibiendo aceite
- Pare la motosierra y deje que la cadena se enfríe para tensarla nuevamente
- Arranque la motosierra de nuevo y realice unos cuantos cortes
- Pare la motosierra y déjela que se enfríe nuevamente
- Repita este procedimiento hasta que la cadena ya no se alargue más

38





UNIDAD 3

Determinación de costos

V. CÁLCULO DE COSTOS DE LAS MÁQUINAS

Los costos de las máquinas normalmente son calculados por "hora de máquinas" o también por "kilometraje" en el caso de camiones, etc.

Duración de las Máquinas

Para fines de cálculo de costos, como vida normal de los diversos tipos de máquinas del sector forestal, se estima como promedio 13,000 horas, en caso de camiones 15,000 a 20,000 horas. Motosierras se calcula con 1,500 horas.

La duración del equipo móvil del sector forestal depende de muchos factores, tales como las condiciones de funcionamiento, la capacitación de operarios y mecánicos, la disponibilidad de piezas de repuestos, su caída en desuso y, en países tropicales, del clima. En el este de Canadá, la duración de los mayores tractores de oruga (175 HP y más) excede a menudo a 15,000 horas sin aumento, o con un aumento muy pequeño, en los costos de reparación y mantenimiento, durante las últimas etapas de vida útil. En algunos países tropicales, donde los operarios y mecánicos no están convenientemente capacitados, o donde la utilización anual es tan baja que se llega a anticipar, la vida del tractor a veces no sobrepasa las 8,000 horas.

Cálculo del Coste de Funcionamiento de las Máquinas

El coste de funcionamiento de una máquina por unidad de tiempo es la suma de varios componentes:

- a) Depreciación o amortización de capital.
- b) Interés sobre la inversión media.
- c) Seguros: responsabilidad civil y daños a la propiedad, incendios, etc.
- d) Impuestos anuales.
- e) Mano de obra responsable del funcionamiento.



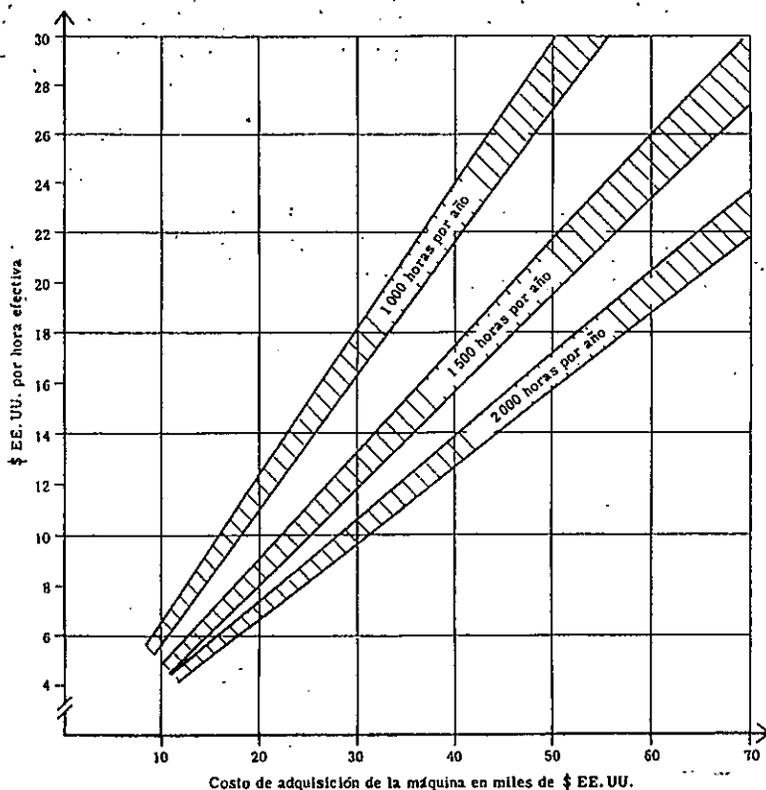


FIGURA 16. — Costos por unidad de tiempo para tractores, camiones y otras máquinas pesadas.

- f) Combustible.
- g) Aceites y lubricantes.
- h) Servicio de mantenimiento y reparaciones (a excepción de neumáticos para vehículos de transporte)
- i) Neumáticos para camiones y remolques.

El formulario para el cálculo del costo de la máquina, puede utilizarse para recoger el costo estimado de funcionamiento por unidad de tiempo para todo el equipo, incluyendo el operario u operarios. Para la mayoría de las máquinas esta unidad de tiempo es la hora productiva. Para las motosierras y para pequeños equipos similares pueden utilizarse unidades de tiempo mayores, tales como el "día". Para los camiones y remolques de transporte las unidades de tiempo pueden ser la hora o también el Km.

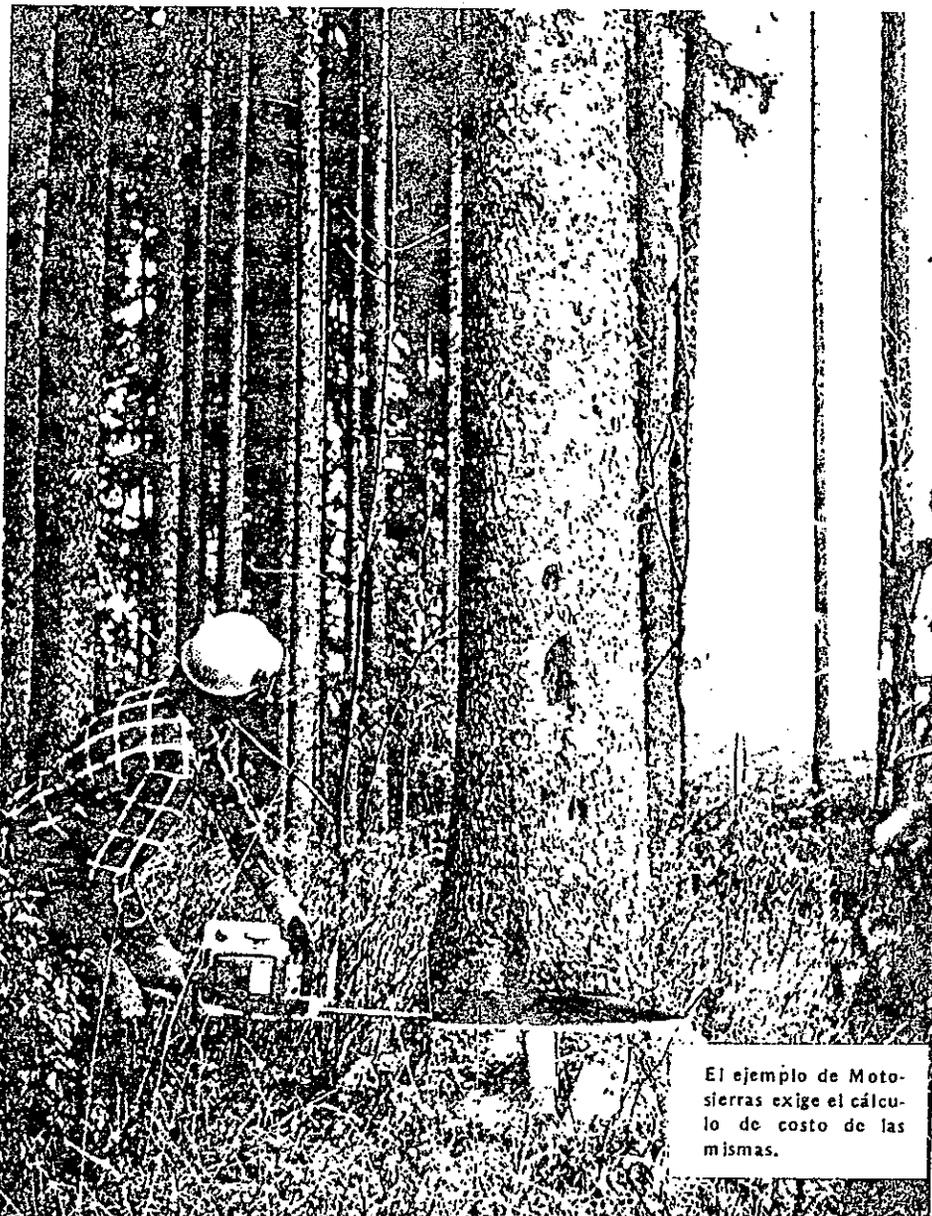
El coste de funcionamiento, incluyendo al operario, por hora productiva de aquellas máquinas, que trabajan fuera de la carretera, sobre el terreno forestal, puede calcularse aproximadamente con la fórmula:

$$C = \frac{2,4 A}{LE}$$

Donde:

- C = coste de funcionamiento (En US\$ por hora productiva de máquina, incluyendo el operario)
- A = coste de adquisición (en US\$)
- LE = duración esperada en horas productivas de máquina

Debe señalarse que esta fórmula no se utiliza para vehículos de transporte y se debe considerar como una aproximación para otras máquinas. Cuando se necesitan valores más precisos, deben emplearse métodos más exactos. Sin embargo, es una valiosa ayuda cuando se hacen comparaciones rápidas.



El ejemplo de Moto-sierras exige el cálculo de costo de las mismas.

CALCULO DEL COSTE DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MAQUINAS

Descripción de la máquina _____
 Duración total en horas _____ Potencia HP _____ Coste de entrega _____
 Duración en años _____ Horas (días) por año _____
 Combustible Tipo _____ Precio por litro _____
 Neumáticos Tamaño _____ tipo _____ No. de neumáticos _____
 Costo del juego de repuestos de neumáticos _____
 1 Maquinista Salario hora (día) _____ Cargas sociales _____ %
 2 Maquinista Salario hora (día) _____ Cargas sociales _____ %
 Tasa de interés _____ mensual/anual Tasa de seguro _____
 Factor para aceite y engrases _____ Hora de máquina por día de trabajo _____ Valor de impuesto mensual/anual _____

Componentes del costo Costo por hora (día)

- (a) Depreciación = $\frac{\text{Costo de entrega} \times 0,90}{\text{Duración en horas}}$ _____
 (b) Interés = $\frac{\text{Costo de entrega} \times 0,60 \times \text{tasa interés}}{\text{Promedio de horas por año}}$ _____
 (c) Seguros = $\frac{\text{Costo de entrega} \times 0,60 \times 0,1}{\text{Promedio de horas por año}}$ _____
 (d) Mano de Obra = $\frac{\text{Costo durante el período incl. carga social}}{\text{Horas de máquina en el período}}$ _____
 (e) Impuesto = $\frac{\text{Valor del impuesto anual}}{\text{Promedio de horas por año}}$ _____

Sub - Total¹⁾ _____

1) Representa el costo por hora de parada de vehículos de transporte

$$(f) \text{ Combustible} = \text{HP} \times X \times \text{CL}$$

donde: HP = Potencia del motor

CL = Costo del litro de combustible

X = 0,12 para Diesel, 0,175 para Gasolina

$$(g) \text{ Aceites y engrases} = \frac{\text{HP} \times X}{100}$$

donde: X = 0,20 hasta 0,60 según tipo de máquina

h) Servicio de mantenimiento y Reparaciones

$$\frac{\text{Costo de entrega}}{\text{Duración en horas}}$$

* incluido neumáticos, excepto para los vehículos de transporte.

i) Neumáticos para vehículos de transporte

$$0,0006 \times \text{CSI}$$

donde: CSI = Costo del juego de neumáticos de repuesto.

Total²⁾

2) Representa el costo por hora de recorrido de un vehículo de transporte y el costo por hora productiva de máquina.

A continuación se trata de la obtención de las fórmulas empleadas para estimar el valor de los diversos componentes del costo de funcionamiento de una máquina.

Depreciación

La depreciación es un medio para recuperar la inversión original en una máquina. De los diversos métodos que existen para calcular la depreciación, para el cálculo de costos, se utiliza normalmente el número de horas de máquina.

No hay un procedimiento para conocer con exactitud la duración económica de una máquina, debido a factores que se refieren a su caída en desuso, la dureza de su utilización, la caída del mantenimiento y así sucesivamente.

La cantidad a considerar como depreciación incluye los derechos de importación, los impuestos, los gastos de transporte y todos los otros costos realizados para entregar la máquina en su lugar de trabajo, menos su valor como máquina vieja o de chatarra, que normalmente se toma como el 10% del costo total original.

La depreciación por unidad de tiempo se determina entonces dividiendo esta cantidad neta por la duración o vida estimada de la máquina expresada en las mismas unidades de tiempo.

Interés

El interés a incluir en el costo de funcionamiento de la máquina se calcula aplicando a la inversión media anual en la máquina la tasa de interés a que se puede obtener prestado el dinero para financiar su compra. Se expresa como un costo por unidad de tiempo dividiendo el interés anual por el número de unidades de tiempo del año, esto es:

$$I = \frac{\text{AAI} \times i}{\text{Unidades de tiempo del año}}$$

donde:

I = interés por hora

AAI = inversión anual media

i = tasa de interés, expresada en forma decimal

Para el cálculo rápido y fácil la inversión media anual se considera con frecuencia como el 60% del costo de entrega de la máquina.

En algunas zonas del mundo no se incluye normalmente el interés en la contabilidad del costo de funcionamiento de una máquina. Sin embargo, debe incluirse cuando se están comparando los costos de funcionamiento de dos o más máquinas de explotación. El no considerarlo puede llevar a cálculos incorrectos de las máquinas y a decisiones equivocadas al seleccionar el método de explotación forestal.

Seguro

El seguro está destinado normalmente a cubrir las responsabilidades civiles y daños a la propiedad y la pérdida de la máquina debido a incendios, robos u otros riesgos. Su valor anual se suele considerar como un tanto por ciento de la inversión inicial en la máquina o de la inversión anual media y se convierte en una cuantía por hora. La cuantía en tanto por ciento depende de la costumbre local pero normalmente está entre el 1 y 5% aplicado sobre la inversión media anual. Puede utilizarse la fórmula siguiente:

$$IN = \frac{\text{Costo de entrega de la máquina} \times 0,60 \times 0, r}{\text{Unidades de tiempo por año}}$$

donde:

IN = costo del seguro por hora

0, r = cuantía en tanto por ciento expresada en forma decimal

Impuestos

Esta partida se refiere a los impuestos anuales relativos a la propia máquina. Incluye el costo anual, si procede, de la

licencia de la máquina pero no los impuestos sobre el combustible que forman parte del costo de éste. El costo anual de los impuestos se traduce en una cuantía por hora, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Impuesto} = \frac{\text{Cuantía anual de los impuestos}}{\text{Promedio de horas por año}}$$

Mano de Obra

El costo de la mano de obra encargada del funcionamiento comprende los salarios directos del o de los maquinistas, junto con el costo indirecto de las cargas sociales. El último costo debe establecerse y expresarse como un tanto por ciento del costo directo de la mano de obra. El costo de la mano de obra por hora de máquina puede hallarse dividiendo el costo de la mano durante el período de tiempo (día, semana, mes o año) por el número de horas máquina empleadas en el período.

Esto es:

$$\text{Mano de obra empleada en el funcionamiento} = \frac{\text{Costo de la mano de obra durante el período} \times (1 + f)}{\text{HMP (u otra unidad de tiempo) en el período}}$$

donde:

f = costo de las cargas sociales, expresado en tanto por ciento del costo directo de la mano de obra.

HMP = horas productivas de máquina

Combustible

El consumo de combustible depende de la fuerza del motor y del coeficiente de carga. El coeficiente de carga es un término utilizado para expresar el consumo real de combustible como un tanto por ciento de la capacidad máxima del motor para quemar combustible. Esto es, un motor funcionando de modo continuo, a su máxima potencia, está operado con un coeficiente de carga de 100%. El

valor del coeficiente de carga depende de la dureza del servicio. Para fines de estimación se puede utilizar un valor de coeficiente de carga de 60%, sin producir un error importante en el costo de funcionamiento de la máquina.

El consumo de combustible de un motor diesel varía entre 0,16 y 0,18 Kg. por caballo de potencia, dependiendo del modelo del motor y de la velocidad, de la temperatura del ambiente y de la eficacia del motor. Para fines de cálculo, puede utilizarse un valor medio de 0,17 kg.¹⁾ El consumo de combustible de los motores de gasolina es del orden de 0,21 kg. por hp de potencia.²⁾

Aunque el peso de combustible varía algo, dependiendo de la temperatura ambiental y de la presión, pueden tomarse como valores 0,84 kg/litro para combustible diesel y 0,72 para la gasolina.

El consumo de combustible puede calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$LPMH = \frac{K \times HP \times LF}{KPL \times 100}$$

1) Tractores Steyr 155 gr por HP y hora según datos publicados por Deutsche Steyr-Daimler-Puch GmbH, 1985

2) La potencia total es la potencia del motor cuando funciona solamente con sistema de combustible, filtro de aire y bombas de combustible y de agua. La potencia neta es la potencia desarrollada cuando funciona con ventilador, sistema de escape, generador o alternador y otros accesorios auxiliares. La potencia neta está normalmente dentro del orden de un 7 a un 15% inferior a la potencia total. La potencia del motor se indica normalmente como potencia total (USA), pero algunos fabricantes indican la cifra correspondiente a la potencia neta (Europa = DIN HP).

donde: LPMH = litros utilizados por hora de máquina
 l = kilogramos de combustible utilizados por hp de potencia por hora
 HP = potencia del motor en hp
 LF = coeficiente de carga en tanto por ciento
 KPL = peso del combustible en kg/litro

Sustituyendo en la fórmula los valores K, LF y KPL la fórmula se convierte en:

- (a) LPMH = 0,12 x HP para motores diesel y
 (b) LPMH = 0,175 x HP para motores de gasolina

Según:

$$\frac{K \times LF}{KPL} = \frac{0,17 \times 0,6}{0,84} = 0,12 \text{ (Diesel)}$$

$$\frac{K \times LF}{KPL} = \frac{0,21 \times 0,6}{0,72} = 0,175 \text{ (Gasolina)}$$

El costo de combustible por hora de máquinas puede calcularse entonces mediante la siguiente fórmula:

- (a) FC = 0,12 x HP x CL (para motores diesel)
 (b) FC = 0,175 x HP x CL (para motores de gasol.)

donde:

FC = costo del combustible por hora de máquina
 HP = potencia del motor
 CL = costo del combustible por litro

Así, si el combustible cuesta 0,25 \$/litro; el costo estimado de combustible de un tractor caterpillar D7F que desarrolla una potencia de 180 hp, sería:

$$0,12 \times 180 \times 0,25 = 5,4 \text{ \$ EEUU por hora}$$

El mejor sistema para obtener los datos sobre el consumo de combustible es a partir de máquinas similares que trabajen en condiciones análogas. Cuando esta no es posible, el método más satisfactorio es el indicado anteriormente. La más decisiva variable en este método es el coeficiente de carga.

Aceite y Engrase

El costo de aceite y engrase, incluyendo aceites hidráulicos, varía con la potencia del motor y con la capacidad y complejidad del sistema hidráulico. Para aquellas máquinas, como tractores y caminos, que no tienen sistema hidráulico o este es relativamente pequeño, el costo por hora de máquina puede obtenerse aproximadamente mediante la fórmula siguiente:

$$\text{COG} = \frac{\text{HP} \times 0,20}{100}$$

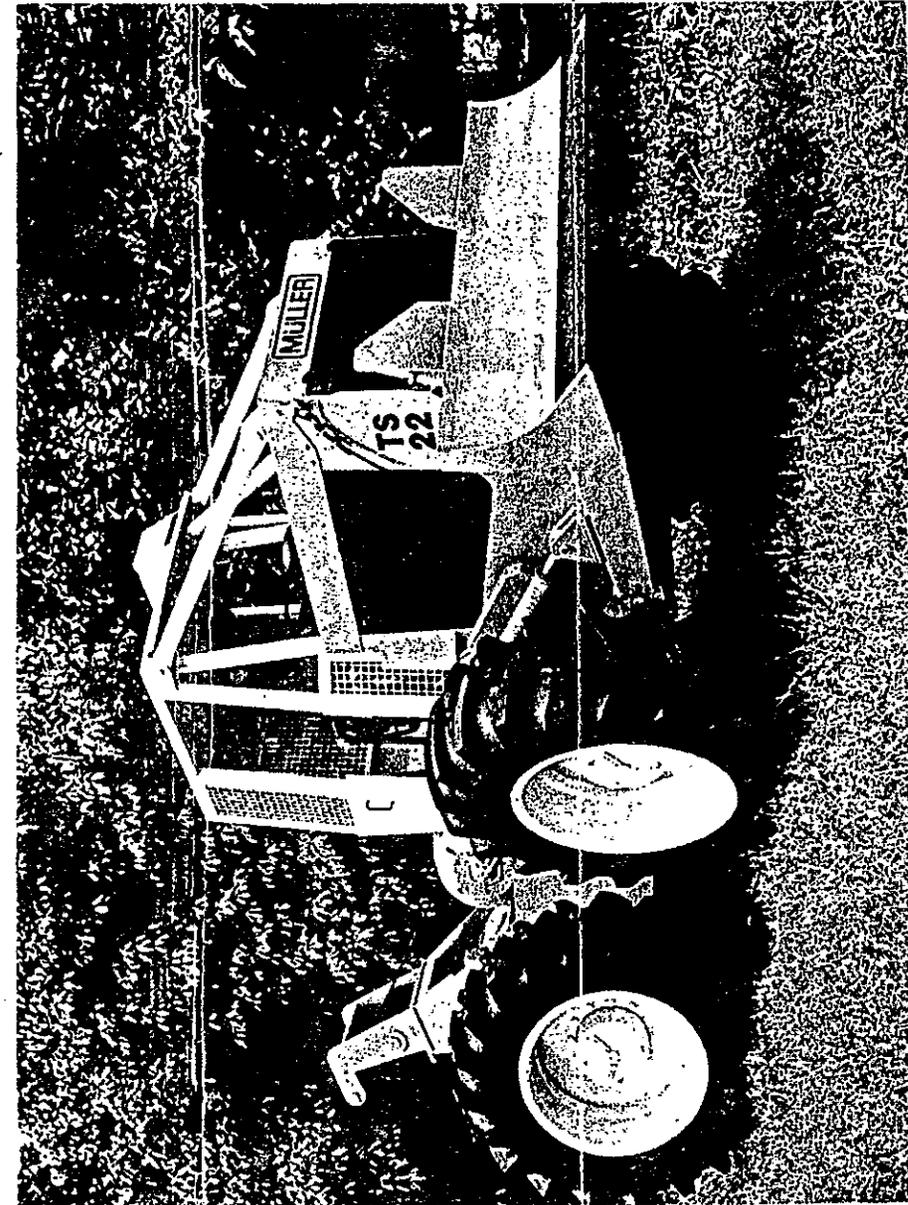
donde:

COG = costo de aceite y engrase por HP

HP = potencia total en hp

En máquinas como los tractores forestales transportadores, las procesadoras y las cosechadoras forestales que pueden tener sistemas hidráulicos importantes, relativamente complicados y de alta presión, el costo por hora de máquina, puede sobrepasar el 50% e incluso aproximarse al 100% de la potencia total. Por ejemplo un "harvester" con una potencia de motor del orden de los 200 HP, puede tener un costo de aceite y engrase superior a 1 \$ EEUU, por hora de máquina.

Generalmente se toma como factor x en caso de



Skidder	0,25
Motoniveladora	0,35
Cosechadoras	0,60

En el caso de motosierras el gasto para aceites y engrase puede igualar al gasto para el combustible, debido al alto consumo de aceite para la lubricación de la cadena.

Servicio y Reparaciones (exceptuando los neumáticos para los vehículos de transporte)

Es muy difícil hacer unos cálculos seguros del costo de servicios y reparaciones de los equipos mecánicos a menos que se disponga de experiencia con máquinas similares que trabajen en condiciones análogas. Se ha convertido en una costumbre el referir los costos de servicios y reparaciones durante la vida de una máquina al precio de compra; y expresarlos como un costo por hora de máquina. Están basados en el supuesto de que la vida esperada de la máquina se ha estimado en forma realista.

Aunque el costo de servicios y reparaciones de una máquina aumenta realmente con la edad, normalmente se hace un promedio para toda la vida de la máquina y se expresa sobre la base de una "línea recta", de igual forma que la depreciación. En la práctica, las cargas por depreciación anual disminuyen cada año mientras que aumentan los costos de servicios y reparaciones, de modo que las dos sumadas dan un valor anual bastante constante durante la vida de la máquina, haciendo de este modo que el cálculo sobre la base de una "línea recta" sea razonablemente realista, cuando ambos componentes del costo se consideran de esta forma. La experiencia demuestra que los costos de servicios y reparaciones pueden variar entre el 75 y 150% de la depreciación (cuando la vida de la máquina se estima de forma realista) dependiendo de la complicación y de la etapa de desarrollo de la máquina, de su tipo de trabajo, del medio en que trabaja y del cuidado que ponga el conductor. El costo se compone de dos partidas:

(a) Mano de obra, incluyendo cargas sociales y

(b) Repuestos y materiales.

En Canadá estos constituyen cada uno aproximadamente el 50% del costo total. En los países en desarrollo el costo de accesorios y materiales suele diferir bastante del de los países industrializados, pero el costo de la mano de obra es muy inferior. Como norma general, el costo de servicios y reparaciones durante el período de vida de una máquina de explotación maderera bastante bien desarrollada, se considera equiparable al costo de entrega de la máquina original. Se sugiere utilizar la misma relación, a menos que se disponga de datos más precisos o hasta que se logren éstos y, en consecuencia, la fórmula siguiente:

$$\text{Servicios y reparaciones} = \frac{\text{Costo de la entrega de la máquina}}{\text{Vida normal en horas}}$$

Neumáticos (solamente para vehículos de transporte)

El cálculo de los costos de neumáticos de los vehículos de transporte se basa a veces en el recorrido en kilómetros. No hay error en este método, particularmente cuando los camiones funcionan de modo continuo con las mismas cargas y sobre el mismo tipo de carreteras. Sin embargo, en la mayoría de las operaciones de explotación maderera se encuentran varios tipos de carretera, desde las mal acabadas, de baja velocidad, en las que los neumáticos están sometidas con frecuencia a daños laterales, hasta las carreteras suaves y bien pavimentadas, de alta velocidad, en las que existen pocos riesgos y en las que el calor es probablemente el mayor enemigo de los neumáticos. Por lo tanto, parece lógico que el cálculo del costo de neumáticos basado en las horas de recorrido sea tan seguro o incluso más preciso que el cálculo basado en el recorrido en km.

También es evidente que la experiencia con equipos y neumáticos similares, en operaciones análogas, proporcionará la mejor información sobre el costo. Cuando no se disponga de tal experiencia, deben encontrarse otros medios. Mucho dependerá de la elaboración del propio neumático, de la carga sobre él y de la presión de inflado, de la capa de superficie de la carretera, de la velocidad de circulación, de la temperatura ambiente y de otros

numerosos factores.

Sobre la base aproximada de que un vehículo de transporte debe pasar 10.000 horas de su vida viajando; la duración de los neumáticos debe ser de unas 2.000 horas de recorrido y el recauchutado y las reparaciones por neumático ascienden al 50% del costo original, se necesitarán cuatro juegos de neumáticos de repuestos durante la vida útil del vehículo de transporte con un costo de

$$CST \times 1,5 \times 4$$

y el costo de neumáticos por hora de recorrido se hallará con la fórmula siguiente:

$$IC = \frac{CST \times 1,5 \times 4}{10.000}$$

donde:

IC = costo de neumáticos por hora de viaje

CST = costo del juego de neumáticos de repuesto.

Los costos de mano de obra utilizada en el cambio de neumáticos y en la ejecución de reparaciones menores de éstas pueden incluirse por razones de comodidad, junto con la mano de obra de servicios y reparaciones.

Otras Formas para el Cálculo de los Costos de las Máquinas

Se conoce diferentes formas para el cálculo de los costos de las máquinas. A continuación se da un esquema que varía en algunos puntos del esquema anterior. El cálculo de costo de depreciación y reparación parece más exacto, mientras el cálculo de carburantes y lubricantes debe ser menos exacto como en el caso del esquema anterior.

Datos para el Cálculo de Costo del Funcionamiento de Máquinas

1. Costo de entrega (A) en DMK
2. Tasa de interés (p)
3. Seguro, prima por año
4. Impuesto por año
5. Garaje por año
6. Duración total (H) en horas máquinas de uso
7. Duración técnica (caída en desuso) en años (N)
8. Horas de máquina por año (j) (evtl. Km)
9. Límite de depreciación variable $\left(\frac{H}{N}\right)$ en horas máquina por año
10. Factor de reparación (r) como fracción de (A)
11. Precio de carburante por litro
12. Consumo de carburante por hora máquina
13. Salario del maquinista
14. Carga social por hora del maquinista

Si se ve por conveniente se puede reemplazar la hora máquina por el kilómetro de recorrido, especialmente en caso de camiones o remolques.

Esquema para el Cálculo de Costo de Funcionamiento de máquinas

I. Costos fijos

DMK/hora máquina

a) Interés = $\frac{A}{2} \times p = \text{DMK } \dots$

b) Seguro = DMK ...

c) Impuesto = DMK ...

d) Garaje = DMK ...

Suma a) hasta d) = $\text{DMK } \dots : j = \text{DMK } \dots$

II. Costos parcialmente variables

1. Valor de j más grande que $\frac{H}{N}$

a) Depreciación = $\frac{A}{H} = \text{DMK } \dots$

b) Reparación = $\frac{A}{H} \times r = \text{DMK } \dots$

2. Valor de j más pequeño que $\frac{H}{N}$

a) Depreciación = $\frac{A}{N \times j} = \text{DMK } \dots$

b) Reparación = $\left(\frac{A}{H} \times r \right) \left(\frac{N \times j}{H} \right) = \left(\frac{A \times r \times N \times j}{H \times H} \right)$

DMK ...

III. Costos totalmente variables

a) Carburante = (consumo litro/hora x DMK/litro) =

DMK ...

b) Lubricantes = 20% de III a) = DMK ...

c) Mantenimiento = 15% de IV a) y IV b) = DMK ...

//..

IV. Salarios y cargas sociales

a) Salario de maquinista por hora = DMK ...

b) Carga social por hora de maquinista = DMK ...

Total por hora de máquina (Km) = DMK

2. CONSIDERACIONES METODOLOGICAS

La metodología desarrollada en el estudio del arrastre de troncos con bueyes y tractores agrícolas es muy similar en cuanto a determinación de tiempos, movimientos y rendimientos, variando sólo el cálculo de los costos y salarios; por consiguiente estos últimos se describen por separado.

2.1 Descripción de los tiempos

Para cada ciclo de trabajo se determinaron los tiempos involucrados en los movimientos realizados en las operaciones del maderero, comprendiendo los tiempos normales y los tiempos suplementarios.

2.1.1 Tiempo normal

Se define como el tiempo estrictamente necesario para ejecutar una actividad dentro del ciclo de trabajo.

2.1.2 Tiempo suplementario

Se conoce también como tiempo accesorio, y es aquél que ocasiona retraso o interrupciones en las labores de trabajo. La subdivisión de este tiempo varía según diferentes autores, pero en el estudio se tuvo en cuenta la realizada por Cardiel (1974) y por la FAO (1970), a saber: suplemento por fatiga, suplemento por necesidades personales y suplemento por demora.

- a. Suplemento por fatiga. Es el descanso tomado por el boyero o los operarios con el fin de reposar por el cansancio originado en el trabajo. Este tiempo puede ser para el descanso propiamente dicho, beber agua en épocas calurosas o calentar las manos cuando hace frío; no contempla el tiempo empleado en almorzar. También considera los lapsos de tiempo empleados por los bueyes para descansar en el maderero cuando la fatiga así lo exige, y no considera aquellos intervalos de tiempo destinados al descanso que se le da a los animales al medio día.
- b. Suplemento por necesidades personales. Es el tiempo utilizado por los trabajadores forestales para sus necesidades fisiológicas, cambiar ropas, entre otros.
- c. Suplemento por demoras. Son los tiempos que producen retrasos y pueden ser computables o no computables. En el primer caso se consideran las demoras incidentales ocurridas durante el maderero como son: recibir instrucciones de trabajo, colocar materiales en el puesto de trabajo, preparación de los tractores o yuntas de bueyes en la zona de maderero, cambiar piezas o repuestos, remover obstáculos que dificultan el desplazamiento por los senderos de maderero, recoger ramas, colocar gasolina, arreglar la cadena o el cable al romperse, acomodar o apilar nuevamente la carga al soltarse en el viaje con carga, arreglar y acomodar los aperos de los bueyes cuando se desajustan. Asimismo, es costumbre de algunos boyeros dar descanso a los bueyes en el instante en que los animales realizan sus necesidades fisiológicas, por consiguiente este tiempo se considera computable.

Entre las demoras no computables, se mencionan las pérdidas de tiempo accidentales o innecesarias entre las que destacan: olvido de las herramientas, conversaciones entre los operarios, descansos premeditados y todos los retrasos ajenos al proceso normal. Estos tiempos no se computan en el estudio.

Los tiempos suplementarios computables, se han sumado y repartido proporcionalmente a cada uno de los ciclos de trabajo por considerarse como parte integral de una jornada de trabajo y no de un ciclo específico o particular.

2.2 Descripción de los movimientos

Los movimientos considerados en los ciclos de trabajo son: viaje sin carga, carga, viaje con carga, y descarga. Estas fases han sido mencionadas por varios investigadores en estudios de tiempo de maderero entre otros Anaya (1975), Bezada y Frisk (1980); y Córdova y Frisk (1979). Una ilustración gráfica de las etapas de un ciclo puede observarse en la Figura 4.

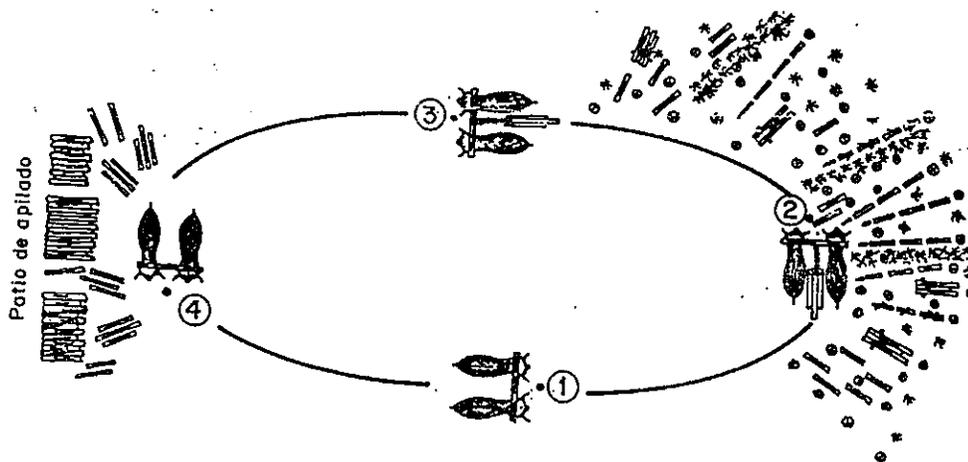


Figura 4. Movimientos en los ciclos de maderero: viaje vacío (1), carga (2), viaje con carga (3), descarga (4).

2.2.1 Viaje sin carga

Se define como el tiempo empleado por el tractor o los bueyes cuando recorren sin carga la distancia comprendida entre el patio de descarga hasta el sitio en donde se encuentra la carga.

2.2.2 Carga

Es el tiempo registrado a partir del momento en que la yunta de bueyes o el tractor llega y parte del sitio donde están localizadas las trozas a transportar. Comprende el acomodo de los bueyes y del tractor para tomar la carga, acondicionamiento y amarre de las trozas, excluyendo en este caso el tiempo utilizado para formar cargas en pilas, ya que esta labor es ejecutada por personas diferentes al boyero o al conductor del tractor.

2.2.3 Viaje con carga

Cubre el tiempo de transporte a partir del cual el tractor o la yunta de bueyes inicia el desplazamiento con carga, desde el sitio de carga hasta el patio de descarga.

2.2.4 Descarga

Abarca el tiempo desde el momento en que el tractor o los bueyes llegan al patio de descarga para soltar la carga, hasta recuperar totalmente la cadena o el cable, de tal manera de quedar ubicados en el yugo o en el winche, según sea el caso.

Generalmente algunos investigadores acostumbran agrupar los tiempos anteriores en dos grupos: tiempos terminales y tiempos variables.

Tiempos terminales son los que tienden a ser constantes con respecto a la distancia de madereo, y son la carga y la descarga.

Tiempos variables son los que dependen directamente de la distancia a recorrer y la pendiente de los senderos. Comprende el viaje con y sin carga.

2.3 Determinación de los tiempos

El sistema utilizado en la medición del tiempo se conoce con el nombre de "cronometraje con vuelta a cero", propuesto por Morrow (1957) y la OIT (1970). Consiste en determinar el tiempo para cada movimiento del ciclo de madereo, de tal manera que al terminar el movimiento sujeto a medición, se lee y registra el tiempo, se vuelven las manecillas a cero sin detener el mecanismo del reloj, y se comienza a cronometrar inmediatamente el tiempo del nuevo elemento. La información se tomó de manera sucesiva para diferentes jornadas de trabajo en un formulario preparado para los objetivos propuestos (véase Anexo 2).

El tamaño de la muestra, es decir el número de ciclos para los casos de madereo estudiados, se halló estadísticamente procediendo posteriormente a obtener las ecuaciones respectivas.

2.3.1 Tiempo por ciclo de trabajo

Se define como el tiempo total empleado por ciclo de trabajo incluyendo los tiempos suplementarios computables. Las ecuaciones han sido obtenidas por el método de los mínimos cuadrados ^{1/} siguiendo el modelo $t = a + bx$; en donde:

t = tiempo (variable dependiente)
a, b = coeficientes de la ecuación
x = distancia (variable independiente).

^{1/} Trabajo realizado en el Centro de Computación de la Universidad Austral de Valdivia con la colaboración del Estadístico Raimundo Vega y el Ingeniero Forestal Mario Meneses.

2.3.2 Tiempo por metro cúbico

Es el tiempo necesario para tener en las canchas de apilado un metro cúbico de madera, y se obtiene relacionando el tiempo por ciclo de trabajo con el volumen promedio de carga.

$$T(m^3) = \frac{t}{V} = \frac{a + bx}{V}$$

donde: T (m³) = tiempo por metro cúbico.
t = tiempo por ciclo de trabajo, en centésimas de minuto.
V = volumen promedio de carga, en metros cúbicos.

2.4 Determinación del rendimiento

El rendimiento se expresa en metros cúbicos por hora (m³/h), calculado en base a la relación existente entre el volumen promedio de carga y el tiempo por ciclo de trabajo. Para efectos de cálculos se emplea la fórmula general y tradicional que ha sido usada por Anaya (1975), Córdova y Frisk (1979) y otros investigadores.

$$R = \frac{6000 V}{t}$$

donde:

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.
V = volumen promedio de carga, en metros cúbicos.
t = tiempo por ciclo de trabajo, en centésimas de minuto.

Asimismo, el rendimiento puede obtenerse empleando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{6000}{T}$$

donde:

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.
T = tiempo por metro cúbico, en centésimas de minuto.

El tiempo se ha medido en centésimas de minuto, por tanto 6 000 equivale al número de centésimas de minuto existentes en una hora sexagesimal.

2.5 Descripción de los costos por unidad de volumen

Se calculan como el cociente entre los costos por unidad de tiempo para los recursos empleados en las actividades operacionales (mano de obra, bueyes o tractores) y la producción por unidad de tiempo (FAO, 1974).

La fórmula general empleada es:

$$C (m3) = \frac{Ch}{R}$$

donde:

C (m3) = costo por metro cúbico.

Ch = costo horario de los recursos empleados.

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.

Introduciendo las fórmulas del rendimiento (R) en la expresión anterior, se obtienen dos ecuaciones que indistintamente se pueden emplear para determinar los costos por metro cúbico a saber:

$$a. C (m3) = \frac{Ch \times t}{6000 V}$$

$$b. C (m3) = \frac{Ch \times T}{6000}$$

donde:

C (m3) = costo por metro cúbico.

Ch = costo horario de los recursos empleados.

t = tiempo por ciclo de trabajo, en centésimas de minuto.

V = volumen promedio de carga, en metros cúbicos.

T = tiempo por metro cúbico, en centésimas de minuto.

6000 = centésimas existentes en una hora sexagesimal.

El costo horario en el madereo con bueyes implica los costos por hora de la yunta de bueyes más la mano de obra, que en este caso se refiere al costo horario del boyero.

Las variables que intervienen en el cálculo del costo horario en el madereo con bueyes y tractores agrícolas son diferentes, por consiguiente en el estudio se describen por separado. Asimismo, estas variables para cada caso se agrupan en dos clases a saber: costos fijos y costos variables.

Los costos fijos son aquellos que permanecen aunque no haya producción como son los intereses, depreciación, seguros, alimentación básica de los bueyes, mortalidad de los animales y salarios fijos, entre otros.

Los costos variables dependen del trabajo, es decir de las operaciones, por ejemplo: gastos de combustible, reemplazo de neumáticos y alimentación especial para los bueyes, entre otros.

2.5.1 Variables aplicadas para determinar el costo horario en el maderéo con bueyes

El costo horario implica los costos por hora de la yunta de bueyes más la mano de obra, que en este caso se refiere al costo horario del boyero.

$$Ch = Chb + Chm$$

donde:

Ch = costo horario del maderéo con bueyes.

Chb = costo horario de los bueyes.

Chm = costo horario del boyero (mano de obra).

a. Costos fijos

Interés. Se calcula en base al capital invertido en la compra de una yunta de bueyes, junto con el valor de adquisición de todos los accesorios: argolla, coyundas, ganchos, yugo y picana.

El interés equivale a aquella cantidad de dinero pagada por el uso de dinero en préstamo o en sentido más amplio es el retorno que se obtiene de una inversión productiva de capital. Para efectos de cálculo se considera un 12% de interés real para el caso de Chile.

$$I = \frac{1}{U} (Va + Vb) \frac{T}{100}$$

$$I = \frac{(Va + Vb) T}{100 U}$$

en donde:

I = costo de interés.

Va = valor de compra de los accesorios.

Vb = valor de compra o crianza de los bueyes.

T = tasa de interés (12%).

U = horas de trabajo anual.

Costo de depreciación. Se deprecian únicamente los accesorios ya que los bueyes no se desvalorizan, por cuanto al final de su vida útil se venden y se benefician de tal manera que su carne es consumida por los humanos. En el estudio se deprecian por separado los elementos metálicos (argolla, cadena y ganchos) y los elementos de menos durabilidad (yugo, coyundas y picana); posteriormente se suman sus valores para dar un solo costo.

$$Cd = \frac{Va}{NU}$$

en donde:

Cd = costo de depreciación, por hora.

N = vida útil de los accesorios, en años.

U = uso anual, en horas.

Costo de alimentación normal. Son los gastos ocasionados en los insumos básicos para alimentar los bueyes. Generalmente los bueyes son alimentados con ensilaje o heno cuando realizan trabajos de madereo, pero este tipo de alimentación puede variar, por ello no se presenta una fórmula para obtener este costo.

Costo de medicamentos y veterinario. Es el dinero invertido en atención médica, medicinas y vacunas. En el estudio se considera un 5% con respecto al valor de compra de una yunta de bueyes.

$$C_m = \frac{V_b}{U} \times 0,05$$

en donde:

- C_m = costo de medicamentos, por hora.
- V_b = valor de compra o crianza de una yunta de bueyes.
- U = trabajo anual, en horas.

Costo de mortalidad. Considera las muertes por accidente y enfermedad. Este costo se calcula empleando un 5% sobre la adquisición de una yunta de bueyes, porcentaje usado con frecuencia en Chile por algunos autores como Soto (1970) y otros. El valor se obtiene de la misma manera que el caso anterior.

b. Costos variables

Alimentación especial. Involucra el desembolso de dinero en la alimentación adicional o especial para los bueyes cuando están trabajando en el madereo.

La información básica y los cálculos del costo horario para una yunta de bueyes pueden verse en el Anexo 3.

Costo de la mano de obra. Es el pago realizado al boyero por la conducción de los bueyes en el madereo. Sólo considera el salario de un obrero, y no incluye los gastos de personas dedicadas al apilado por ser ésta una labor diferente del arrastre de trozas.

Los salarios y sueldos del boyero en Chile son muy variables en las actividades de madereo acostumbrándose a pagar por contrato o a destajo, asignándose un determinado precio por el arrastre de trozas que por lo general se cuantifica de dos maneras: i) en forma individual, cuando las dimensiones por lo regular superan los 30 cm de diámetro y 2,50 m de longitud, es decir, en el caso de trozas para aserradero; ii) por metros ruma ^{1/}, en las circunstancias en que el apilado manual es fácil y rápido de ejecutar. Investigaciones realizadas por el autor del presente trabajo revelaron que algunas empresas forestales tuvieron sus propios animales de trabajo, pero el manejo un poco descuidado de los boyeros en unos casos, y en otros el agotamiento y decaimiento de los bueyes producido por el exceso de trabajo en su afán de producir, trajo como consecuencia que las empresas decidieran trabajar a contrato de tal manera que la propiedad de los animales corresponde al trabajador; sin embargo hoy en día algunas empresas pequeñas tienen sus propios bueyes de trabajo.

^{1/} 1 metro ruma = es la madera rolliza de pino insigne, generalmente para la industria de pulpa y papel, que apilada tiene un metro de alto por un metro de ancho con una longitud igual a 2,44 m.

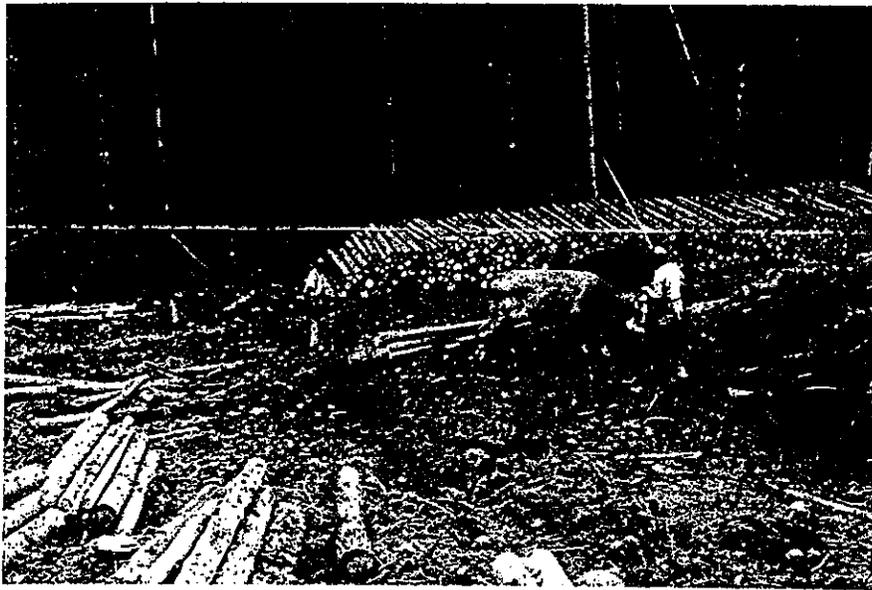


Figura 5. Apilado de trozas pulpables dispuestas en metros ruma.
(Nacimiento, Chile).

El costo horario de un boyero, calculado nominalmente a partir de la información suministrada por una empresa forestal chilena, aparece en el Anexo 3.

2.5.2 Variables aplicadas para determinar el costo horario en el maderero con tractores agrícolas

La metodología desarrollada para determinar los costos se fundamenta principalmente en las pautas demarcadas en trabajos de investigación realizados por Anaya (1975); Overgaard (1975); Frisk (1972) y en los procedimientos propuestos por Caterpillar Tractor Co. (1975).

El costo horario de un tractor agrícola de cualquier modelo varía mucho en los costos fijos y en los costos variables, dependiendo esta variabilidad de varios factores entre los que principalmente destacan: clase de trabajo realizado; precios locales del tractor, del combustible y de los lubricantes; tasas de interés, que generalmente cambia de país a país, entre otros; de ahí que para calcular exactamente el costo horario debe realizarse a través de la experiencia local de cada región o país.

La determinación del costo horario se realiza sumando el costo por hora del tractor agrícola y el costo de la mano de obra del tractorista y el estrobero. La fórmula general empleada para hallar los costos es como sigue:

$$Ch = Cht + Chm$$

donde:

- Ch = costo horario total.
- Cht = costo horario de posesión y operación del tractor.
- Chm = costo horario de la mano de obra.

La información básica y valores del costo horario aparecen registrados en el Anexo 8.

a. Costos fijos

Interés. Los intereses se consideran como el ingreso que puede tenerse si el valor del precio del tractor se hubiera depositado en una caja de ahorros a interés fijo. La tasa de interés considerada en el presente estudio es del 12% anual.

$$I = \frac{1}{U} \cdot \left(\frac{Vi + Vf}{2} \right) \cdot \frac{T}{100}$$

$$I = \frac{(Vi + Vf) \cdot 12}{U \cdot 200}$$

donde:

- I = costo de interés.
- Vi = valor inicial del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- Vf = valor de reventa o valor final del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- U = uso anual del tractor, en horas.
- T = tasa de interés (12%).

Depreciación. La depreciación es una reserva por la disminución del valor de adquisición del tractor y de los accesorios de madereo por su uso, a fin de recuperar la cantidad invertida en el tiempo de la utilización de la máquina y demás accesorios.

El método de depreciación sugerido en este estudio se basa exclusivamente en las horas de uso anual.

$$Ca = \frac{Vi - (Vf + Vn)}{NU}$$

donde:

- Ca = costo horario de depreciación.
- Vi = valor de compra del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- Vf = valor de reventa del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
- N = vida útil del tractor, en años.
- U = uso anual del tractor, en horas.

Como se puede observar en la fórmula anterior, los neumáticos se excluyen por ser considerados como artículos de consumo rápido y alto costo (Caterpillar, 1975), y su valor de reemplazo se resta del precio inicial del tractor a fin de hallarse el valor neto de depreciación por concepto de neumáticos.

Patente. Son los gastos ocasionados en adquirir la patente sin la cual no puede transitar el tractor. En Chile la patente se renueva cada año.

$$CP = \frac{P}{U}$$

donde:

- CP = costo horario de la patente.
- P = costo anual de la patente.
- U = uso anual del tractor, en horas.

b. Costos variables

Reparaciones. Se refiere a los gastos relacionados con el arreglo del tractor incluyendo el valor de las piezas y la mano de obra (excluyendo el salario del operador). Algunas empresas o personas acostumbra a llevar los registros de estos costos, los cuales constituyen la mejor información para determinar el costo por hora de las reparaciones. En caso de ausencia de los registros es costumbre realizar los cálculos como un porcentaje del costo inicial de la máquina.

En el presente estudio se utiliza un porcentaje del 90% que equivale al factor de reparación propuesto por Caterpillar (1975) para estimar este tipo de costos cuando los tractores forestales de ruedas trabajan en zonas sujetas a fuertes impactos, pedregosas y rocosas, las cuales han sido clasificadas (por Caterpillar 1975) como "Zona C", cuyas características se asemejan a las condiciones del trabajo forestal.

$$Cr = \frac{(Vi - Vn)r}{NU} = \frac{(Vi - Vn) 0,90}{NU}$$

donde:

- Cr = costo de reparación por hora.
- Vi = valor de compra del tractor (incluyendo el winche de maderío).
- Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
- N = vida útil del tractor, en años.
- U = uso anual del tractor, en horas.
- r = factor de reparación = 90% = 0,90.

Neumáticos. El costo de los neumáticos se considera por separado debido a su alto costo. Para fijar la duración se toma como base la experiencia.

$$Cn = \frac{Vn}{N} = \frac{Vn}{3\ 000}$$

donde:

- Cn = costo de los neumáticos por hora.
- Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
- N = vida útil de los neumáticos, en horas.

La duración media de los neumáticos se estima en 3 000 horas (Caterpillar, 1975).

Combustible. El consumo de combustible se determina con exactitud en el sitio de trabajo, pero cuando existe dificultad para determinarlo es posible revisar el catálogo del tractor.

Los gastos de combustible varían según las especificaciones del tractor, la forma de conducir del operador, el peso de la carga, la topografía y el tiempo de uso, entre otros; de ahí que en algunas ocasiones puede cambiar el consumo registrado en el terreno con el reportado en los catálogos.

En la elaboración del presente estudio el consumo de combustible se determinó en el sitio de trabajo, y los costos se calcularon empleando la siguiente fórmula:

$$Cc = Ch \times Vc$$

donde:

Cc = costo de combustible por hora.
Ch = consumo de combustible por hora.
Vc = valor del combustible por litro.

Lubricantes, filtros y grasa. Implica los costos de cambio de aceite del motor, transmisión, caja de cambios y otras labores de lubricación.

Equipo accesorio. Es el gasto originado en adquirir el gancho de acero y cable necesario para el arrastre de la madera.

Mantenimiento. Se refiere al tiempo y costo originado en las labores propias de mantenimiento del tractor como es observar los niveles de agua del radiador, mirar los niveles de aceite, chequear los frenos y abastecer el tractor de combustible, además de otras labores. Para efectos de cálculo se estimó que el tractorista dedica diariamente 15 minutos a este tipo de trabajo, lo que equivale a una cuarta parte del costo horario de su salario.

Costo de la mano de obra. Implica el salario pagado al tractorista y al estrobero. Los costos mencionados por este concepto en el presente estudio incluyen además las bonificaciones recibidas por concepto del volumen movilizado.

3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La toma de información sobre los animales de trabajo correspondió a diferentes yuntas de bueyes con un peso comprendido entre 500 y 700 kg por cada buey, bajo el supuesto que todos poseen la misma capacidad de trabajo. Las actividades operacionales del madereo fueron realizadas con bueyes y boyeros con experiencia y niveles estables de producción.

Los lugares donde se tomaron los registros para analizar el madereo con bueyes correspondieron a predios de empresas forestales chilenas donde el aprovechamiento forestal y el madereo obedecieron a una planificación.

El tractor agrícola sujeto a estudio carecía de un sistema de lastrado especial en su parte delantera que permitiera equilibrar el peso producido por el winche y la carga, condición en la cual la potencia y el rendimiento no son de los mejores. Asimismo, para la carga sólo se utilizó el cable del winche, sin estrobos, los cuales permiten acortar el tiempo de carga y a su vez disminuir los costos de maderero.

El estudio de tiempos para el maderero de los bueyes y del tractor agrícola sólo considera los tiempos efectivos de trabajo y los tiempos suplementarios computables, descartando aquéllos que se destinaron a otros tipos de actividades como apilar y cargar camiones.

El estudio de tiempos para el maderero con tractor agrícola se realizó en un solo sitio, de modo que refleja las condiciones imperantes en una sola faena de aprovechamiento forestal.



UNIDAD 4

Evaluación del
aprovechamiento forestal
e IAPOAF.

INTRODUCCION

Toda actividad de aprovechamiento forestal causará, irremediablemente, algún nivel de daño ya sea a la masa remanente, al suelo y/o las fuentes de agua. No obstante, estos daños pueden minimizarse con una buena planificación de las operaciones de aprovechamiento, incluyendo la construcción de caminos y pistas de arrastre, la corta y el arrastre.

Posteriormente, esta planificación debe ser evaluada para establecer el nivel de cumplimiento de las operaciones y realizar los ajustes necesarios para las próximas cosechas. De esta manera, tanto los responsables del manejo como los administradores tendrán una mejor base de información para la toma de decisiones en el futuro.

Existen diferentes metodologías para la evaluación de los efectos del aprovechamiento. Estas metodologías deberían implementarse al concluirse la época de zafra o según vayan avanzando las operaciones. Cuando se trabaje en áreas grandes (por ejemplo AAA mayores a 1000 ha), la evaluación se debería hacer en áreas de entre 50 y 100 ha. Sin embargo, no es necesario hacer la evaluación sobre toda la superficie aprovechada y la intensidad de muestreo se puede ajustar conforme se van obteniendo los primeros resultados, de acuerdo a la variabilidad que muestran los mismos. Igualmente, la evaluación puede concentrarse en algunos de los parámetros y no incluir todos; por ejemplo, puede que inicialmente sólo se evalúen las pistas y los caminos construidos.



Los equipos de medición y materiales necesarios para la aplicación de la metodología son: GPS (receptor/navegador de sistemas de posicionamiento global), brújula, clinómetro, cinta métrica, cinta diamétrica, forcípula, cintas de color, machete, libreta de campo, marcadores, flexómetro y planillas de campo.

Con la cuantificación de los residuos, tocones y daños a la masa remanente (futura cosecha) y los precios de la madera por metro cúbico, se puede hacer estimaciones sobre el valor de las pérdidas económicas para la empresa u organización, lo que puede definir, en el futuro, una mejor aplicación de las prácticas de aprovechamiento

SUPERFICIE AFECTADA

CAMINOS PRINCIPALES Y PISTAS DE ARRASTRE

a) Levantamiento topográfico

Para establecer el área impactada por caminos, pistas de arrastre y patios de acopio, se debe realizar el levantamiento topográfico de esta infraestructura, registrando la siguiente información:

- ❖ Distancia sobre el terreno, con cinta métrica
- ❖ Pendiente, en porcentaje, definida con clinómetro.
- ❖ Acimut, en grados y con base 360°, tomado con brújula.
- ❖ Ancho cada 100 metros en caminos y 50 metros en pistas.



Para iniciar el levantamiento topográfico, se debe determinar un punto georeferenciado (tomado con GPS), al cual todos los caminos y pistas estarán amarrados. A partir de dicho punto, se deben iniciar las mediciones, estableciendo estaciones en cada punto donde cambia la pendiente o la dirección del camino o la pista.

Generalmente, cuando se evalúan las pistas, éstas se ramifican progresivamente a medida que se avanza, en estos casos se debe establecer, según la intensidad de uso, una nomenclatura (por ejemplo, una relación ordinal) que ayude en el procesamiento de la información y su representación. También es importante dejar una cinta de color, como marcador, cada vez que exista un cambio de dirección de la pista, para evitar que una pista sea evaluada dos veces. En los casos donde los caminos sean transitables por vehículo, es más fácil medir los mismos con el odómetro del carro; sin embargo tal medición sólo da una idea de la longitud de los caminos o pistas y, no así, de su ubicación o dirección.

Para la medición del ancho de los caminos, se debe realizar un muestreo, información que posteriormente se empleará para la determinación de la superficie afectada por esta infraestructura. Este muestreo consiste en medir el ancho del camino o pista cada cierta distancia. Después, con base en estas mediciones, se calcula un promedio del ancho.



b) Método de transectos

Este método consiste en seleccionar, al azar, líneas o carriles (del inventario o censo) que atraviesan el área estudiada y relacionar su distancia total con la distancia total de las pistas que la atraviesan.

Para aplicar este método, se debe recorrer una línea o carril (transecto) e ir midiendo, con cinta métrica u otro instrumento, la distancia desde la partida hasta encontrar una intersección con una pista de arrastre. El espacio ocupado por la pista o claro debe ser medido y luego continuar hasta encontrar otra área afectada, pero manteniendo siempre la distancia acumulada de la línea o carril.

Luego se aplica la siguiente relación para cada línea o transecto:

$$\% \text{ daño} = \frac{\text{distancia total de pistas}}{\text{distancia total del transecto}} * 100$$

El siguiente ejemplo tomado de Jackson et al. (2000) se refiere a 10 líneas o transectos en un área de aprovechamiento de 500 ha.

El promedio de los 10 transectos es 5.2%, es decir que un 5.2% del área de aprovechamiento está impactada por pistas o claros. Esto significa que hay 26 ha (500 ha * 0.052) cubiertas por pistas o claros en el área evaluada. Esta clasificación puede hacerse más detallada, de manera que se clasifiquen las pistas primarias, secundarias, etc.



Transecto	Distancia del transecto (m)	Distancia afectada en el transecto (m)	%
1	1000	50	5.0
2	1000	100	10.0
3	1000	7	0.7
4	1000	25	2.5
5	1000	48	4.8
6	1000	56	5.6
7	1000	35	3.5
8	1000	66	6.6
9	1000	35	3.5
10	1000	80	8.0
PROMEDIO		50.2	5.02

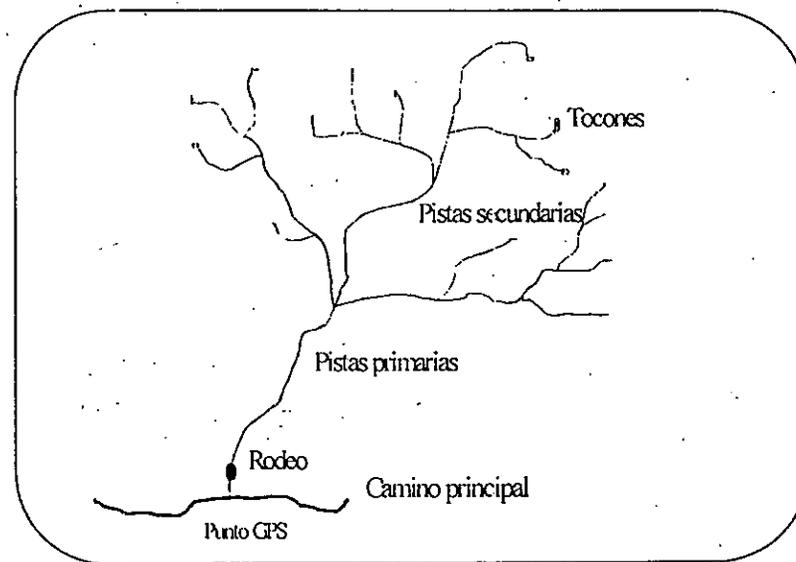
A partir de esta superficie cubierta por caminos o pistas de arrastre, se puede estimar su longitud, asumiendo un ancho promedio. Por ejemplo:



Parametro	Valor	Cálculo
Superficie afectada en ha	26	10000 m ² /ha
Superficie afectada en m ²	260000	
Ancho promedio de la pista en metros	3.5	
Longitud total de las pistas en metros	74285.7	260000/3.5
Densidad promedio de pistas en m/ha	148.57	74285.7/500

Este método se aplica cuando es difícil, costoso o no hay tiempo de realizar un levantamiento topográfico completo de caminos y pistas.

En la siguiente figura se muestra una representación de los caminos, patios y pistas de arrastre, obtenida mediante el método de levantamiento topográfico. Si se utiliza el método de transectos, y éstos están lo suficientemente cerca, se puede producir un croquis con la ubicación aproximada de los caminos o pistas. Además, como se indicó anteriormente, las pistas se pueden clasificar en primarias y secundarias, según su uso y tráfico. En términos generales, las pistas primarias se comunican con un rodeo y las secundarias generalmente llegan hasta el tocón del fuste extraído.



c) Utilización del GPS¹

Dependiendo de la escala de la zona a ser evaluada y de la precisión que se desee obtener, se puede hacer el levantamiento de los caminos y pistas utilizando GPS. Este procedimiento puede llevarse a cabo de diferentes maneras.

¹ Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global en Castellano).



Una de las alternativas es utilizar la opción de marcar puntos (WAYPOINTS) en cada cruce o división de camino o cuando hay un cambio en la dirección en el camino o la pista. Las coordenadas de estos puntos pueden luego ser utilizadas con cualquier programa de mapeo, para graficar los caminos levantados. Es recomendable que, al mismo tiempo que se hace el recorrido con el GPS, se prepare un croquis del recorrido.

Otra alternativa consiste en utilizar la opción TRACKING de los GPS. En esta opción, el GPS va registrando automáticamente el recorrido que se realiza, pero deben tomarse algunas precauciones para que la información producida sea de la mejor calidad posible. Debe tenerse presente que los GPS navegadores más comunes (tipo Garmin²) registran automáticamente el recorrido pero no producen automáticamente archivos o puntos con las coordenadas. También, se debe ajustar el GPS si se quiere definir la frecuencia con la cual éste tomará los registros, aunque también se puede dejar en AUTO (automático). Se ha observado que el modo automático no proporciona buenos registros cuando las distancias evaluadas son cortas (menos de 50 metros) y, en estos casos, es preferible establecer un periodo de tiempo (5 o 10 segundos por ejemplo) dentro del cual el GPS hará la observación respectiva. Se asume que la programación del GPS, en cuanto al sistema de coordena

² La mención de marcas no significa una recomendación de BOLFOR para su uso y normalmente hay en el mercado más de una alternativa que se puede utilizar.



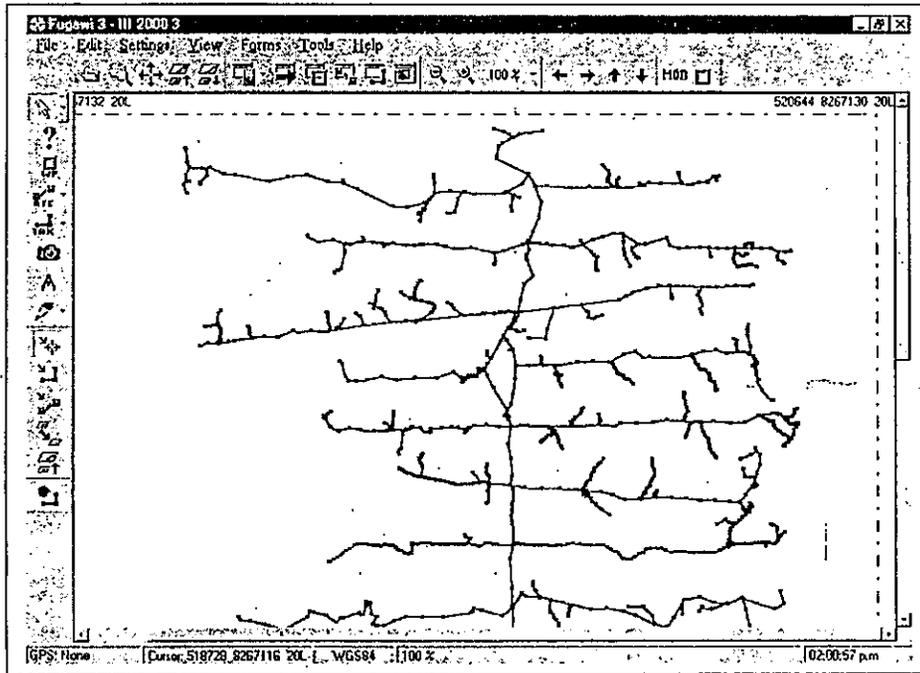
das, datum, hora local y otros, está definida según el mapa de trabajo.

Para obtener coordenadas con TRACKING se señalan dos opciones principales:

- ✦ Utilizar la opción de TRACKBACK y, después de hacer el recorrido de cada una de las pistas, ejecutar la opción GO TO TRACKBACK y el GPS producirá puntos (WAYPOINTS) con coordenadas a lo largo del recorrido hecho. En este caso, no se tiene control de los lugares donde se marcan los puntos, sino que el GPS los distribuye a lo largo del recorrido que se hizo. Es conveniente ejecutar el GO TO TRACKBACK frecuentemente (por ejemplo para cada uno de los caminos y pistas), con el fin de lograr el mayor detalle posible. Los puntos que produce esta opción quedan en la memoria del GPS con el símbolo T y pueden luego ser graficados en cualquier programa de mapeo. En el croquis que se levante en el campo, se anotan el número de punto de inicio y final de cada una de las pistas o caminos levantados.
- ✦ Utilizar un programa, como FUGAWI, que permite "bajar" del GPS a la computadora todo el recorrido hecho con la opción TRACKING, de manera que, para todo el recorrido, se tienen coordenadas que puedan ser graficadas con cualquier programa de mapeo o con el mismo



FUGAWI. A continuación se presenta un ejemplo de graficación con FUGAWI.



Antes de utilizar la opción de TRACKING, se debe tener el cuidado de "borrar" cualquier registro que se haya hecho anteriormente y que no forme parte del levantamiento que se está o que se quiere realizar. Esto simplificará el procesamiento de la información, aunque posteriormente, con el FUGAWI, también se pueden eliminar los puntos que no corresponden al levantamiento. El método para inicializar el TRACKING varía según el fabricante del GPS, por lo que se recomienda consultar el manual de cada GPS y seguir las instrucciones del caso.

En cualquier caso que se utilice el GPS para el levantamiento de caminos, es recomendable que se cuente con el software y el cable necesario para conectar el GPS a la computadora, de manera que las coordenadas de interés se puedan "bajar" directamente, sin necesidad de transcribirlas manualmente. También, se deben tener presentes las limitaciones del GPS en cuanto a la disponibilidad de satélites y densidad del dosel y, por lo tanto, planificar la toma de datos para disminuir al máximo el efecto negativo de estas fuentes de error (para más detalles del programa FUGAWI ver Anexo 2).

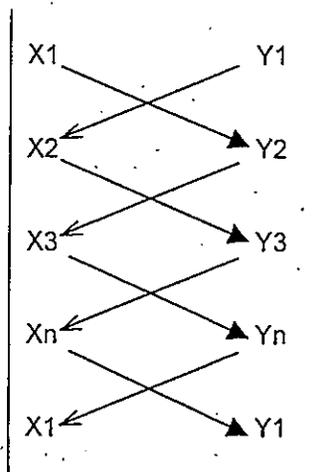
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PATIOS DE ACOPIO

El levantamiento se realiza ubicándose en cada uno de los vértices del rodeo y determinando la distancia y el azimut entre éstos. Este proceso también puede efectuarse con GPS, aunque, dependiendo de la dimensión del patio, el error de medición del GPS puede ser grande, con respecto a la superficie medida.



La superficie se puede determinar aplicando la fórmula de Gauss, que consiste en una matriz de los coordenadas planas X y Y, donde se multiplica la abscisa del primer vértice por la ordenada del segundo, hasta terminar con la abscisa del último vértice por la ordenada del primero. La superficie resultante es el promedio de la diferencia de la sumatoria entre la primera multiplicación y la segunda. El área es definida en metros cuadrados.

La fórmula es:



$$= \frac{1}{2} * \sum \leftarrow - \sum \rightarrow$$

Donde: X y Y son coordenadas UTM o planas
Fuente: Gayoso, 1985



Cuando el patio tiene forma rectangular o cuadrada, con sólo medir el largo y el ancho se podrá definir su área.

Para determinar el área total de patios, se sugiere hacer un muestreo midiendo por lo menos 10 patios y multiplicar el área promediada por el número total de patios.

La misma fórmula, anteriormente mencionada, se puede aplicar para determinar la superficie total del área evaluada. Para ello, se deben tomar las coordenadas de los extremos de las pistas de arrastre, caminos o tocones y analizarlas como si constituyeran una poligonal cerrada.

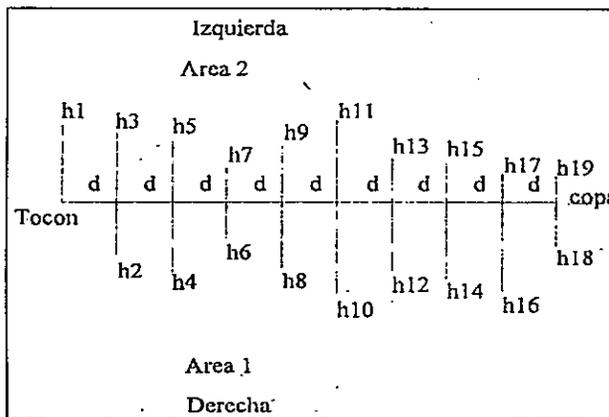
Actualmente, las versiones nuevas del software de los GPS navegadores, en la opción TRACKING, brindan la posibilidad de calcular directamente el área de cualquier poligonal cerrada. El procedimiento a seguir es el mismo que para el levantamiento topográfico, sólo que al final del recorrido se escoge, en la pantalla TRACKING, la opción de cálculo de área. Los resultados se presentan en km2 cuando el área es grande (mayor a 1000 m2) y en m2 para superficies menores.



SUPERFICIE DE CLAROS CAUSADOS POR LA CAÍDA DE LOS ÁRBOLES TALADOS.

Los claros ocasionados por la caída de los árboles pueden ser medidos aplicando diferentes fórmulas o técnicas topográficas.

El primer método consiste en tomar el fuste total del árbol caído como línea o eje central y, a lo largo del mismo (por ejemplo, cada dos metros) y en forma perpendicular, medir el área afectada por la caída del árbol. Ver figura (Cordero, 1992).



Diseño esquemático de la medición de claros, donde:

- d = Distancia en metros a lo largo del eje central
- h1...h19 = Distancias del lado izquierdo del claro
- h2...h18 = Distancias del lado derecho del claro



Se recomienda enumerar el flanco derecho con números pares y el izquierdo con impares. De esta manera, se facilitarán los cálculos. A partir de estos valores, se calcula la superficie de cada una de las partes medias con las siguientes fórmulas:

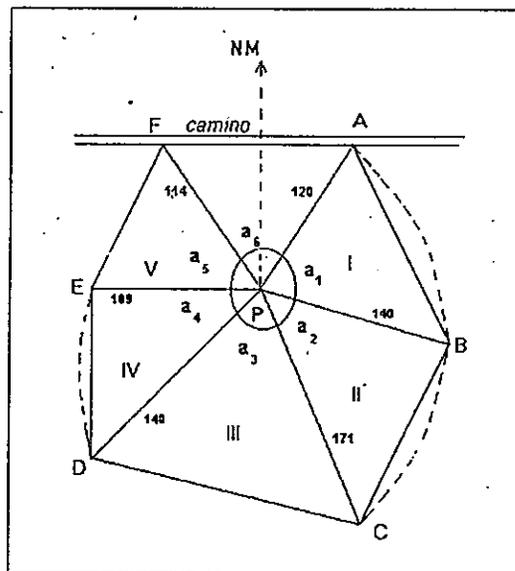
$$\text{Area 1} = d * \left[\frac{h_2 + h_{18}}{2} + h_4 + h_6 + \dots + h_{16} \right]$$

$$\text{Area 2} = d * \left[\frac{h_1 + h_{19}}{2} + h_3 + h_5 + \dots + h_{17} \right]$$

El área total será la sumatoria de ambos resultados.

El segundo método, de triángulos, consiste en colocar un punto al centro del claro y dividir el mismo en triángulos que se forman por el punto central y dos rumbos hasta el borde del claro (dividiendo el claro por lo menos en 5 triángulos). Luego, se miden las distancias de los dos lados del triángulo, desde el centro hasta el borde, y el azimut de dos rumbos para calcular el ángulo interior. Posteriormente, se usa la relación trigonométrica con los dos lados y ángulo interior para calcular el área de cada triángulo. Después, se suman todos los triángulos para llegar al área total del claro. El siguiente ejemplo ilustra el método:





Lados	Angulos	Seno de a _n
PA = 120 m	a1 = 79°	0.9816
PB = 140 m	a2 = 34°	0.5592
PC = 171 m	a3 = 84°	0.9945
PD = 140 m	a4 = 48°	0.7431
PE = 10 m	a5 = 52°	0.7880
PF = 11 m	a6 = 63°	0.8910
TOTAL	360°	



AREA DEL CLARO = Area I + II + III + IV + V + VI

Formula general A = 1/2 * Σ S_i * S_{i+1} * sen α_{i,i+1}

A I = 1/2 * PA * PB * sen a1 A I = 0.5 * 12 * 14 * sen 79° = 0.008

A II = 0.007

A III = 0.012

A IV = 0.006

A V = 0.005

A VI = 0.006

TOTAL 0.044 ha

Una vez que se ha obtenido un promedio del tamaño de los claros, éste se multiplica por el total de árboles cortados y, así, se estima el área de claros para toda la superficie evaluada. La información sobre el tamaño de los claros, junto con la información sobre la ecología de las especies de interés, puede ayudar a determinar patrones de corta que produzcan tamaños de claros apropiados para las especies.

En esta guía sólo se presentan dos métodos para cuantificar claros, pero pueden existir otros métodos que, por experiencia o costos, pueden implementarse también.



EVALUACION DE
DAÑOS AL SUELO

Esta evaluación tiene como fin determinar el nivel de alteración del suelo en la superficie evaluada. Lo que se busca es separar qué proporción fue más o menos alterada y, de esta manera, determinar si existe el potencial para que ocurran problemas en el futuro. En términos generales, el hecho de que la mayoría de las operaciones de aprovechamiento se realicen sólo durante la época seca, contribuye a disminuir los daños al suelo.

La evaluación se hace mediante un muestreo a lo largo de transectos, los cuales cubren la totalidad de la superficie evaluada. Esta es similar al método de transectos descrito anteriormente para determinar la cantidad de caminos, con la diferencia de que no se mide la distancia de los transectos, sino que se hacen observaciones por puntos cada 20 a 50 metros.

La cantidad de transectos y la frecuencia con que se hacen las observaciones a lo largo de éstos, depende del tamaño de la superficie evaluada. En cada punto, se hace una observación de la condición en ese preciso lugar, no en los alrededores ni 2 o 3 metros más atrás o adelante. La observación se clasifica según las clases que se describen a continuación:



Cuadro 1. Nomenclatura para evaluar las condiciones del suelo.

A	Sin disturbio: materia orgánica en su lugar no hay evidencia de compactación.
B	Algún disturbio: materia orgánica removida pero en su lugar.
C	Materia orgánica removida y suelo expuesto.
D	Suelo removido y exposición de los horizontes inferiores.
E	Máximo disturbio y compactación obvia.

Fuente: Cordero y Meza, 1992

Los resultados deben ser presentados en forma porcentual:

$$\% \text{ daño} = \frac{\sum \text{observaciones por categoría individual}}{\sum \text{observaciones de todas las categorías}} * 100$$

CUANTIFICACION DE
RESIDUOS DEJADOS
EN EL BOSQUE

Para evaluar los volúmenes maderables dejados en el bosque en forma de residuos, la empresa u organización deberá definir las características mínimas para que una troza pueda ser económica y técnicamente utilizada por la industria. En esta parte, se trata de determinar qué volúmenes de madera quedan en el bosque, los cuales pudieron haber sido utilizados por la industria.



Algunas de las características que deben definirse son diámetro mínimo, largo de las trozas, calidad de las trozas y la especie que la industria podría procesar. Con base en esta información, se podrá determinar el volumen dejado en el bosque.

Para la cuantificación del volumen de los residuos, se recomienda aplicar la fórmula de Smalian tal y como se detalla a continuación:

$$V = \left(\frac{\pi}{4} \right) \left(\frac{d^2 + D^2}{2} \right) * L$$

donde: D = diámetro mayor en m
d = diámetro menor en m
L = largo en m
V = volumen en m³
π = constante 3.141516...

EVALUACION DE
TOCONES Y
DIRECCION DE
CAIDA DE ARBOLES
APEADOS

La evaluación de los tocones o la calificación de la calidad de corta suministra información indispensable para determinar mejores sistemas de pago y para aumentar la calidad y la eficiencia de la operación de corta.

Para evaluar la dirección de caída y cuantificar la calidad del corte, se realiza una observación de cada tocón y éstos se clasifican de acuerdo a las clases descritas en el Cuadro #2.



Cuadro 2. Nomenclatura para la clasificación de tocones

CLASE	DESCRIPCION
A	Corte bien realizado, no se aprecian daños y la boca de caída está bien orientada
B	Corte bien realizado, no se aprecian daños pero la boca de caída no está bien orientada
C	Reventazón de fuste por caída sobre aletón
D	Reventazón de la parte inferior del fuste por caída sobre obstáculo
E	Reventazón de la parte superior del fuste por caída sobre obstáculo
F	Astillamiento del fuste por cortes incompletos
G	Corte malo pero no ocurre pérdida del producto

Fuente: Cordero y Meza, 1992

Para determinar el porcentaje de calidad de corte mediante tocones, se debe emplear la siguiente relación:

$$\% \text{ Tipo de corte} = \frac{\sum \text{de cortes para clase individual}}{\sum \text{total de cortes}} * 100$$



En los mismos tocones, se debe determinar la altura de éstos, la altura de corte y su diámetro. La altura del tocón se determina midiendo desde el nivel del suelo hasta los 30 cm aproximadamente; la altura sobrante se considera inaceptable. La altura de corte es la medida desde el nivel del suelo hasta el borde del corte mismo. Para definir el diámetro, se deben realizar dos mediciones en forma cruzada y obtener un promedio de éstas.

En los tocones que presentan pudrición, se mide el diámetro del área afectada y se anota la especie, ubicación de la pudrición y si existe algún indicio que indique el agente causal (hongo o insecto). Luego, el diámetro de pudrición se relaciona con el diámetro total del tocón y se determina el porcentaje del problema.

$$\% \text{ Pudrición} = \frac{\text{diámetro de pudrición}}{\text{diámetro total del tocón}} * 100$$

La dirección de caída debe evaluarse considerando dos factores principales:

- ✦ Daño a la masa remanente: es importante que se cause el menor daño posible a la regeneración establecida de especies importantes para el manejo forestal.
- ✦ Operación de extracción: la dirección de caída debe ser tal que facilite la operación de rodeo y, al mismo, tiempo evite el aumento de daños causados por dicha operación.



La selección adecuada de la dirección de caída se determinará de acuerdo a la evaluación de los daños causados a la masa remanente y se basará en la siguiente clasificación.

Cuadro 3. Clases para calificar la selección de dirección de caída

CLASE	DESCRIPCION
mb	El daño que se causa a la vegetación circundante es mínimo y no hay árboles de futura cosecha que hayan sido dañados.
b	La dirección de caída se seleccionó apropiadamente, pero se notan algunos daños a árboles residuales que posiblemente pudieron evitarse.
r	Hay al menos un 50% de posibilidad de que no se haya seleccionado la mejor dirección de caída. Se observan varios árboles (regeneración natural establecida) dañados, es posible que se dañaran árboles de futura cosecha.
m	Al parecer, no se seleccionó la dirección de caída y sólo se cortó el árbol siguiendo la inclinación natural. Hay abundantes daños en árboles adultos, tanto de especies deseables como de otras especies.

La clasificación anterior sólo permite calificar la calidad de la dirección de caída y, no así, el número y el tipo de daños a la masa remanente que se citan más adelante. Es posible que no sea necesario determinar la cantidad de árboles dañados, si el mayor porcentaje está entre las clases "mb" y "b", pero será necesario un análisis más detallado si los daños a las clases "r" y "m" son más frecuentes.



NUMERO Y TIPO DE DAÑOS A LA MASA REMANENTE

Para cuantificar el número y el tipo de daños a la masa remanente, se debe seleccionar, del mapa de censo, los lugares a muestrear incluyendo claros de aprovechamiento, patios de acopio, pistas de arrastre y caminos principales. Se facilitará el muestreo cuando todas las áreas a ser evaluadas estén numeradas.

En pistas y caminos, también se puede emplear segmentos de 50 a 100 m de largo, escogidos al azar. Por ejemplo, un camino principal de 2 km de largo se puede dividir en segmentos de 100 m y asignar un número a cada uno de éstos. Si se emplean 5 muestras, se escogen 5 de los 20 segmentos. Para pistas cortas, se puede tomar el total del largo de la pista.

Los daños pueden calificarse en diferentes niveles (en general, se toma en cuenta daños a los árboles con dap > a 10 cm).

- ✦ En caminos principales, se miden los daños por lo menos en 5 segmentos de 100 m de largo cada uno. Se deben contar todos los árboles dejados o dañados a 1 m del borde de perturbación del camino. Asimismo, se miden los daños secundarios sin importar la distancia de éstos al camino.
- ✦ En patios, al igual que en los caminos, se miden todos los árboles dañados o dejados dentro de



- los patios y a 1 m del borde de éstos. Se deben medir por lo menos 5 patios.
- ✦ En claros, se miden todos los árboles dañados dentro la zona de caída del fuste y la copa. Esta evaluación debe cubrir también la zona situada detrás del tocón, para determinar posibles daños causado por conexiones con lianas (véase la figura).
- ✦ En pistas de arrastre, se miden 5 secciones de pistas primarias, secundarias y terciarias, y éstas se clasifican en:

Tipo de pista	Área de muestreo
Primaria	100 m
Secundaria	50 m
Terciaria	50 m o menos según largo de la pista

Se miden los daños hasta en una distancia de 1 m a cada lado de la pista.

CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

Véase el ejemplo de planilla de campo en la página siguiente y las variables a registrar en las páginas 27 y 28.



Ejemplo de hoja de campo

Planilla de campo-Daños al aprovechamiento

Lugar: Empresa Forestal LTDA.
Sitio: Pistas terciarias muestra # 1

Responsable: Pepe González
Fecha: 01/01/2000

Comentarios:

Especie	DAP (clase)	Daños al fuste			Daños a la copa		Daños a la raíz		Sin daños	Sanidad
		Local (m)	Tipo	1° / 2°	Tamaño	Tipo	1° / 2°	Tipo		
BICO	70	2	corteza	1	grande			madera	1	sano
VERD	50									X
VERD	20									X
MOTA	10									X
AMBAIBO	20	1	madera	1	pequeño					sano
VERD	30	1	madera	1	grande					putridión
MOMO	20									X
BLAN	40									X

Cálculos e interpretación de la planilla

Se nota que 3 de los 8 árboles fueron dañados en esta pista terciaria, es decir 3/8 o un 37.5% (se debe tomar los porcentajes de otras pistas terciarias y sacar un promedio global de todas las pistas de esta categoría). A partir del cuadro anterior, se puede obtener otra información como, por ejemplo, el daño a dos árboles comerciales de futura cosecha (1 bibosi colorado y 1 verdolago) y uno no comercial (ambaibo).

Uno de los verdolagos presenta pudrición en el tallo, que corresponde a 1/8 o un 12.5% de árboles de valor comercial. Por otra parte, se nota que el daño en el bibosi es de dos formas (fuste y raíz):--Todos los daños fueron causados por golpes primarios del "skkider" y 2/3 o un 66.7% corresponde a daños considerables y 3/4 o un 75% de los daños alcanzaron la madera (es decir heridas profundas que podrían ser infectadas fácilmente por hongos).

Evaluación del Aprovechamiento Forestal

VARIABLES Y CLASES DE DAÑOS EN CADA ÁRBOL DAÑADO O AFECTADO

- ☛ Especie
- ☛ DAP
- ☛ Daños al fuste
 - A. Localización del daño (definida en metros)
 - B. Tipo (podría ser más de uno)
 - árbol quebrado o aplastado
 - árbol inclinado
 - daño a la corteza superficial
 - daño hasta el cambium
 - daños entrando a la madera
 - C. Causa del daño: daño causado por la máquina (1°), daño causado por otros árboles (2°)
- ☛ Daños a las raíces
 - A. Tipo
 - a la corteza
 - al cambium
 - a la madera
 - B. Causa del daño: similar al caso de daños al fuste
- ☛ Daños a las copas
 - A. Tipo
 - pérdida menos de 33% de la copa
 - pérdida entre 33-67%
 - pérdida más del 67% pero no todo
 - pérdida de toda la copa (pero queda el fuste)



B. Causa del daño: similar al caso de daños al fuste

- ❖ No se presentan daños - Se anotan los árboles, situados dentro del área muestreada, que no tienen daños. Se puede determinar, también, el porcentaje de árboles dañados y no dañados.
- ❖ Sanidad - Se anota la sanidad de árbol, es decir los árboles sanos que presentan, por ejemplo, pudrición.

PARAMETROS PARA CALIFICAR EL IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO

Los siguientes parámetros permitirán al evaluador, sea éste el Estado o el usuario, establecer el grado de cumplimiento entre lo planificado y lo ejecutado en el campo, en lo que se refiere a caminos, pistas de arrastre y rodeos construidos, además de los impactos causados por el apeo de los árboles, los daños al suelo por el arrastre de troncas y los daños a la masa remanente.

Estos parámetros fueron tomados de proyectos forestales que se desarrollan en otros países. Es de esperar que, con la implementación de la metodología para evaluar el aprovechamiento, también se puedan definir estándares locales de calificación, los mismos que deberán estar estrechamente vinculados con los criterios e indicadores de la certificación forestal.



Referencia	Parámetro/ Estudio/ Lugar	Aprovechamiento Tradicional	Aprovechamiento Mejorado
3	% área disturbada por corta	14	8
	% del área disturbada por arrastre	14	5-8
4	% Jaños serios a bosque residual	29	12
	% área disturbada por corta	11.1	7.7
	% del área disturbada por arrastre	8.7	5.2
	Distancia de arrastre promedio (metros)	350.6	335.2
	Prductividad en corta de árboles con aletones (m ³ /hr)	17.6	18.3
	Densidad máxima de caminos (m/ha)	40	
5	Densidad máxima de pistas de arrastre (m/ha)	300	
	Área máxima en rodeos hectáreas/100 ha	0.5	
	% de área máxima afectada por aprovechamiento	30	
	Mínimo ancho zona de amortiguamiento en ríos (m/lado)	20	
	% máximo de pendiente donde se opera	40	
6	Densidad promedio de caminos (m/ha)		9.1
	Densidad promedio de pistas de arrastre (m/ha)		120
7	Índice de árboles residuales > 10 cm dañados	1	0.7
8	Índice de productividad en corta	1	1.1
	Índice de productividad en arrastre	1	1.6
	Índice de costo de aprovechamiento	1	0.84
9	Índice de daño a árboles	1	0.55
	Índice de disturbio de superficie	1	0.76
	Índice de productividad en aprovechamiento	1	1.13
10	Índice de costo de aprovechamiento	1	1.05-1.1
	Índice de daño al bosque residual	1	0.5

³ Hendrison 1989, Suriname,

⁴ Elias, Agricultural University Bogor, Indonesia

⁵ Malaysian Criteria & Indicators and Harvesting Guidelines. ISMAIL HARUN <ismail@trim.gov.my>

⁶ Simon Armstrong / fo Port Kaituma Forest Operations. Barama Company Ltd.

⁷ Marr & Jonkers 1982, Malasia

⁸ Hendrison 1989, Suriname

⁹ Johns et al 1996, Brazil

¹⁰ Elias, Agricultura University Bogor, Indonesia



A continuación, se presenta un ejemplo de calificación haciendo uso de los parámetros arriba señalados. La evaluación del aprovechamiento corresponde a un usuario ubicado en el bosque húmedo subtropical (bh-ST) del departamento de Santa Cruz.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación del aprovechamiento en la concesión Gato Blanco

Clasificación de caminos	Largo (m)	Ancho promedio (m)	Superficie (m ²)	Densidad (m/ha)	% Impacto
Caminos principales	1307	4.51	5894,7	37,34	1,68
Pistas principales	4215	3.85	16227,5	120,42	4,63
Pistas secundarias	1968	3.33	6553,4	56,22	1,87
Rodeos			3101,6		0,88
Claros			12124,0		3,46
TOTAL	7490		43901,2		12,52



Cuadro 5. Calificación de los resultados de la evaluación en la concesión Gato Blanco

Referencia	Parámetro/ Estudio/ Lugar	Evaluación ejecutada	Calificación
4	% área disturbada por corta	3.46	Aprovechamiento mejorado
	% área disturbada por arrastre	9.06	Aprovechamiento tradicional
5	% área disturbada por corta	3.46	Aprovechamiento mejorado
	% área disturbada por arrastre	9.06	Aprovechamiento tradicional
6	Densidad máxima de caminos m/ha	37,34	Aprovechamiento tradicional
	Densidad máxima de pistas de arrastre m/ha	176.64	Aprovechamiento tradicional
	Área máxima de rodeos hectáreas/100 ha.		
	% de área máxima afectada por aprovechamiento	12,52	Aprovechamiento tradicional
7	Densidad promedio de caminos m/ha		
	Densidad promedio de pistas de arrastre m/ha		



Adicionalmente, se deben considerar los siguientes aspectos para completar la calificación:

- ✦ Comparar los resultados de caminos, pistas de arrastre y rodeos con lo planificado en los mapas, y establecer los motivos por los cuales se presentan diferencias, en caso de que éstas existan.
- ✦ Visitar los campamentos y observar si los residuos de combustible, plásticos, envases, baterías y otros materiales contaminantes han sido depositados adecuadamente o qué acciones se prevén para su eliminación. En forma simultánea, se deben recorrer las quebradas que llevan agua y cercanas a los campamentos, y observar la existencia de obstáculos mecánicos que impidan el flujo normal de agua.
- ✦ Identificar qué árboles marcados para el apeo no fueron cortados y explicar los motivos para no proceder a su extracción. También, se deben identificar los árboles que estaban asignados como semilleros pero que fueron cortados. De la misma forma, se debe obtener una explicación de los motivos para la corta de dichos árboles y si ésta fue informada a la autoridad competente.
- ✦ Analizar en el campo los niveles de capacitación de los operadores de motosierra y "skkider", la evaluación de los tocones debe ser tomada en cuenta para realizar este análisis y, si



se considera necesario y el aprovechamiento aún está en ejecución, hacer seguimiento a un motosierrista capacitado y a otro no capacitado (véase la Nota Técnica 6 de BOLFOR)

- ✦ Recorrer las áreas de protección y establecer si se respetó la legislación vigente. En caso de encontrar apeo de árboles, solicitar explicación de la causa de dicha situación y averiguar si la autoridad competente fue informada.

BIBLIOGRAFIA

- Cordero y Meza. 1993. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. Departamento de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Dykstra, D. & Heinrich, R. 1996. Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. Roma.
- Gayoso, R. 1985. Topografía elemental. Publicación docente No. 19. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Jackson S. M., T. S. Fredericksen y J. R. Malcom. 2000. Disturbios y daños a la masa residual después de un aprovechamiento selectivo en un bosque húmedo tropical de Bolivia. BOLFOR. Documento Técnico No 92.
- Tanner H. 1999. Informe final de consultoría en corta dirigida.





Figura 5. Apilado de trozas pulpables dispuestas en metros ruma.
(Nacimiento, Chile).

El costo horario de un boyero, calculado nominalmente a partir de la información suministrada por una empresa forestal chilena, aparece en el Anexo 3.

2.5.2 Variables aplicadas para determinar el costo horario en el maderero con tractores agrícolas

La metodología desarrollada para determinar los costos se fundamenta principalmente en las pautas demarcadas en trabajos de investigación realizados por Anaya (1975); Overgaard (1975); Frisk (1972) y en los procedimientos propuestos por Caterpillar Tractor Co. (1975).

El costo horario de un tractor agrícola de cualquier modelo varía mucho en los costos fijos y en los costos variables, dependiendo esta variabilidad de varios factores, entre los que principalmente destacan: clase de trabajo realizado; precios locales del tractor, del combustible y de los lubricantes; tasas de interés, que generalmente cambia de país a país, entre otros; de ahí que para calcular exactamente el costo horario debe realizarse a través de la experiencia local de cada región o país.

La determinación del costo horario se realiza sumando el costo por hora del tractor agrícola y el costo de la mano de obra del tractorista y el estrobero. La fórmula general empleada para hallar los costos es como sigue:

$$Ch = Cht + Chm$$

donde:

- Ch = costo horario total.
- Cht = costo horario de posesión y operación del tractor.
- Chm = costo horario de la mano de obra.

La información básica y valores del costo horario aparecen registrados en el Anexo 8.

a. Costos fijos

Interés. Los intereses se consideran como el ingreso que puede tenerse si el valor del precio del tractor se hubiera depositado en una caja de ahorros a interés fijo. La tasa de interés considerada en el presente estudio es del 12% anual.

$$I = \frac{1}{U} \left(\frac{Vi + Vf}{2} \right) \frac{T}{100}$$

$$I = \frac{(Vi + Vf) 12}{U 200}$$

donde:

- I = costo de interés.
- Vi = valor inicial del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- Vf = valor de reventa o valor final del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- U = uso anual del tractor, en horas.
- T = tasa de interés (12%).

Depreciación. La depreciación es una reserva por la disminución del valor de adquisición del tractor y de los accesorios de madereo por su uso, a fin de recuperar la cantidad invertida en el tiempo de la utilización de la máquina y demás accesorios.

El método de depreciación sugerido en este estudio se basa exclusivamente en las horas de uso anual.

$$Ca = \frac{Vi - (Vf + Vn)}{NU}$$

donde:

- Ca = costo horario de depreciación.
- Vi = valor de compra del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- Vf = valor de reventa del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
- N = vida útil del tractor, en años.
- U = uso anual del tractor, en horas.

Como se puede observar en la fórmula anterior, los neumáticos se excluyen por ser considerados como artículos de consumo rápido y alto costo (Caterpillar, 1975), y su valor de reemplazo se resta del precio inicial del tractor a fin de hallarse el valor neto de depreciación por concepto de neumáticos.

Patente. Son los gastos ocasionados en adquirir la patente sin la cual no puede transitar el tractor. En Chile la patente se renueva cada año.

$$CP = \frac{P}{U}$$

donde:

- CP = costo horario de la patente.
- P = costo anual de la patente.
- U = uso anual del tractor, en horas.

b. Costos variables

Reparaciones. Se refiere a los gastos relacionados con el arreglo del tractor incluyendo el valor de las piezas y la mano de obra (excluyendo el salario del operador). Algunas empresas o personas acostumbran a llevar los registros de estos costos, los cuales constituyen la mejor información para determinar el costo por hora de las reparaciones. En caso de ausencia de los registros es costumbre realizar los cálculos como un porcentaje del costo inicial de la máquina.

En el presente estudio se utiliza un porcentaje del 90% que equivale al factor de reparación propuesto por Caterpillar (1975) para estimar este tipo de costos cuando los tractores forestales de ruedas trabajan en zonas sujetas a fuertes impactos, pedregosas y rocosas, las cuales han sido clasificadas (por Caterpillar 1975) como "Zona C", cuyas características se asemejan a las condiciones del trabajo forestal.

$$Cr = \frac{(Vi - Vn)r}{NU} = \frac{(Vi - Vn) 0,90}{NU}$$

donde:

- Cr = costo de reparación por hora.
- Vi = valor de compra del tractor (incluyendo el winche de maderéo).
- Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
- N = vida útil del tractor, en años.
- U = uso anual del tractor, en horas.
- r = factor de reparación = 90% = 0,90.

Neumáticos. El costo de los neumáticos se considera por separado debido a su alto costo. Para fijar la duración se toma como base la experiencia.

$$Cn = \frac{Vn}{N} = \frac{Vn}{3\ 000}$$

donde:

- Cn = costo de los neumáticos por hora.
- Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
- N = vida útil de los neumáticos, en horas.

La duración media de los neumáticos se estima en 3 000 horas (Caterpillar, 1975).

Combustible. El consumo de combustible se determina con exactitud en el sitio de trabajo, pero cuando existe dificultad para determinarlo es posible revisar el catálogo del tractor.

Los gastos de combustible varían según las especificaciones del tractor, la forma de conducir del operador, el peso de la carga, la topografía y el tiempo de uso, entre otros; de ahí que en algunas ocasiones puede cambiar el consumo registrado en el terreno con el reportado en los catálogos.

En la elaboración del presente estudio el consumo de combustible se determinó en el sitio de trabajo, y los costos se calcularon empleando la siguiente fórmula:

$$Cc = Ch \times Vc$$

donde:

- Cc = costo de combustible por hora.
- Ch = consumo de combustible por hora.
- Vc = valor del combustible por litro.

Lubricantes, filtros y grasa. Implica los costos de cambio de aceite del motor, transmisión, caja de cambios y otras labores de lubricación.

Equipo accesorio. Es el gasto originado en adquirir el gancho de acero y cable necesario para el arrastre de la madera.

Mantenimiento. Se refiere al tiempo y costo originado en las labores propias de mantenimiento del tractor como es observar los niveles de agua del radiador, mirar los niveles de aceite, chequear los frenos y abastecer el tractor de combustible, además de otras labores. Para efectos de cálculo se estimó que el tractorista dedica diariamente 15 minutos a este tipo de trabajo, lo que equivale a una cuarta parte del costo horario de su salario.

Costo de la mano de obra. Implica el salario pagado al tractorista y al estrobero. Los costos mencionados por este concepto en el presente estudio incluyen además las bonificaciones recibidas por concepto del volumen movilizado.

3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La toma de información sobre los animales de trabajo correspondió a diferentes yuntas de bueyes con un peso comprendido entre 500 y 700 kg por cada buey, bajo el supuesto que todos poseen la misma capacidad de trabajo. Las actividades operacionales del maderero fueron realizadas con bueyes y boyeros con experiencia y niveles estables de producción.

Los lugares donde se tomaron los registros para analizar el maderero con bueyes correspondieron a predios de empresas forestales chilenas donde el aprovechamiento forestal y el maderero obedecieron a una planificación.

El tractor agrícola sujeto a estudio carecía de un sistema de lastrado especial en su parte delantera que permitiera equilibrar el peso producido por el winche y la carga, condición en la cual la potencia y el rendimiento no son de los mejores. Asimismo, para la carga sólo se utilizó el cable del winche, sin estrobos, los cuales permiten acortar el tiempo de carga y a su vez disminuir los costos de madereo.

El estudio de tiempos para el madereo de los bueyes y del tractor agrícola sólo considera los tiempos efectivos de trabajo y los tiempos suplementarios computables, descartando aquéllos que se destinaron a otros tipos de actividades como apilar y cargar camiones.

El estudio de tiempos para el madereo con tractor agrícola se realizó en un solo sitio, de modo que refleja las condiciones imperantes en una sola faena de aprovechamiento forestal.

UNIDAD 4

Evaluación del
aprovechamiento forestal
e IAPOAF.

INTRODUCCION

Toda actividad de aprovechamiento forestal causará, irremediamente, algún nivel de daño ya sea a la masa remanente, al suelo y/o las fuentes de agua. No obstante, estos daños pueden minimizarse con una buena planificación de las operaciones de aprovechamiento, incluyendo la construcción de caminos y pistas de arrastre, la corta y el arrastre.

Posteriormente, esta planificación debe ser evaluada para establecer el nivel de cumplimiento de las operaciones y realizar los ajustes necesarios para las próximas cosechas. De esta manera, tanto los responsables del manejo como los administradores tendrán una mejor base de información para la toma de decisiones en el futuro.

Existen diferentes metodologías para la evaluación de los efectos del aprovechamiento. Estas metodologías deberían implementarse al concluirse la época de zafra o según vayan avanzando las operaciones. Cuando se trabaje en áreas grandes (por ejemplo AAA mayores a 1000 ha), la evaluación se debería hacer en áreas de entre 50 y 100 ha. Sin embargo, no es necesario hacer la evaluación sobre toda la superficie aprovechada y la intensidad de muestreo se puede ajustar conforme se van obteniendo los primeros resultados, de acuerdo a la variabilidad que muestran los mismos. Igualmente, la evaluación puede concentrarse en algunos de los parámetros y no incluir todos; por ejemplo, puede que inicialmente sólo se evalúen las pistas y los caminos construidos.



Los equipos de medición y materiales necesarios para la aplicación de la metodología son: GPS (receptor/navegador de sistemas de posicionamiento global), brújula, clinómetro, cinta métrica, cinta diamétrica, forcípula, cintas de color, machete, libreta de campo, marcadores, flexómetro y planillas de campo.

Con la cuantificación de los residuos, tocones y daños a la masa remanente (futura cosecha) y los precios de la madera por metro cúbico, se puede hacer estimaciones sobre el valor de las pérdidas económicas para la empresa u organización, lo que puede definir, en el futuro, una mejor aplicación de las prácticas de aprovechamiento

SUPERFICIE AFECTADA

CAMINOS PRINCIPALES Y PISTAS DE ARRASTRE

a) Levantamiento topográfico

Para establecer el área impactada por caminos, pistas de arrastre y patios de acopio, se debe realizar el levantamiento topográfico de esta infraestructura, registrando la siguiente información:

- ✦ Distancia sobre el terreno, con cinta métrica
- ✦ Pendiente, en porcentaje, definida con clinómetro.
- ✦ Acimut, en grados y con base 360°, tomado con brújula.
- ✦ Ancho cada 100 metros en caminos y 50 metros en pistas.



Para iniciar el levantamiento topográfico, se debe determinar un punto georeferenciado (tomado con GPS), al cual todos los caminos y pistas estarán amarrados. A partir de dicho punto, se deben iniciar las mediciones, estableciendo estaciones en cada punto donde cambia la pendiente o la dirección del camino o la pista.

Generalmente, cuando se evalúan las pistas, éstas se ramifican progresivamente a medida que se avanza, en estos casos se debe establecer, según la intensidad de uso, una nomenclatura (por ejemplo, una relación ordinal) que ayude en el procesamiento de la información y su representación. También es importante dejar una cinta de color, como marcador, cada vez que exista un cambio de dirección de la pista, para evitar que una pista sea evaluada dos veces. En los casos donde los caminos sean transitables por vehículo, es más fácil medir los mismos con el odómetro del carro; sin embargo tal medición sólo da una idea de la longitud de los caminos o pistas y, no así, de su ubicación o dirección.

Para la medición del ancho de los caminos, se debe realizar un muestreo, información que posteriormente se empleará para la determinación de la superficie afectada por esta infraestructura. Este muestreo consiste en medir el ancho del camino o pista cada cierta distancia. Después, con base en estas mediciones, se calcula un promedio del ancho.



b) Método de transectos

Este método consiste en seleccionar, al azar, líneas o carriles (del inventario o censo) que atraviesan el área estudiada y relacionar su distancia total con la distancia total de las pistas que la atraviesan.

Para aplicar este método, se debe recorrer una línea o carril (transecto) e ir midiendo, con cinta métrica u otro instrumento, la distancia desde la partida hasta encontrar una intersección con una pista de arrastre. El espacio ocupado por la pista o claro debe ser medido y luego continuar hasta encontrar otra área afectada, pero manteniendo siempre la distancia acumulada de la línea o carril.

Luego se aplica la siguiente relación para cada línea o transecto:

$$\% \text{ daño} = \frac{\text{distancia total de pistas}}{\text{distancia total del transecto}} * 100$$

El siguiente ejemplo tomado de Jackson et al. (2000) se refiere a 10 líneas o transectos en un área de aprovechamiento de 500 ha.

El promedio de los 10 transectos es 5.2%, es decir que un 5.2% del área de aprovechamiento está impactada por pistas o claros. Esto significa que hay 26 ha (500 ha * 0.052) cubiertas por pistas o claros en el área evaluada. Esta clasificación puede hacerse más detallada, de manera que se clasifiquen las pistas primarias, secundarias, etc.



Transecto	Distancia del transecto (m)	Distancia afectada en el transecto (m)	%
1	1000	50	5.0
2	1000	100	10.0
3	1000	7	0.7
4	1000	25	2.5
5	1000	48	4.8
6	1000	56	5.6
7	1000	35	3.5
8	1000	66	6.6
9	1000	35	3.5
10	1000	80	8.0
PROMEDIO		50.2	5.02

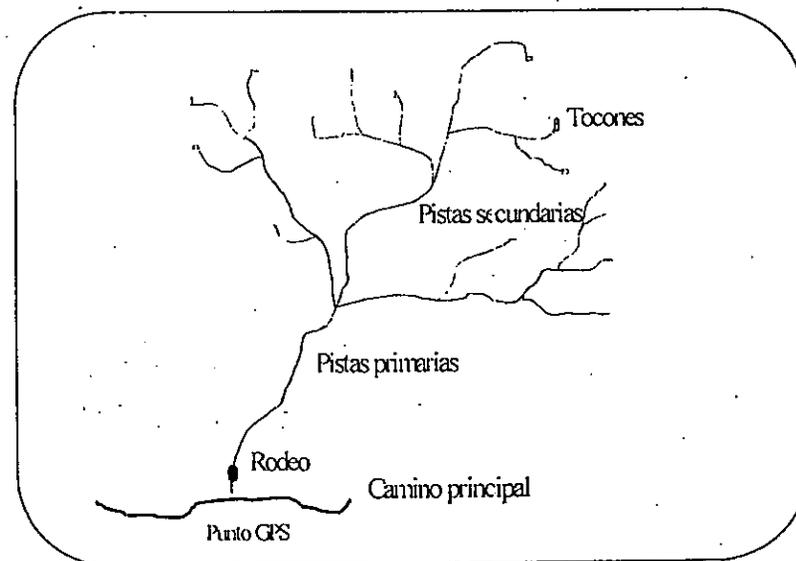
A partir de esta superficie cubierta por caminos o pistas de arrastre, se puede estimar su longitud, asumiendo un ancho promedio. Por ejemplo:



Parametro	Valor	Cálculo
Superficie afectada en ha	26	10000 m ² /ha
Superficie afectada en m ²	260000	
Ancho promedio de la pista en metros	3.5	
Longitud total de las pistas en metros	74285.7	260000/3.5
Densidad promedio de pistas en m/ha	148.57	74285.7/500

Este método se aplica cuando es difícil, costoso o no hay tiempo de realizar un levantamiento topográfico completo de caminos y pistas.

En la siguiente figura se muestra una representación de los caminos, patios y pistas de arrastre, obtenida mediante el método de levantamiento topográfico. Si se utiliza el método de transectos, y éstos están lo suficientemente cerca, se puede producir un croquis con la ubicación aproximada de los caminos o pistas. Además, como se indicó anteriormente, las pistas se pueden clasificar en primarias y secundarias, según su uso y tráfico. En términos generales, las pistas primarias se comunican con un rodeo y las secundarias generalmente llegan hasta el tocón del fuste extraído.



c) Utilización del GPS¹

Dependiendo de la escala de la zona a ser evaluada y de la precisión que se desee obtener, se puede hacer el levantamiento de los caminos y pistas utilizando GPS. Este procedimiento puede llevarse a cabo de diferentes maneras.

¹ Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global en Castellano).



Una de las alternativas es utilizar la opción de marcar puntos (WAYPOINTS) en cada cruce o división de camino o cuando hay un cambio en la dirección en el camino o la pista. Las coordenadas de estos puntos pueden luego ser utilizadas con cualquier programa de mapeo, para graficar los caminos levantados. Es recomendable que, al mismo tiempo que se hace el recorrido con el GPS, se prepare un croquis del recorrido.

Otra alternativa consiste en utilizar la opción TRACKING de los GPS. En esta opción, el GPS va registrando automáticamente el recorrido que se realiza, pero deben tomarse algunas precauciones para que la información producida sea de la mejor calidad posible. Debe tenerse presente que los GPS navegadores más comunes (tipo Garmin²) registran automáticamente el recorrido pero no producen automáticamente archivos o puntos con las coordenadas. También, se debe ajustar el GPS si se quiere definir la frecuencia con la cual éste tomará los registros, aunque también se puede dejar en AUTO (automático). Se ha observado que el modo automático no proporciona buenos registros cuando las distancias evaluadas son cortas (menos de 50 metros) y, en estos casos, es preferible establecer un periodo de tiempo (5 o 10 segundos por ejemplo) dentro del cual el GPS hará la observación respectiva. Se asume que la programación del GPS, en cuanto al sistema de coordena

² La mención de marcas no significa una recomendación de BOLFOR para su uso y normalmente hay en el mercado más de una alternativa que se puede utilizar.



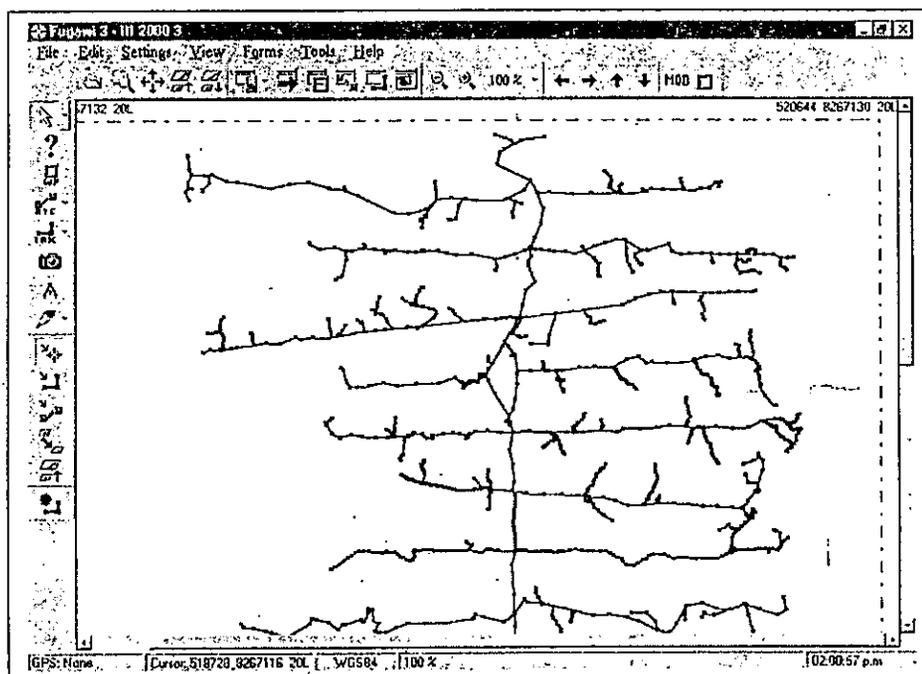
das, datum, hora local y otros, está definida según el mapa de trabajo.

Para obtener coordenadas con TRACKING se señalan dos opciones principales:

- ✦ Utilizar la opción de TRACKBACK y, después de hacer el recorrido de cada una de las pistas, ejecutar la opción GO TO TRACKBACK y el GPS producirá puntos (WAYPOINTS) con coordenadas a lo largo del recorrido hecho. En este caso, no se tiene control de los lugares donde se marcan los puntos, sino que el GPS los distribuye a lo largo del recorrido que se hizo. Es conveniente ejecutar el GO TO TRACKBACK frecuentemente (por ejemplo para cada uno de los caminos y pistas), con el fin de lograr el mayor detalle posible. Los puntos que produce esta opción quedan en la memoria del GPS con el símbolo T y pueden luego ser graficados en cualquier programa de mapeo. En el croquis que se levante en el campo, se anotan el número de punto de inicio y final de cada una de las pistas o caminos levantados.
- ✦ Utilizar un programa, como FUGAWI, que permite "bajar" del GPS a la computadora todo el recorrido hecho con la opción TRACKING, de manera que, para todo el recorrido, se tienen coordenadas que puedan ser graficadas con cualquier programa de mapeo o con el mismo



FUGAWI. A continuación se presenta un ejemplo de graficación con FUGAWI.



Antes de utilizar la opción de TRACKING, se debe tener el cuidado de "borrar" cualquier registro que se haya hecho anteriormente y que no forme parte del levantamiento que se está o que se quiere realizar. Esto simplificará el procesamiento de la información, aunque posteriormente, con el FUGAWI, también se pueden eliminar los puntos que no corresponden al levantamiento. El método para inicializar el TRACKING varía según el fabricante del GPS, por lo que se recomienda consultar el manual de cada GPS y seguir las instrucciones del caso.

En cualquier caso que se utilice el GPS para el levantamiento de caminos, es recomendable que se cuente con el software y el cable necesario para conectar el GPS a la computadora, de manera que las coordenadas de interés se puedan "bajar" directamente, sin necesidad de transcribirlas manualmente. También, se deben tener presentes las limitaciones del GPS en cuanto a la disponibilidad de satélites y densidad del dosel y, por lo tanto, planificar la toma de datos para disminuir al máximo el efecto negativo de estas fuentes de error (para más detalles del programa FUGAWI ver Anexo 2).

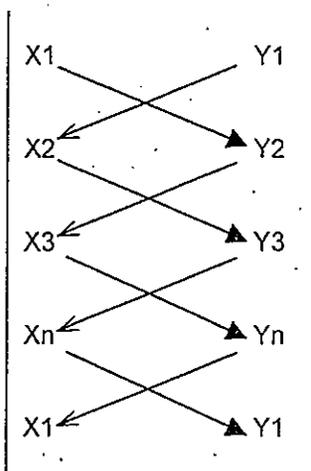
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PATIOS DE ACOPIO

El levantamiento se realiza ubicándose en cada uno de los vértices del rodeo y determinando la distancia y el azimut entre éstos. Este proceso también puede efectuarse con GPS, aunque, dependiendo de la dimensión del patio, el error de medición del GPS puede ser grande, con respecto a la superficie medida.



La superficie se puede determinar aplicando la fórmula de Gauss, que consiste en una matriz de los coordenadas planas X y Y, donde se multiplica la abscisa del primer vértice por la ordenada del segundo, hasta terminar con la abscisa del último vértice por la ordenada del primero. La superficie resultante es el promedio de la diferencia de la sumatoria entre la primera multiplicación y la segunda. El área es definida en metros cuadrados.

La fórmula es:



$$= \frac{1}{2} * \sum \rightarrow - \sum \leftarrow$$

Donde: X y Y son coordenadas UTM o planas
Fuente: Gayoso, 1985



Cuando el patio tiene forma rectangular o cuadrada, con sólo medir el largo y el ancho se podrá definir su área.

Para determinar el área total de patios, se sugiere hacer un muestreo midiendo por lo menos 10 patios y multiplicar el área promediada por el número total de patios.

La misma fórmula, anteriormente mencionada, se puede aplicar para determinar la superficie total del área evaluada. Para ello, se deben tomar las coordenadas de los extremos de las pistas de arrastre, caminos o tocones y analizarlas como si constituyeran una poligonal cerrada.

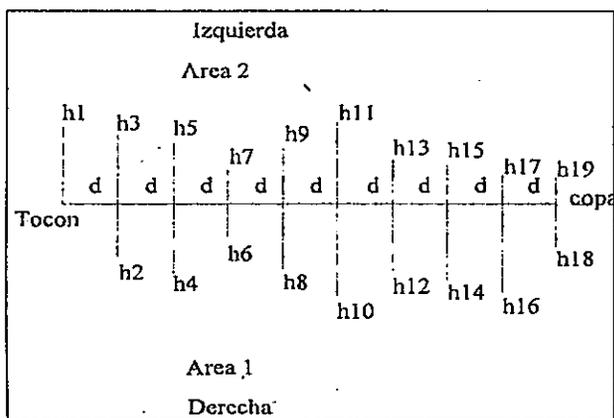
Actualmente, las versiones nuevas del software de los GPS navegadores, en la opción TRACKING, brindan la posibilidad de calcular directamente el área de cualquier poligonal cerrada. El procedimiento a seguir es el mismo que para el levantamiento topográfico, sólo que al final del recorrido se escoge, en la pantalla TRACKING, la opción de cálculo de área. Los resultados se presentan en km² cuando el área es grande (mayor a 1000 m²) y en m² para superficies menores.



SUPERFICIE DE CLAROS CAUSADOS POR LA CAÍDA DE LOS ÁRBOLES TALADOS.

Los claros ocasionados por la caída de los árboles pueden ser medidos aplicando diferentes fórmulas o técnicas topográficas.

El primer método consiste en tomar el fuste total del árbol caído como línea o eje central y, a lo largo del mismo (por ejemplo, cada dos metros) y en forma perpendicular, medir el área afectada por la caída del árbol. Ver figura (Cordero, 1992).



Diseño esquemático de la medición de claros, donde:

- d = Distancia en metros a lo largo del eje central
- h1...h19 = Distancias del lado izquierdo del claro
- h2...h18 = Distancias del lado derecho del claro



Se recomienda enumerar el flanco derecho con números pares y el izquierdo con impares. De esta manera, se facilitarán los cálculos. A partir de estos valores, se calcula la superficie de cada una de las partes medias con las siguientes fórmulas:

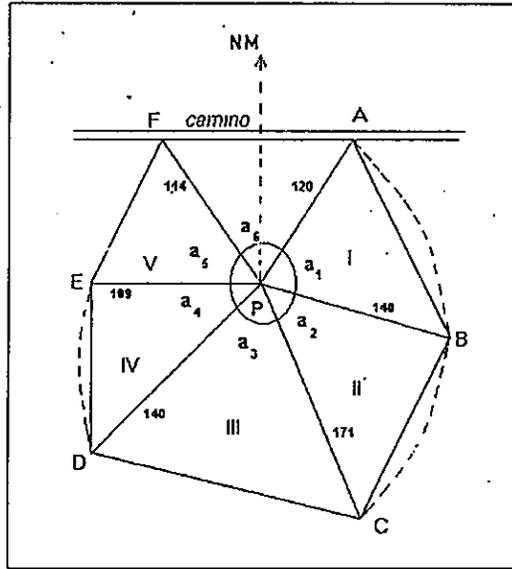
$$\text{Area 1} = d * \left[\frac{h_2 + h_{18}}{2} + h_4 + h_6 + \dots + h_{16} \right]$$

$$\text{Area 2} = d * \left[\frac{h_1 + h_{19}}{2} + h_3 + h_5 + \dots + h_{17} \right]$$

El área total será la sumatoria de ambos resultados.

El segundo método, de triángulos, consiste en colocar un punto al centro del claro y dividir el mismo en triángulos que se forman por el punto central y dos rumbos hasta el borde del claro (dividiendo el claro por lo menos en 5 triángulos). Luego, se miden las distancias de los dos lados del triángulo, desde el centro hasta el borde, y el azimut de dos rumbos para calcular el ángulo interior. Posteriormente, se usa la relación trigonométrica con los dos lados y ángulo interior para calcular el área de cada triángulo. Después, se suman todos los triángulos para llegar al área total del claro. El siguiente ejemplo ilustra el método:





Lados	Angulos	Seno de a_n
PA = 120 m	$a_1 = 79^\circ$	0.9816
PB = 140 m	$a_2 = 34^\circ$	0.5592
PC = 171 m	$a_3 = 84^\circ$	0.9945
PD = 140 m	$a_4 = 48^\circ$	0.7431
PE = 10 m	$a_5 = 52^\circ$	0.7880
PF = 11 m	$a_6 = 63^\circ$	0.8910
TOTAL	360°	



AREA DEL CLARO = Area I + II + III + IV + V + VI

Formula general $A = \frac{1}{2} \cdot \sum S_i \cdot S_{i+1} \cdot \text{sen } \alpha_{i,i+1}$

$A I = \frac{1}{2} \cdot PA \cdot PB \cdot \text{sen } a_1$	$A I = 0.5 \cdot 12 \cdot 14 \cdot \text{sen } 79^\circ =$	0.008
A II =		0.007
A III =		0.012
A IV =		0.006
A V =		0.005
A VI =		0.006
TOTAL		0.044 ha

Una vez que se ha obtenido un promedio del tamaño de los claros, éste se multiplica por el total de árboles cortados y, así, se estima el área de claros para toda la superficie evaluada. La información sobre el tamaño de los claros, junto con la información sobre la ecología de las especies de interés, puede ayudar a determinar patrones de corta que produzcan tamaños de claros apropiados para las especies.

En esta guía sólo se presentan dos métodos para cuantificar claros, pero pueden existir otros métodos que, por experiencia o costos, pueden implementarse también.



EVALUACION DE
DAÑOS AL SUELO

Esta evaluación tiene como fin determinar el nivel de alteración del suelo en la superficie evaluada. Lo que se busca es separar qué proporción fue más o menos alterada y, de esta manera, determinar si existe el potencial para que ocurran problemas en el futuro. En términos generales, el hecho de que la mayoría de las operaciones de aprovechamiento se realicen sólo durante la época seca, contribuye a disminuir los daños al suelo.

La evaluación se hace mediante un muestreo a lo largo de transectos, los cuales cubren la totalidad de la superficie evaluada. Esta es similar al método de transectos descrito anteriormente para determinar la cantidad de caminos, con la diferencia de que no se mide la distancia de los transectos, sino que se hacen observaciones por puntos cada 20 a 50 metros.

La cantidad de transectos y la frecuencia con que se hacen las observaciones a lo largo de éstos, depende del tamaño de la superficie evaluada. En cada punto, se hace una observación de la condición en ese preciso lugar, no en los alrededores ni 2 o 3 metros más atrás o adelante. La observación se clasifica según las clases que se describen a continuación:



Cuadro 1. Nomenclatura para evaluar las condiciones del suelo.

A	Sin disturbio: materia orgánica en su lugar no hay evidencia de compactación.
B	Algún disturbio: materia orgánica removida pero en su lugar.
C	Materia orgánica removida y suelo expuesto.
D	Suelo removido y exposición de los horizontes inferiores.
E	Máximo disturbio y compactación obvia.

Fuente: Cordero y Meza, 1992

Los resultados deben ser presentados en forma porcentual:

$$\% \text{ daño} = \frac{\sum \text{observaciones por categoría individual}}{\sum \text{observaciones de todas las categorías}} * 100$$

CUANTIFICACION DE
RESIDUOS DEJADOS
EN EL BOSQUE

Para evaluar los volúmenes maderables dejados en el bosque en forma de residuos, la empresa u organización deberá definir las características mínimas para que una troza pueda ser económica y técnicamente utilizada por la industria. En esta parte, se trata de determinar qué volúmenes de madera quedan en el bosque, los cuales pudieron haber sido utilizados por la industria.



Algunas de las características que deben definirse son diámetro mínimo, largo de las trozas, calidad de las trozas y la especie que la industria podría procesar. Con base en esta información, se podrá determinar el volumen dejado en el bosque.

Para la cuantificación del volumen de los residuos, se recomienda aplicar la fórmula de Smalian tal y como se detalla a continuación:

$$V = \left(\frac{\pi}{4} \right) \left(\frac{d^2 + D^2}{2} \right) \cdot L$$

donde: D = diámetro mayor en m
d = diámetro menor en m
L = largo en m
V = volumen en m³
π = constante 3.141516...

EVALUACION DE TOCONES Y DIRECCION DE CAIDA DE ARBOLES APEADOS

La evaluación de los tocones o la calificación de la calidad de corta suministra información indispensable para determinar mejores sistemas de pago y para aumentar la calidad y la eficiencia de la operación de corta.

Para evaluar la dirección de caída y cuantificar la calidad del corte, se realiza una observación de cada tocón y éstos se clasifican de acuerdo a las clases descritas en el Cuadro #2.



Cuadro 2. Nomenclatura para la clasificación de tocones

CLASE	DESCRIPCION
A	Corte bien realizado, no se aprecian daños y la boca de caída está bien orientada
B	Corte bien realizado, no se aprecian daños pero la boca de caída no está bien orientada
C	Reventazón de fuste por caída sobre aletón
D	Reventazón de la parte inferior del fuste por caída sobre obstáculo
E	Reventazón de la parte superior del fuste por caída sobre obstáculo
F	Astillamiento del fuste por cortes incompletos
G	Corte malo pero no ocurre pérdida del producto

Fuente: Cordero y Meza, 1992

Para determinar el porcentaje de calidad de corte mediante tocones, se debe emplear la siguiente relación:

$$\% \text{ Tipo de corte} = \frac{\sum \text{de cortes para clase individual}}{\sum \text{total de cortes}} \cdot 100$$



En los mismos tocones, se debe determinar la altura de éstos, la altura de corte y su diámetro. La altura del tocón se determina midiendo desde el nivel del suelo hasta los 30 cm aproximadamente; la altura sobrante se considera inaceptable. La altura de corte es la medida desde el nivel del suelo hasta el borde del corte mismo. Para definir el diámetro, se deben realizar dos mediciones en forma cruzada y obtener un promedio de éstas.

En los tocones que presentan pudrición, se mide el diámetro del área afectada y se anota la especie, ubicación de la pudrición y si existe algún indicio que indique el agente causal (hongo o insecto). Luego, el diámetro de pudrición se relaciona con el diámetro total del tocón y se determina el porcentaje del problema.

$$\% \text{ Pudrición} = \frac{\text{diámetro de pudrición}}{\text{diámetro total del tocon}} * 100$$

La dirección de caída debe evaluarse considerando dos factores principales:

- ✦ Daño a la masa remanente: es importante que se cause el menor daño posible a la regeneración establecida de especies importantes para el manejo forestal.
- ✦ Operación de extracción: la dirección de caída debe ser tal que facilite la operación de rodeo y, al mismo, tiempo evite el aumento de daños causados por dicha operación.



La selección adecuada de la dirección de caída se determinará de acuerdo a la evaluación de los daños causados a la masa remanente y se basará en la siguiente clasificación.

Cuadro 3. Clases para calificar la selección de dirección de caída

CLASE	DESCRIPCION
mb	El daño que se causa a la vegetación circundante es mínimo y no hay árboles de futura cosecha que hayan sido dañados.
b	La dirección de caída se seleccionó apropiadamente, pero se notan algunos daños a árboles residuales que posiblemente pudieron evitarse.
r	Hay al menos un 50% de posibilidad de que no se haya seleccionado la mejor dirección de caída. Se observan varios árboles (regeneración natural establecida) dañados, es posible que se dañaran árboles de futura cosecha.
m	Al parecer, no se seleccionó la dirección de caída y sólo se cortó el árbol siguiendo la inclinación natural. Hay abundantes daños en árboles adultos, tanto de especies deseables como de otras especies.

La clasificación anterior sólo permite calificar la calidad de la dirección de caída y, no así, el número y el tipo de daños a la masa remanente que se citan más adelante. Es posible que no sea necesario determinar la cantidad de árboles dañados, si el mayor porcentaje está entre las clases "mb" y "b", pero será necesario un análisis más detallado si los daños a las clases "r" y "m" son más frecuentes.



NUMERO Y TIPO DE DAÑOS A LA MASA REMANENTE

Para cuantificar el número y el tipo de daños a la masa remanente, se debe seleccionar, del mapa de censo, los lugares a muestrear incluyendo claros de aprovechamiento, patios de acopio, pistas de arrastre y caminos principales. Se facilitará el muestreo cuando todas las áreas a ser evaluadas estén numeradas.

En pistas y caminos, también se puede emplear segmentos de 50 a 100 m de largo, escogidos al azar. Por ejemplo, un camino principal de 2 km de largo se puede dividir en segmentos de 100 m y asignar un número a cada uno de éstos. Si se emplean 5 muestras, se escogen 5 de los 20 segmentos. Para pistas cortas, se puede tomar el total del largo de la pista.

Los daños pueden calificarse en diferentes niveles (en general, se toma en cuenta daños a los árboles con $dap > 10$ cm).

- ✚ En caminos principales, se miden los daños por lo menos en 5 segmentos de 100 m de largo cada uno. Se deben contar todos los árboles dejados o dañados a 1 m del borde de perturbación del camino. Asimismo, se miden los daños secundarios sin importar la distancia de éstos al camino.
- ✚ En patios, al igual que en los caminos, se miden todos los árboles dañados o dejados dentro de



los patios y a 1 m del borde de éstos. Se deben medir por lo menos 5 patios.

- ✚ En claros, se miden todos los árboles dañados dentro la zona de caída del fuste y la copa. Esta evaluación debe cubrir también la zona situada detrás del tocón, para determinar posibles daños causado por conexiones con lianas (véase la figura).
- ✚ En pistas de arrastre, se miden 5 secciones de pistas primarias, secundarias y terciarias, y éstas se clasifican en:

Tipo de pista	Área de muestreo
Primaria	100 m
Secundaria	50 m
Terciaria	50 m o menos según largo de la pista

Se miden los daños hasta en una distancia de 1 m a cada lado de la pista.

CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

Véase el ejemplo de planilla de campo en la página siguiente y las variables a registrar en las páginas 27 y 28.



Ejemplo de hoja de campo

Planilla de campo-Daños al aprovechamiento

Lugar: Empresa Forestal LTDA.
Sitio: Pistas terciarias muestra # 1Responsable: Pepe González
Fecha: 01/01/2000

Comentarios:

Especie	DAP (clase)	Daños al fuste				Daños a la copa		Daños a la raíz		Sin daños	Sanidad
		Local (m)	Tipo	1° / 2°	Tamaño	Tipo	1° / 2°	Tipo	1° / 2°		
BICO	70	2	corteza	1	grande			madera	1		sano
VERD	50									X	
VERD	20									X	
MOTA	10									X	
AMBAIBO	20	1	madera	1	pequeño						sano
VERD	30	1	madera	1	grande						podrición
MOMO	20									X	
BLAN	40									X	

Cálculos e interpretación de la planilla

Se nota que 3 de los 8 árboles fueron dañados en esta pista terciaria, es decir 3/8 o un 37.5% (se debe tomar los porcentajes de otras pistas terciarias y sacar un promedio global de todas las pistas de esta categoría). A partir del cuadro anterior, se puede obtener otra información como, por ejemplo, el daño a dos árboles comerciales de futura cosecha (1 bibosi colorado y 1 verdolago) y uno no comercial (ambaibo).

Uno de los verdolagos presenta pudrición en el tallo, que corresponde a 1/8 o un 12.5% de árboles de valor comercial. Por otra parte, se nota que el daño en el bibosi es de dos formas (fuste y raíz). Todos los daños fueron causados por golpes primarios del "skkider" y 2/3 o un 66.7% corresponde a daños considerables y 3/4 o un 75% de los daños alcanzaron la madera (es decir heridas profundas que podrían ser infectadas fácilmente por hongos).

VARIABLES Y CLASES DE DAÑOS EN CADA ÁRBOL
DAÑADO O AFECTADO

Especie

DAP

Daños al fuste

A. Localización del daño (definida en metros)

B. Tipo (podría ser más de uno)

- árbol quebrado o aplastado
- árbol inclinado
- daño a la corteza superficial
- daño hasta el cambium
- daños entrando a la madera

C. Causa del daño: daño causado por la máquina (1°), daño causado por otros árboles (2°)

Daños a las raíces

A. Tipo

- a la corteza
- al cambium
- a la madera

B. Causa del daño: similar al caso de daños al fuste

Daños a las copas

A. Tipo

- pérdida menos de 33% de la copa
- pérdida entre 33-67%
- pérdida más del 67% pero no todo
- pérdida de toda la copa (pero queda el fuste)



B. Causa del daño: similar al caso de daños al fuste

- ❖ No se presentan daños - Se anotan los árboles, situados dentro del área muestreada, que no tienen daños. Se puede determinar, también, el porcentaje de árboles dañados y no dañados.
- ❖ Sanidad - Se anota la sanidad de árbol, es decir los árboles sanos que presentan, por ejemplo, pudrición.

PARAMETROS PARA CALIFICAR EL IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO

Los siguientes parámetros permitirán al evaluador, sea éste el Estado o el usuario, establecer el grado de cumplimiento entre lo planificado y lo ejecutado en el campo, en lo que se refiere a caminos, pistas de arrastre y rodeos construidos, además de los impactos causados por el apeo de los árboles, los daños al suelo por el arrastre de troncas y los daños a la masa remanente.

Estos parámetros fueron tomados de proyectos forestales que se desarrollan en otros países. Es de esperar que, con la implementación de la metodología para evaluar el aprovechamiento, también se puedan definir estándares locales de calificación, los mismos que deberán estar estrechamente vinculados con los criterios e indicadores de la certificación forestal.



Referencia	Parámetro/ Estudio/ Lugar	Aprovechamiento Tradicional	Aprovechamiento Mejorado
3	% área disturbada por corta	14	8
	% del área disturbada por arrastre	14	5-8
4	% Jaños serios a bosque residual	29	12
	% área disturbada por corta	11.1	7.7
	% del área disturbada por arrastre	8.7	5.2
	Distancia de arrastre promedio (metros)	350.6	335.2
	Productividad en corta de árboles con aletones (m ³ /hr)	17.6	18.3
	Densidad máxima de caminos (m/ha)	40	
5	Densidad máxima de pistas de arrastre (m/ha)	300	
	Área máxima en rodeos hectáreas/100 ha	0.5	
	% de área máxima afectada por aprovechamiento	30	
	Mínimo ancho zona de amortiguamiento en ríos (m/lado)	20	
	% máximo de pendiente donde se opera	40	
6	Densidad promedio de caminos (m/ha)		9.1
	Densidad promedio de pistas de arrastre (m/ha)		120
7	Índice de árboles residuales > 10 cm dañados	1	0.7
8	Índice de productividad en corta	1	1.1
	Índice de productividad en arrastre	1	1.6
	Índice de costo de aprovechamiento	1	0.84
9	Índice de daño a árboles	1	0.55
	Índice de disturbio de superficie	1	0.76
	Índice de productividad en aprovechamiento	1	1.13
10	Índice de costo de aprovechamiento	1	1.05-1.1
	Índice de daño al bosque residual	1	0.5

³ Hendrison 1989, Suriname.

⁴ Elias, Agricultural University Bogor, Indonesia

⁵ Malaysian Criteria & Indicators and Harvesting Guidelines. ISMAIL HARUN <ismail@frim.gov.my>

⁶ Simon Armstrong for Port Kelaita Forest Operations. Barama Company Ltd.

⁷ Marr & Jonkers 1982, Malasia

⁸ Hendrison 1989, Suriname

⁹ Johns et al 1996, Brazil

¹⁰ Elias, Agricultural University Bogor, Indonesia



A continuación, se presenta un ejemplo de calificación haciendo uso de los parámetros arriba señalados. La evaluación del aprovechamiento corresponde a un usuario ubicado en el bosque húmedo subtropical (bh-ST) del departamento de Santa Cruz.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación del aprovechamiento en la concesión Gato Blanco

Clasificación de caminos	Largo (m)	Ancho promedio (m)	Superficie (m ²)	Densidad (m/ha)	% Impacto
Caminos principales	1307	4.51	5894,7	37,34	1,68
Pistas principales	4215	3.85	16227,5	120,42	4,63
Pistas secundarias	1968	3.33	6553,4	56,22	1,87
Rodeos			3101,6		0,88
Claros			12124,0		3,46
TOTAL	7490		43901,2		12,52



Cuadro 5. Calificación de los resultados de la evaluación en la concesión Gato Blanco

Referencia	Parámetro/ Estudio/ Lugar	Evaluación ejecutada	Calificación
4	% área disturbada por corta	3.46	Aprovechamiento mejorado
	% área disturbada por arrastre	9.06	Aprovechamiento tradicional
5	% área disturbada por corta	3.46	Aprovechamiento mejorado
	% área disturbada por arrastre	9.06	Aprovechamiento tradicional
6	Densidad máxima de caminos m/ha	37,34	Aprovechamiento tradicional
	Densidad máxima de pistas de arrastre m/ha	176.64	Aprovechamiento tradicional
	Área máxima de rodeos hectáreas/100 ha.		
	% de área máxima afectada por aprovechamiento	12,52	Aprovechamiento tradicional
7	Densidad promedio de caminos m/ha		
	Densidad promedio de pistas de arrastre m/ha		



Adicionalmente, se deben considerar los siguientes aspectos para completar la calificación:

- ✦ Comparar los resultados de caminos, pistas de arrastre y rodeos con lo planificado en los mapas, y establecer los motivos por los cuales se presentan diferencias, en caso de que éstas existan.
- ✦ Visitar los campamentos y observar si los residuos de combustible, plásticos, envases, baterías y otros materiales contaminantes han sido depositados adecuadamente o qué acciones se prevén para su eliminación. En forma simultánea, se deben recorrer las quebradas que llevan agua y cercanas a los campamentos, y observar la existencia de obstáculos mecánicos que impidan el flujo normal de agua.
- ✦ Identificar qué árboles marcados para el apeo no fueron cortados y explicar los motivos para no proceder a su extracción. También, se deben identificar los árboles que estaban asignados como semilleros pero que fueron cortados. De la misma forma, se debe obtener una explicación de los motivos para la corta de dichos árboles y si ésta fue informada a la autoridad competente.
- ✦ Analizar en el campo los niveles de capacitación de los operadores de motosierra y "skkider", la evaluación de los tocones debe ser tomada en cuenta para realizar este análisis y, si



se considera necesario y el aprovechamiento aún está en ejecución, hacer seguimiento a un motosierrista capacitado y a otro no capacitado (véase la Nota Técnica 6 de BOLFOR)

- ✦ Recorrer las áreas de protección y establecer si se respetó la legislación vigente. En caso de encontrar apeo de árboles, solicitar explicación de la causa de dicha situación y averiguar si la autoridad competente fue informada.

BIBLIOGRAFÍA

- Cordero y Meza. 1993. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. Departamento de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Dykstra, D. & Heinrich, R. 1996. Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. Roma.
- Gayoso, R. 1985. Topografía elemental. Publicación docente No. 19. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Jackson S. M., T. S. Fredericksen y J. R. Malcom. 2000. Disturbios y daños a la masa residual después de un aprovechamiento selectivo en un bosque húmedo tropical de Bolivia. BOLFOR. Documento Técnico No 92.
- Tanner H. 1999. Informe final de consultoría en corta dirigida.

