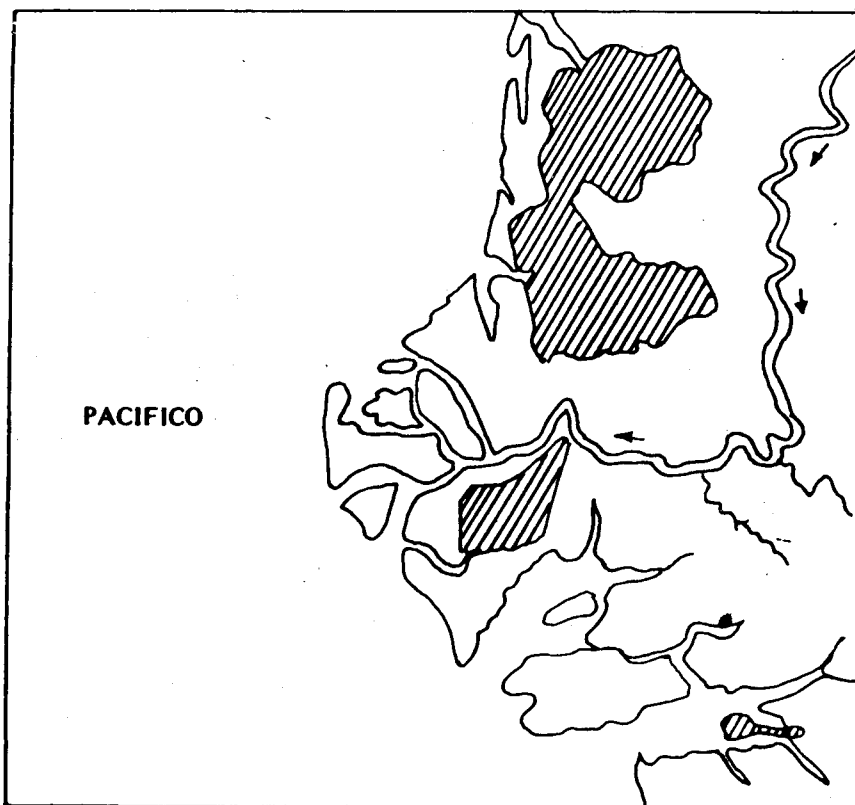


**CORPORACION  
AUTONOMA REGIONAL  
DEL CAUCA**



**Estudios generales del sector  
maderero en el Litoral Pacífico  
Colombiano**

Aprovechamiento forestal

MEMORIA DETALLADA 9

**JAAKKO PÖYRY CONSULTING OY  
FINLANDIA**

**ORTIZ ARANGO Y CIA LTDA  
COLOMBIA**

634-27  
C872e  
V-10

i

		Página
1	OBJETIVO	9/1
2	ALCANCE	9/1
3	CARACTERISTICAS DE LA ZONA	9/1
3.1	Aspectos geográficos	9/1
3.2	Aspectos físicos	9/2
3.3	Aspectos forestales	9/2
3.4	Aspectos socio-económicos	9/6
3.5	Conclusiones	9/6
4	METODOS ACTUALES EN EL PAIS Y EN LA ZONA DEL ESTUDIO	9/7
4.1	Métodos manuales	9/7
4.2	Métodos actuales en la zona del estudio	9/10
5	SISTEMAS ALTERNATIVAS PARA EL APEO	9/11
5.1	El método actual en la zona	9/11
5.2	Sistema alternativo semimecanizado	9/11
6	SISTEMAS ALTERNATIVOS PARA EL TRANSPORTE	9/11
6.1	Transporte menor	9/11
6.2	Transporte mayor	9/16
7	SISTEMA PROPUESTO PARA EL APEO	9/17
7.1	Organización	9/17
7.2	Rendimiento	9/19
8	SISTEMA PROPUESTO PARA EL TRANSPORTE	9/19
8.1	Transporte menor	9/19
8.2	Transporte mayor	9/22
9	CAMINOS Y VIAS DE ACCESO	9/23
9.1	Introducción	9/23
9.2	Planificación	9/24
9.3	Construcción	9/29
9.4	Densidad entre vías principales y requerimiento anual	9/29
9.5	Organización, rendimiento y costos	9/31
10	MANIPULEO DE LA MADERA EN LOS PATIOS BOTADEROS	9/33
10.1	Metodología	9/33
10.2	Organización y rendimiento	9/33
10.3	Costos	9/34

20-117

		Página
11	ADMINISTRACION	9/35
11.1	Introducción	9/35
11.2	Descripción de la organización	9/36
11.3	Inversiones comunes	9/39
11.4	Costos de administración	9/39
11.5	Capacitación	9/39
12	COSTOS DE MADERA ROLLIZA	9/40
12.1	Apeo	9/41
12.2	Transporte menor	9/42
12.3	Transporte mayor	9/43
12.4	Caminos	9/44
12.5	Medición	9/44
12.6	Administración	9/45
12.7	Costo de administración forestal (INDIRENA)	9/45
12.8	Costo total de madera rolliza	9/45
13	REQUERIMIENTOS DE RECURSOS	9/46
13.1	Inversiones	9/46
13.2	Empleo	9/47
13.3	Reparaciones, combustibles y mantenimiento	9/51
13.4	Flujo de gastos	9/51
14	CONCLUSIONES	9/56
15	PROXIMA FASE	9/57
15.1	Estudio de factibilidad	9/57
15.2	Estudio piloto para prueba de métodos nuevos de aprovechamiento forestal	9/58

#### APENDICES

1

## OBJETIVO

En el presente aparte se entiende por aprovechamiento forestal el apeo y el transporte forestal, así como el costo de madera rolliza.

Con base en las condiciones reinantes en la zona del estudio, se propone una alternativa básica para el apeo y transporte forestal, técnica y económicamente adecuada y con un nivel de mecanización y organización en buena proporción y armonía con la situación socio-económica de la zona.

De acuerdo con el sistema propuesto se deberán estudiar y analizar las necesidades de instalaciones fijas, maquinaria, equipo, personal, etc. con el fin de cumplir tanto con el plan de corta como con los requerimientos de materia prima del futuro complejo industrial.

Premisa fundamental en la planificación será la presencia de asentamientos humanos, para lograr una utilización integral de la mano de obra a través del óptimo aprovechamiento de los volúmenes de madera.

2

## ALCANCE

El análisis de la metodología, producción y costos tiene el nivel de prefactibilidad. El estudio no detallará métodos y construcciones que son conocidos por tradición en la zona o tienen poca importancia económica.

Sin embargo, se profundizó el estudio sobre el transporte menor (transporte terrestre del tocón hasta las vías fluviales), la fase más compleja y más costosa en la cadena de transporte hasta la fábrica.

3

## CARACTERISTICAS DE LA ZONA

En general la zona del estudio tiene una serie de características negativas para posibilitar la introducción de un sistema mecanizado de transporte, aun del utilizado en otras zonas del país. Sin embargo, las distancias largas entre el bosque y las vías fluviales hacen necesaria la mecanización. Hay que proponer y en la práctica estudiar máquinas y métodos nuevos y adecuados para este ambiente forestal.

3.1

### Aspectos geográficos

La zona del estudio abarca dos áreas, Area 1 al sur y Area 2 al noroeste del Río San Juan.

Cada área está dividida en unidades de manejo forestal, las cuales están limitadas por las divisorias de agua y permiten por eso un flujo natural de transporte a un sólo río o afluente de río (ver Mapa de flujo de transporte).

El flujo natural termina donde los ríos desembocan en el mar Pacífico. La distancia entre la boca del Río San Juan y Buenaventura (ubicación propuesta para el complejo de industria forestal), es de aproximadamente 70 kms (ver Mapa de flujo de transporte).

### 3.2

#### Aspectos físicos

Las características más importantes de la zona son las siguientes:

- Elevada precipitación (6000 - 8000 mms/a) con estaciones inseguras y muy cortas de poca pluviosidad (enero, febrero, marzo, mayo y junio). Los meses de agosto a noviembre tienen alta pluviosidad y facilitan el transporte fluvial en las quebradas pequeñas, pero al mismo tiempo dificultan el transporte menor con maquinaria y por las lluvias el trabajo en general (ver Figura 3/1).
- Red de vías fluviales con una densidad muy irregular y con gran número de quebradas, permitiendo transporte solamente durante limitado tiempo del año (ver Mapa de bosques).
- Una topografía microondulada con pendientes que varían normalmente entre 30 y 80 %. Las colinas tienen una formación muy irregular en cuanto a la longitud y dirección geográfica, lo cual dificulta la planificación del aprovechamiento forestal.
- Suelos muy blandos y con baja estabilidad. Resistencia de penetración relativamente baja en Colinas (promedio 0,5 - 0,6 kg/cm<sup>2</sup>) y extremadamente baja en la zona aluvial (promedio 0,1 - 0,2 kg/cm<sup>2</sup>) (ver Cuadro 3-1).
- Casi total falta de material para construcción de caminos (balastro).

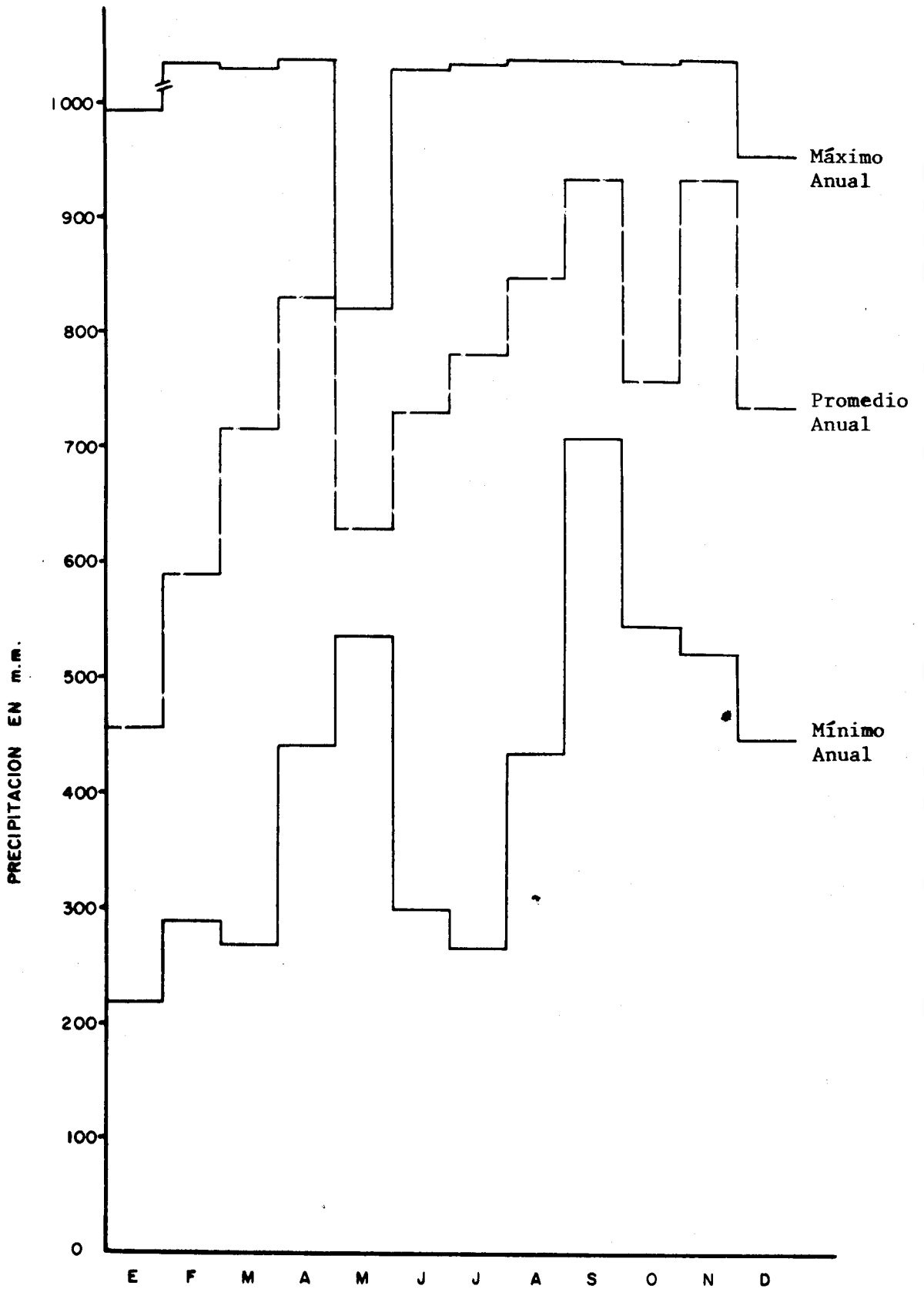
### 3.3

#### Aspectos forestales

Las características más importantes para el transporte forestal son las siguientes:

- Árboles relativamente pequeños, con aproximadamente 60 % del volumen con un DAP entre 30 y 49 cms
- Volumen promedio aprovechable por ha de 58 m<sup>3</sup> en pie c.c. (con corteza). Corresponde a 201 trozas con volumen unitario promedio de 0,26 m<sup>3</sup> rolliza (longitud estándar de 320 cms) (ver Cuadro 3-2).

Figura 3/1  
 Variación de la precipitación mensual en  
Paletina, Municipio de Buenaventura  
 Período: 1969 - 1979



Copia No Controlada CYC

Cuadro 3-1

Ensayos de resistencia del suelo a la penetración

Fecha: febrero 10 - 11, 1981 (P Christiansen - J Arias)  
 Cono nº 4 = 5 cm<sup>2</sup>; varilla = 100 cms de largo

(NOTA: Se compete con el  
 Mapa de suelos)

Nº	SITIO	TIPO DE BOSQUE	Resistencia de penetración kg/cm <sup>2</sup>				
			Profundidad en cms				
			0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
1	Q. Taparal	Colinas, Cima	-	0,5	0,5	0,6	-
2	Q. Taparal	Colinas, Cima	-	0,3	0,5	0,5	0,7
3	Q. Taparal	Colinas, Cima	-	0,4	0,5	0,6	1,0+
4	Q. Taparal	Colinas, Cima	-	0,6	0,8	1,0	1,0+
5	Q. Taparal	Colinas, Ladera	0,8	1,0+	-	-	-
6	Q. Taparal	Colinas, Ladera	-	-	0,5	0,5	0,5
7	Q. Taparal	Colinas, Ladera (Piedras)	-	0,6	1,0+	-	-
8	Q. Taparal	Colinas, Ladera (Piedras)	0,4	0,6	1,0+	-	-
9	Q. Taparal	Colinas, Ladera (Piedras)	1,0+	-	-	-	-
10	Q. Taparal	Zona Aluvial	-	0,7	1,0+	-	-
11	Q. Taparal	Zona Aluvial	-	-	0,2+	0,4	0,4+
12	Q. Taparal	Zona Aluvial, Piedras	-	-	0,5	0,4	0,4+
13	Q. Taparal	Lecho Quebrada (Arena)	0,4	0,8	0,9	-	-
14	Q. Taparal	Aluvial Bajo	0,2	0,2+	0,2+	0,2+	0,2+
15	Q. Taparal	Aluvial Bajo	0,2+	0,2+	0,2+	0,2+	0,2+
16	Q. Taparal	Aluvial Bajo	0,1	0,1	0,2+	0,2+	-
17	Q. Taparal	Aluvial Bajo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6+

Cuadro 3-2

Número y volumen de trozas por hectárea para chapas y aserrfos distribuido sobre clases

Longitud estándar: 320 cms. Tamaño promedio =  $0,26 \text{ m}^3$

Clase Di métri ca	2 (25 cm)	3 (35 cm)	4 (45 cm)	5 (55 cm)	6 (65 cm)	7+ (75+ cm)	T O T A L
Número de trozas	67,4	114,1	12,8	4,0	1,7	1,6	201,6 (Trozas/Ha.)
Volumen promedio $\text{m}^3 \text{ c.c}$	0,14	0,27	0,43	0,65	0,88	1,19	0,26 (Promedio)
Volumen total de trozas $\text{m}^3$ c.c por ha.	9,6	30,4	5,5	2,6	1,5	1,9	51,5*
Distribu- ción rela- tiva	18,6%	59,1%	10,7%	5,0	2,9	3,7	100,0

\*Volumen de Madera para Tableros Conglomerados ( $>30 \text{ cm DAP}$ ) a Cortar por Ha. =  $10,4\text{M}^3$

1) 50% del Volumen de especies para chapas pasan al "Aserradero" por razones de calidad.

2) 50% del Volumen aserrable de DAP 30 - 39 cm pasan para "Tableros Conglomerados" por razón de calidad.



- Alto número de especies adecuadas como madera para chapas, productos aserrados y tableros conglomerados.

Esto señala, como consecuencia, la necesidad de una organización especial para clasificar, separar y marcar trozas para distintos fines.

### 3.4

#### Aspectos socio-económicos

Las características socio-económicas más limitantes para la incorporación de los habitantes de la zona en el aprovechamiento forestal son las siguientes:

- Nivel de vida bajo, desnutrición, analfabetismo, enfermedades, mano de obra no calificada, falta de infraestructura y falta de incentivos.
- Existen algunas áreas específicas de bosque como medio natural de asentamiento y desarrollo de las comunidades indígenas.

Como consecuencia, el aprovechamiento forestal que se cumpla en la zona debe procurar mantener el deseable equilibrio entre la empresa y los nativos, a través de una adecuada coordinación y evitando conflictos.

- Gran parte de los habitantes de la zona tienen como un ingreso importante la explotación y venta de productos forestales, utilizando métodos primitivos.
- El 60,5 % de los hombres en la zona (aproximadamente 7500 hombres en total) tienen una edad entre 13 y 40 años (ver Descripción del área del estudio, Memoria detallada 1), la cual es una proporción comparativamente muy alta para este grupo de edad y constituye una ventaja para el futuro proyecto maderero.

### 3.5

#### Conclusiones

Las condiciones mencionadas tienen los siguientes efectos sobre el futuro transporte forestal:

- Larga distancia de transporte y a veces fuerte microondulación del terreno que según estimaciones eliminará 40 % del área como económicamente no accesible. La distancia máxima de transporte menor se limitó a 3 kms.
- Selección de maquinaria con propiedades de baja presión sobre el suelo y alta velocidad.
- La construcción de caminos para la utilización de camiones será imposible o antieconómica, por la total falta de balastro en la zona.

- La única alternativa para el transporte mayor será utilizar las vías fluviales.
- Gran necesidad de una intensiva capacitación del personal.

4

#### MÉTODOS ACTUALES EN EL PAÍS Y EN LA ZONA DEL ESTUDIO

##### 4.1

##### Métodos actuales en el país

##### 4.1.1

##### Métodos manuales

La explotación manual de los bosques utilizando métodos sencillos y realizados por grupos pequeños, de 4 a 6 personas, es todavía muy común en Colombia.

Los métodos frecuentemente utilizados se detallan en el Subcapítulo 4.2, como ejemplo.

Los grupos consisten normalmente de particulares o contratistas, que venden la madera rolliza (o madera manualmente aserrada) a la orilla del río o de la carretera a intermediarios, o alternativamente a los aserríos pequeños, a precios muy bajos.

##### 4.1.2

##### Métodos mecanizados

Los métodos mecanizados de transporte forestal varían considerablemente de una región a otra en el país, tanto en el sistema utilizado como en el grado de mecanización. Estos métodos fueron introducidos y desarrollados en Colombia en los últimos veinte años.

Los últimos diez años no han introducido sistemas nuevos. Sin embargo, en algunas empresas se han logrado mejoramientos y modificaciones con el fin de bajar los costos.

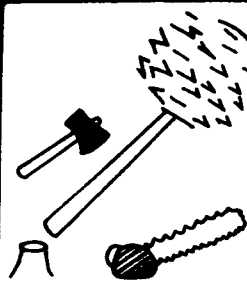

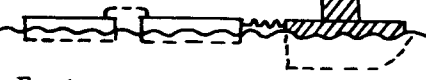
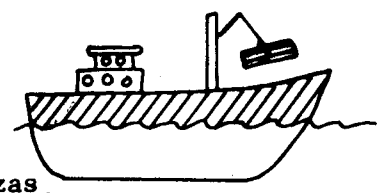
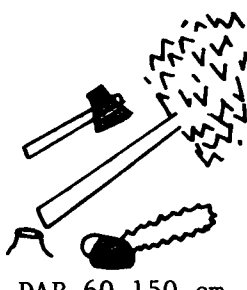
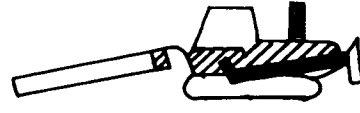
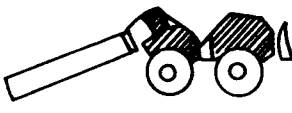

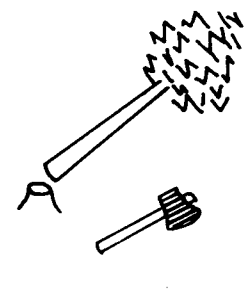
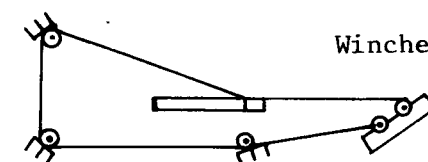
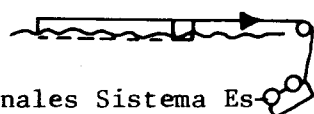
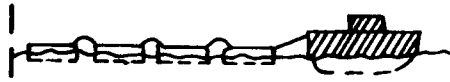
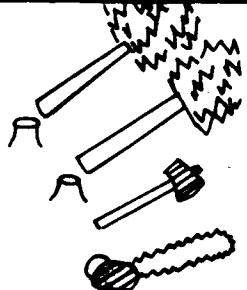
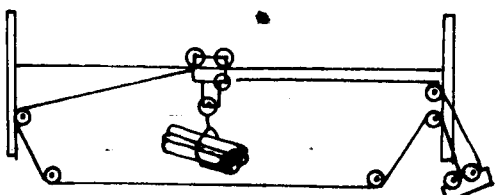
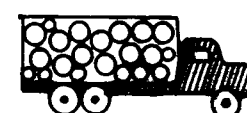
La inversión o reinversión en maquinaria no ha estado nivelada con los requerimientos, lo cual a menudo ha resultado en máquinas y equipos técnicamente gastados, dando como consecuencia alto costo de reparación y una utilización inferior comparada con máquinas nuevas.

En la Figura 4/1 se sintetizan los métodos de transporte más importantes de cada zona o región. Sin embargo, es conveniente ampliar un poco más este aspecto, refiriéndolo a las principales zonas forestales:

Guandal: Existen sistemas semimecanizados en el área de Tumaco para efectuar las operaciones de transporte. En los frentes operan unidades de cables terrestres para arrastrar la madera a los canales, los cuales son construidos en forma de "espina de pescado", facilitándose de esta manera el flujo de madera a los canales principales, los cuales desembocan en el río, de donde la madera se transporta por remolcadores hasta la industria ubicada en Tumaco.

Figura 4/1

Síntesis de principales métodos mecanizados en el transporte forestal en Colombia

ZONA	APEO	TRANSPORTE MENOR		TRANSPORTE MAYOR
<p><u>CATIVAL</u></p> <p>Método de fustes convencional</p>	 <p>DAP 60-100 cm.</p>	<p>Distancia 500-1000 m.</p>  <p>Fustes (Tocón al Botadero)</p>	<p>Distancia 10-50 Kms.</p> <p>Remolcador</p>  <p>Fustes (Canales+Río a la Boca)</p>	<p>Distancia 500 Kms.</p>  <p>Trozas (Mar a Fábrica)</p>
<p><u>ABARCO-SANDE</u></p> <p>Método de fustes combinado con método de trozas convencional.</p>	 <p>DAP 60-150 cm.</p>	<p>Distancia 500 - 3000 m.</p>  <p>Fustes (Tocón al Patio Inferior)</p>	 <p>Trozas (Patio Interior al Botadero)</p>	<p>30 - 100 Kms.   150 Kms.</p> <p>Flotación libre   Remolcador</p>  <p>(Ríos)</p>
<p><u>GUANDAL</u></p> <p>(Tumaco)</p> <p>Método de Fustes convencional poco mecanizado</p>	 <p>DAP 40 -80 cm.</p>	<p>100 - 300 m.</p>  <p>Winche (Tocón a Canales sencillos)</p>	<p>500 - 2000 m.</p>  <p>(Canales Sistema Espina de pescado hasta el Río)</p>	<p>50 - 80 Kms.</p> <p>Remolcador</p>  <p>(Río - mar a Fábrica)</p>
<p>(Buenaventura)</p> <p>Método de trozas convencional transporte de Madera apilada en "Estereos"</p>	 <p>DA) 20 - 60 cm.</p>	<p>Distancia 300 - 700 m.</p>  <p>(Bosque al Patio del Camino)</p>	<p>Distancia 100 - 140 Kms.</p>  <p>Patio interior (al Patio Principal) a la Fábrica</p>	

Catival, Abarco-Sande: En la región norte de la Costa Pacífico, incluyendo el Golfo de Urabá, existe el grado de mecanización más alto en el país con respecto a las operaciones de apeo y transporte forestal.

El método de explotación consiste en una secuencia de fases de transporte, desde el tocón hasta la fábrica, como sigue:

- Apeo. Comprende: Corte y troceo con motosierra en el bosque.
- Transporte menor. Comprende: Arrastre con tractor de oruga (normalmente tipo CAT D6), sobre vías sencillas, hasta un botadero, donde se mide y a veces se trocea y fumiga la madera.
- Transporte mayor. Comprende: Transporte manual o en remolcador por canales artificiales de 8 mts de ancho a un "boom". Arrastre de las trozas embalsadas con remolcador, desde el boom hasta la boca del río. Clasificación y medición de las trozas.
- Transporte a larga distancia. Comprende: Cargue de las trozas en barcos con una capacidad aproximada de 4000 m<sup>3</sup> de madera rolliza. Transporte a la industria en Baranquilla (aprox. 480 kms).

En el caso de Abarco y especies asociadas se emplean tractores de orugas para el arrastre desde el tocón hasta los patios interiores (a veces directamente a los ríos) y tractores articulados de ruedas para el transporte (sobre vías preparadas) de estos patios hasta los ríos. El transporte mayor se efectúa con remolcadores hasta las fábricas en la boca del río o hasta colocar las trozas en los cargaderos de los barcos para transporte a los centros industriales de la Costa Atlántica.

Otras zonas: En Buenaventura, el transporte menor de madera para pulpa se efectúa por sistema o sistemas combinados de cables aéreos (Iwatefugi Y-28; Nansei o South Bend modificado) para arrastrar la madera en forma de "estéreos" desde el tocón hasta los caminos forestales (construidos con dos capas de madera rolliza y una capa de balastro). La capacidad de los winches es de 40 HP. Los sistemas operan hasta 600 a 850 mts, dependiendo de la combinación. El transporte mayor hasta Cali se efectúa en camiones, cuya capacidad normalmente es de 10 t. Las operaciones de carga y descarga son manuales.

## 4.2

## Métodos actuales en la zona del estudio

El método principal es apeo y transporte manual. Nativos, otros particulares o contratistas cortan y trocean la madera con hacha (el último año han empezado a utilizar motosierras en el apeo y con la misma motosierra se fabrican tablones directamente en el bosque).

Transporte menor: Comprende: Transporte manual sobre distancias muy cortas (100 a 500 mts) abriendo desde el tocón hasta la orilla del río o quebrada brechas en las cuales se transportan las trozas, rodándolas sobre "rieles" de madera para disminuir la fricción.

Transporte mayor. Comprende: En la orilla del río se juntan las trozas con lianas u otro material vegetal en balsas de 30 a 70 trozas, las cuales flotan con la corriente del río hasta un aserradero en la zona o hasta un lugar de venta al lado del río. En estos lugares el comprador (contratista) junta las balsas a unidades más grandes ("chorizos") de 600 trozas para el transporte hasta Buenaventura. Una cuadrilla especial engrapa y clasifica las trozas (grapas de 18 cms y 5/8" de hierro), y los juntan con cables (de 5/8" y alma de yute). Con remolcador de tamaño mediano se arrastra el "chorizo" hasta Buenaventura.

## Problemas:

El método manual y el transporte con remolcador, tal como ahora se emplean, tienen los siguientes problemas mayores:

- Las áreas mayores de bosque accesible para un transporte manual ya han sido explotadas y de ahí la falta de madera en estas zonas.
- Un cuello de botella en el transporte con remolcador es la salida de la boca al mar (sedimentación y olas grandes). Por el movimiento brusco las trozas se aflojan de las grapas y se pierde la madera.
- La pérdida de madera en el mar llega a veces hasta el 10 %.
- El transporte es lento. El tiempo promedio ida y vuelta, por ejemplo de Palestina a Buenaventura, es de 55 horas, incluyendo el tiempo de espera por efecto de la marea (al salir hacia el mar y al entrar en Buenaventura).
- Por falta de tratamiento de la madera en el bosque hay daños considerables por ataque de insectos y hongos, lo cual baja la calidad de la madera.

- Pequeña capacidad del sistema, en su conjunto

5

## SISTEMAS ALTERNATIVOS PARA EL APEO

5.1

El método actual en la zona

Ver Subtítulo 4.2.

5.2

Sistema alternativo semimecanizado

En el apeo es necesario introducir un método alternativo que facilite el trabajo en gran escala, con más alta capacidad por unidad y manteniendo un equilibrio adecuado para la zona entre operaciones mecanizadas y operaciones manuales. Un sistema semimecanizado justifica también mejores salarios, dando un mejor nivel de vida y al mismo tiempo conserva algunos métodos tradicionales. El método es también sincronizado con las operaciones iniciales del transporte que siguen.

Comprende:

- Al lado del tocón: Corte dirigido, desrame y troceo con motosierra de tamaño mediano (100 cm<sup>3</sup>) y con espada de 18 (24)". Limpieza con machete. Se preparan las trozas con una longitud promedio de 640 cms (doble longitud del largo estándar) pero se aceptan también 960 y 320 cms, para una utilización más completa del árbol.
- Traslado manual hacia las vías secundarias de transporte menor: una cuadrilla de 4 obreros con equipo de palancas (viratrozas), machetes y winche manual concentra las trozas hacia abajo y donde se ubican las vías de transporte menor.

Equipo adicional: hacha, cuñas, herramientas para mantenimiento, equipo de protección (casco y protección del oído) y tanques de combustible.

Cada motosierra tendrá un operario con un ayudante.

6

## SISTEMAS ALTERNATIVOS PARA EL TRANSPORTE

6.1

Transporte menor

En el Subcapítulo 3 se describieron las condiciones muy difíciles y especiales de la zona del estudio, las cuales eliminan por una u otra razón todos los métodos mecanizados que tradicionalmente existen en el país y los utilizados en otros países. Seguidamente se analizan estos sistemas:

Principales métodos	Requerimientos o propiedades	Razones negativas para su uso en la zona
<u>Tractores</u>		
- de oruga con winche	- alta presión sobre el suelo - baja velocidad (poco alcance)	- los suelos tienen muy poca resistencia de penetración - aspectos ecológicos - poco alcance
- de rueda, tipo "skidders"	- alta presión sobre el suelo - necesita caminos preparados para utilizar su capacidad y velocidad	- los suelos no permiten este tipo de tractor
<u>Canales</u>		
	- terreno plano - distancias > 500 mts - agua durante todo el año	- técnicamente sólo posible en zona aluvial, donde existe agua suficiente todo el año. Es decir, en áreas muy pequeñas donde el bosque normalmente es intervenido
<u>Rieles</u>		
	- terreno plano	- técnicamente posible sobre distancias muy cortas en la zona aluvial - como método complementario puede ser utilizado sólo en casos excepcionales, que no se justifica económicamente
<u>Cables aéreos</u>		
	- alta concentración de madera por ha - alcance preferiblemente > 500 mts - caminos preparados	- El corte selectivo, alta microondulación del terreno y la falta de material para construir caminos elimina estos sistemas
<u>Cables terrestres</u>		
	- hay una gran variación en cuanto a peso, capacidad y alcance	- pueden ser utilizados sólo para distancias cortas (0 - 200 mts) como método complementario
<u>Globos y helicópteros</u>		
	- alta concentración de madera y buena infraestructura	- falta de infraestructura (suministro de combustibles, mantenimiento, vías), organización y capacitación

Se considera que la máxima distancia permisible para el transporte menor es de 3 kms.

El método manual podría solamente utilizarse como un complemento para un transporte mecanizado.

Las máquinas que pueden utilizarse en la zona deben tener las siguientes propiedades principales:

- buena resistencia para el ambiente
- alta velocidad, tanto en el terreno como sobre vías preparadas
- baja presión sobre el suelo (preferiblemente  $< 0,5 \text{ kg/cm}^2$ )
- buena accesibilidad para subir y bajar terreno pendiente

En el mercado mundial y en otros países con condiciones similares existen todavía muy pocas innovaciones para el transporte menor. Sin embargo, durante los últimos años se han desarrollado tres máquinas forestales para ser utilizadas bajo condiciones extremadamente difíciles y especialmente en terreno pantanoso, a saber, FMC y ROLLIGON de Estados Unidos y Bombardier del Canadá.

En Colombia en el área de Buenaventura se ensayaron hace unos 5 años unos prototipos del tractor Bombardier. El estudio se llevó a cabo en la zona aluvial y se probaron distintas combinaciones con tractores y también entre sistemas de cable y tractor. Por varias razones este estudio resultó negativo. Es posible que estas máquinas puedan funcionar mejor bajo otra forma de combinaciones y organización alrededor de la máquina. Sin embargo, se han excluido como alternativa en este estudio por las experiencias negativas comentadas.

El tractor FMC se ha utilizado en varios países en los últimos dos años, como Argentina, Indonesia y Filipinas. Hay resultados muy positivos en comparación con métodos tradicionales, según estudios hechos en Indonesia por la FAO (todavía no publicados).

El tractor Rolligon tipo Roughneck es una máquina con propiedades excelentes para las condiciones reinantes en el área del estudio, y podría funcionar muy bien en combinación con el tractor FMC.

La máquina es utilizada en Estados Unidos en áreas muy pantanosas y con suelos muy blandos.

Por las razones antes señaladas se recomiendan las máquinas mencionadas, las cuales son nuevas para el país y cuya utilización combinada no existe en ninguna otra parte del mundo. Por eso es recomendable estudiar detalladamente este sistema de transporte a través de un estudio piloto, antes de la implementación a gran escala:



- Tractor FMC 220 CA. Comprende: Un tractor forestal con orugas de acero de alta velocidad y un arco maderero móvil y con winche, con 95 mts de cable de 5/8". Peso: 12 700 kgs. Capacidad máxima de carga de 15 t semiarrastrando con un peso de 9 t sobre el vehículo. Presión sobre el suelo: 0,4 kg/cm<sup>2</sup>. Pendientes hasta de un 40 %.

Ver las figuras y especificaciones más detalladas en el Apéndice 6.1.

- Tractor Rolligon Modelo Roughneck. Comprende: Un tractor articulado con llantas especiales V-6 (consiste de un material muy resistente y son extraanchas) con winche y arco integral para arrastre. Peso: 4500 kgs. Capacidad máxima de carga: 5 t arrastrando. Alta velocidad de 0 a 33 kms/h. Presión extremadamente baja sobre el suelo de 0,11 kg/m<sup>3</sup> sin carga. Pendientes hasta de un 40 %.

Ver especificaciones detalladas en el Apéndice 6.2.

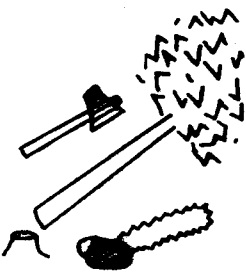
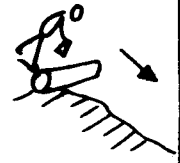


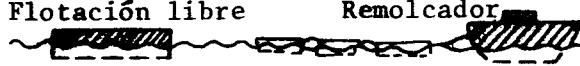

#### 6.1.1

Sistema principal de transporte menor (ver Figura 6/3)

- Tractor 1 (Rolligon). Las operaciones comprenden:
  - con el winche jalar y acoplar trozas (longitud normal 640 cms) ya concentradas en lugares bajos del terreno
  - arrastrar trozas sobre vías sencillas hasta patios pequeños al lado de vías principales
  - desacoplar y regresar al bosque
- Tractor 2 (FMC 220). Las operaciones comprenden:
  - acoplar y semicargar trozas con el arco móvil en los patios pequeños
  - arrastrar la carga sobre vías preparadas hasta un patio botadero al lado del río
  - descargar las trozas
- Botadero (patio preparado). Las operaciones comprenden:
  - clasificar y separar las trozas por producto y por grupo de especies
  - fumigar la madera de especies con poca resistencia contra ataques y daños biológicos
  - medir y marcar cada troza

Figura 6/3

Síntesis de métodos alternativos propuestos para el transporte forestal en la zona del estudio

	APEO	TRASLADO	TRANSPORTE MENOR		TRANSPORTE MAYOR
<p><u>SISTEMA PRINCIPAL</u></p>	 <p>DAP 30 - 70 cm</p>	<p>10 - 100 m</p>  <p>Cuadrilla de 4 obr.</p>	<p>Distancia 300 - 400 m.</p> <p>ROLLIGON</p>  <p>(Bosque al patio interior)</p>	<p>Distancia promedio 1000 - 2000 m.</p> <p>FMC 220</p>  <p>(Patio interior al botadero)</p>	<p>3 - 10 Kms.                      150 Kms.</p> <p>Flotación libre                      Remolcador</p>  <p>Ríos afluentes (botadero) Boom                      Río - Mar a B/tura</p>
<p><u>SISTEMA MODIFICADO</u></p> <p>Terreno muy inundado y con gran frecuencia de quebradas</p>	<p>Ver Arriba</p>	<p>Ver Arriba</p>	<p>Distancia 500 - 1000 m. (Ver Arriba)</p>  <p>Bosque al Botadero</p>		<p>Ver Arriba</p>

- Cortar trozas con longitud de 960 cms en largos de 320 y 660

### 6.1.2

#### Sistema alternativo de transporte menor

En terreno muy blando inundado (p.ej. zonas aluviales) con gran densidad de quebradas y/o sobre distancias cortas (500 a 1000 mts) sería más conveniente utilizar solamente el tractor Rolligon para arrastre directamente al patio botadero.

### 6.2

#### Transporte mayor

Comprende el transporte sobre vías fluviales, desde los patios botaderos hasta las bocas de los ríos y sobre el mar Pacífico hasta Buenaventura.

Los problemas fundamentales en este transporte son los siguientes:

- Es necesario estudiar en la práctica la flotabilidad de las especies a cortar, dando mayor seguridad por el sistema alternativo recomendado.
- Difícil salida al mar por sedimentación en las bocas y consecuentemente poca profundidad de agua, lo cual ocasiona olas muy altas y gran pérdida de trozas.
- La influencia negativa de la marea tanto en las bocas de los ríos como en la Bahía de Buenaventura.
- Un remolcador arrastrando madera, no puede entrar contra esta corriente y tiene que esperar la marea baja.

### 6.2.1

#### Sistema alternativo 1

Se utilizará el método actual (ver Subcapítulo 4.2) el cual principalmente comprende:

- Flotación manual de balsas pequeñas (30 - 70 trozas) hasta los ríos grandes.
- Preparación de "chorizos" (balsas grandes utilizando grapas y cables) para un promedio de 600 trozas (200 m<sup>3</sup>).
- Arrastre con remolcador río-mar hasta Buenaventura.

### 6.2.2

#### Sistema alternativo 2

Para un transporte mecanizado con gran volumen de madera a aprovechar por año es necesario modificar el sistema actual. El criterio será también evitar alta pérdida de madera y bajar lo más posible los costos.

El método que se propone como innovación para la zona comprende:

- Flotación libre del botadero hasta los ríos principales.
- Concentración de la madera que llega, en un "boom" construido de madera, grapas y cadenas de hierro.
- Construcción de "chorizos" grandes de aproximadamente 500 m<sup>3</sup> (1000 trozas de 640 cms de largo ó 2000 trozas de 320 cms de largo).
- Arrastre con remolcadores de tamaño medio a grande hasta el lugar del almacenamiento en Buenaventura.
- Regreso con grapas y cables.

La Figura 6/4 detalla lo siguiente:

- La introducción de un nuevo tipo de grapas con anillo, el cual disminuye la fricción entre grapa y cable con el fin de que las grapas no se aflojen de las trozas. La pérdida de madera disminuye y se obtiene menos desgaste de los cables.
- Utilización de un winche con carrete montado en el remolcador, el cual permite jalar y aflojar la carga arrastrada.

Esto tiene gran importancia en presencia de olas grandes, especialmente en la salida al mar, con el fin de disminuir la fricción entre grapas, cables y trozas.

7

#### SISTEMA PROPUESTO PARA EL APEO

Se propone usar como método principal para la zona del estudio la alternativa semimecanizada del apeo ya descrita en el Subtítulo 5.2.

7.1

#### Organización

Se divide el trabajo en unidades de apeo. El Cuadro 7-1 muestra la organización de una unidad de apeo.

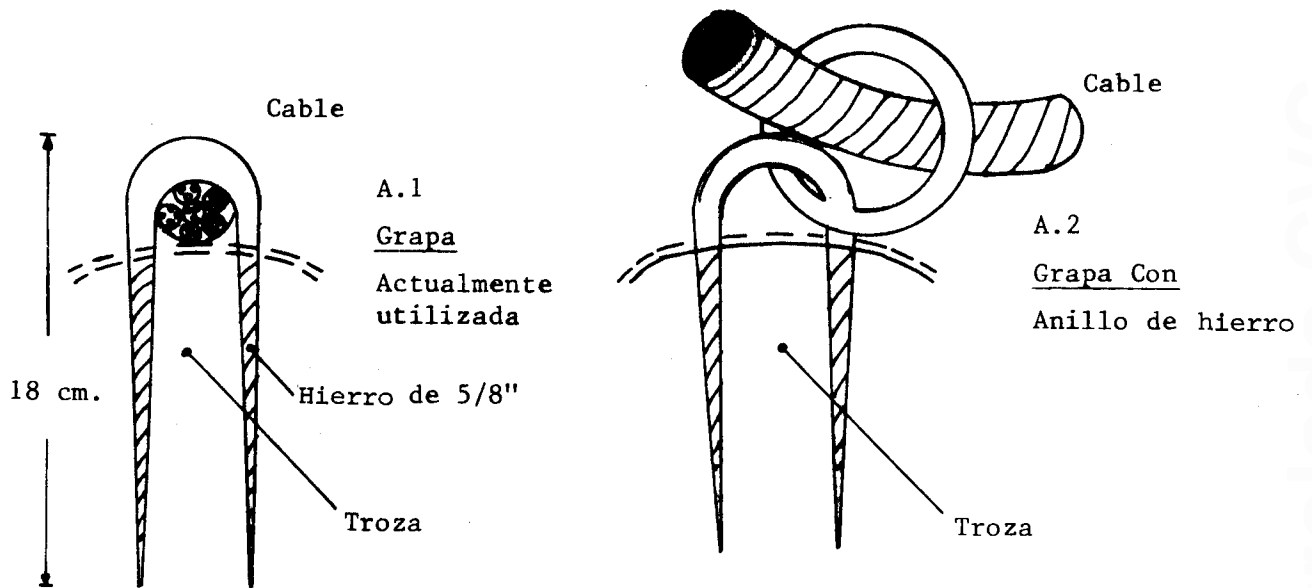
Cuadro 7-1

#### Organización de una unidad de apeo

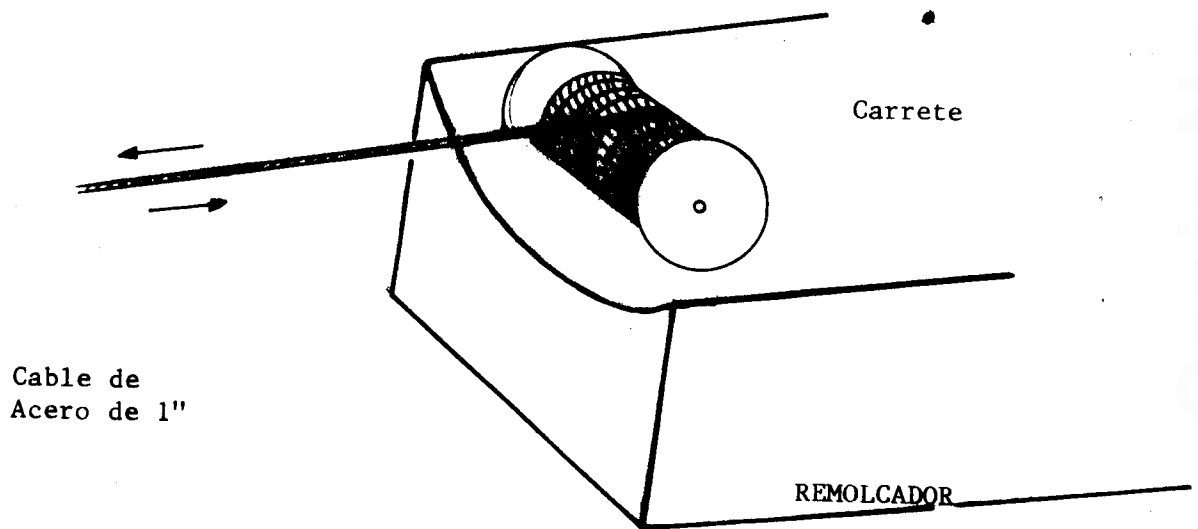
<u>Operación</u>	<u>Equipo</u>	<u>Mano de obra</u>
Apeo	3 motosierras (1 en repuesto) Equipo adicional y de protección	2 operarios (c) 2 ayudantes (nc)
Traslado manual de trozas	1 winche manual machetes 1 hacha 4 viratrozas	1 jefe (c) 3 obreros (nc)

Figura 6/4  
 Innovaciones propuestas para disminuir pérdida  
 de trozas en transporte marítimo

A GRAPAS DE HIERRO PARA JUNTAR TROZAS



B WINCHE CARRETE MONTADO EN EL REMOLCADOR



El carrete se contruye con un mecanismo que permite fácilmente soltar el cable cuando el arrastre pasa por olas altas. El remolcador sigue adelante y después hala el "chorizo" (balsa grande).

7.2

Rendimiento

Con base en el análisis de estudios sobre la producción con motosierra bajo distintas condiciones en el bosque tropical, se calculó el rendimiento según el Cuadro 7-1, siguiente:

Cuadro 7-1  
Rendimiento estimado de motosierras  
en bosque tropical

Operación	Rendimiento		
	m <sup>3</sup> /h de producción	m <sup>3</sup> /turno 6 h ef.	m <sup>3</sup> /año 200 días
Apeo con motosierra	3,33	20	4 000
Traslado manual de trozas	6,67	40	8 000

El tamaño del árbol, número de trozas por árbol, la dureza de la madera y el volumen de corta por hectárea son las principales condiciones que tienen influencia en el rendimiento.

8

SISTEMA PROPUESTO PARA EL TRANSPORTE

8.1

Transporte menor

Se recomienda usar como método principal la combinación de las máquinas Rolligon Rouchneck y FMC 220 CA como se ha descrito en el Subcapítulo 6.1.

Como alternativa se utiliza solamente la máquina Rolligon en condiciones especiales (ver 6.1).

8.1.1

Organización

Cada combinación de las dos máquinas mencionadas se basa en el análisis de estudios hechos en otros países con condiciones similares y por información del fabricante.

Las Figuras 8/1 y 8/2 muestran la influencia de los factores más importantes para el rendimiento de las máquinas, que son las siguientes:

- distancia de transporte
- condiciones del terreno y de las vías preparadas
- volumen de carga por viaje
- horas de producción por turno

Figura 8/1  
 Estimación del rendimiento de transporte con tractor tipo Rolligon Roughneck (5 t, llantas de baja presión, V6)

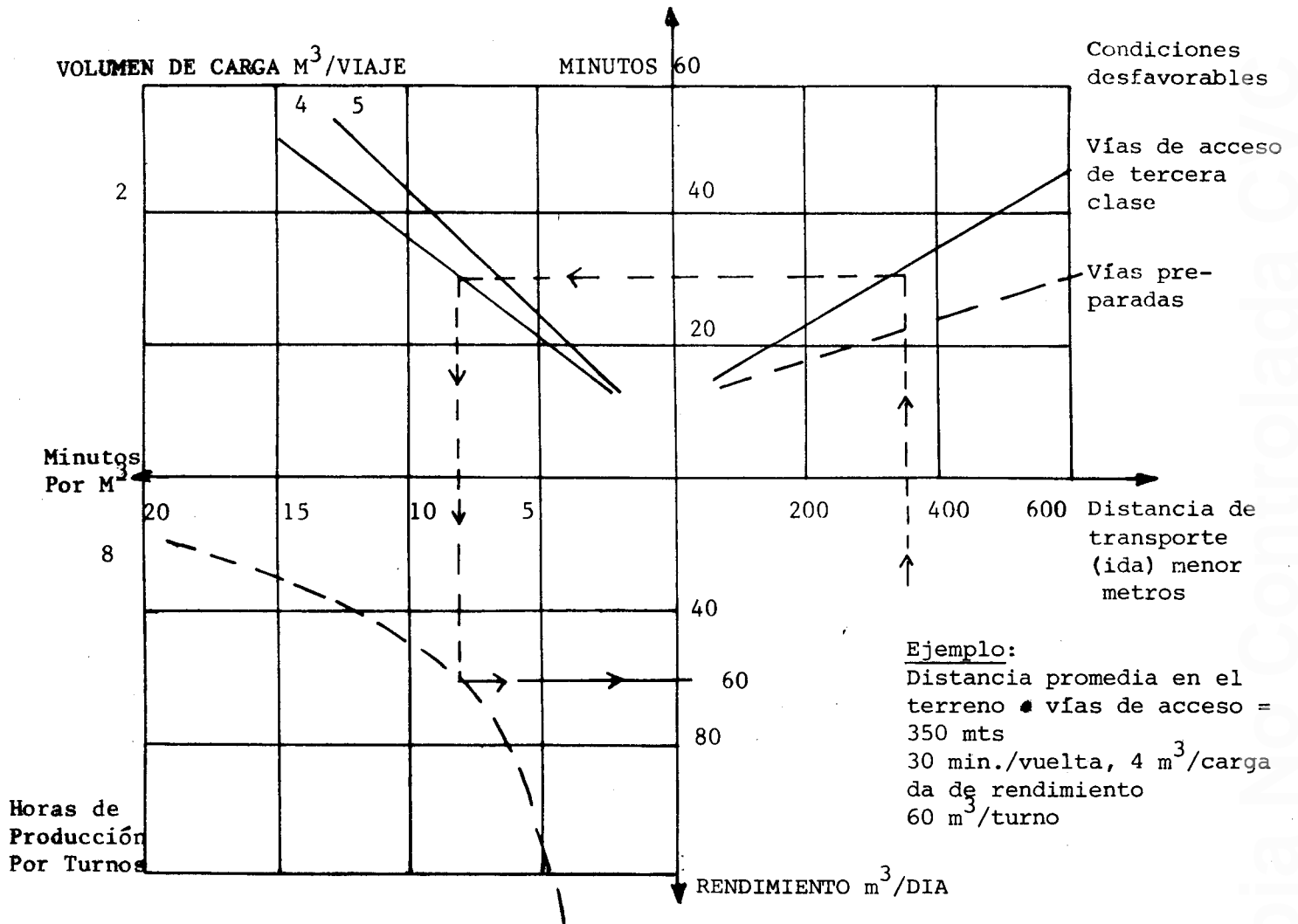
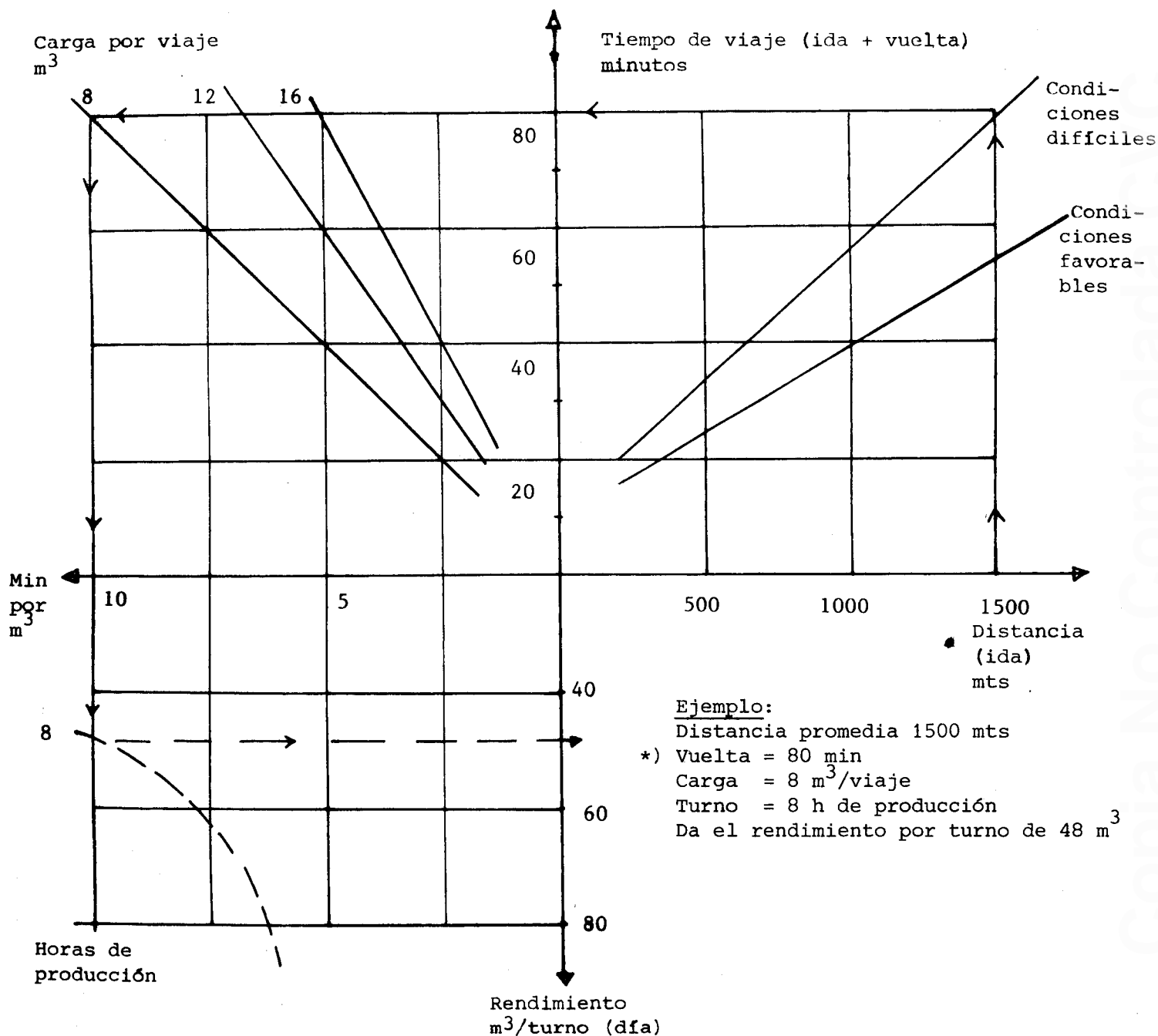


Figura 8/2  
 Estimación del rendimiento en el arrastre  
 con tractor de banda de alta velocidad tipo  
 FMC 220 CA (12 t)



\*) Condiciones difíciles

NOTA: La estimación se basa en el análisis de estudios en otros países y por información del fabricante



El Cuadro 8-2 muestra la estimación y cálculos de las condiciones y rendimientos para las dos máquinas (ver Figuras 8/1 y 8/2).

**Cuadro 8-2**  
Rendimiento estimado para la maquinaria de transporte menor

Tipo de máquina	Distancia promedio de transporte, m	Volumen de carga m <sup>3</sup>	Rendimiento calculado en m <sup>3</sup> por		
			hora	turno	año
Rolligon	350	4	7,5	60	12 000
FMC 220	1 500	8	6	48	9 600

**8.2**

**Transporte mayor**

Se propone usar y desarrollar en la práctica, como método principal, la alternativa 2, descrita en el Subtítulo 6.2.

Comprende las tres fases siguientes:

- flotación libre en las quebradas y ríos pequeños hasta un boom
- construcción de balsas grandes ("chorizos") en el boom
- arrastre con remolcador desde el boom hasta Buenaventura

**8.2.1**

**Organización**

Se propone la siguiente organización (Cuadro 8-3):

**Cuadro 8-3**  
Organización para el transporte mayor

<u>Fase</u>	<u>Equipo</u>	<u>Personal</u>
Flotación libre	2 lanchas con motores	2 operadores
- limpieza de las quebradas	2 motosierras	2 operadores
- control de la flotación	herramientas	2 ayudantes 2 obreros
Construcción de balsas	1 lancha con motor, grapas, cadenas, cables, manas para engrapar	1 clasificador 1 medidor 1 anotador 3 obreros
Arrastre con remolcador	remolcador de tamaño medio a grande con winche especial	1 capitán 1 mecánico 1 cocinero 2 marineros

8.2.2

Rendimiento

El rendimiento se estimó principalmente con base en la experiencia en la zona del estudio y en Urabá, en el norte del país.

Se calculó la distancia de transporte mayor sobre un promedio entre la distancia del Area 1 a Buenaventura y la distancia de la parte sureste del Area 2 a Buenaventura.

El Cuadro 8-4 presenta los rendimientos calculados:

Cuadro 8-4

Rendimiento calculado para el transporte mayor

Operación	Distancia promedio en kms	Volumen de carga m <sup>3</sup>	Rendimiento calculado en m <sup>3</sup> por			
			Hora	Turno	Semana	Año
Flotación libre	3 - 5	-	40	240	-	48 000
Construcción de balsas	-	-	12	100	500	20 000
*) Arrastre con remolcador	110	500	-	100 (15 h)	500	20 000
*) ida y vuelta						

9

CAMINOS Y VIAS DE ACCESO

9.1

Introducción

Se obtienen costos razonables de materia prima solamente a través de las operaciones de un aprovechamiento forestal bien planificado y concentrado.

Esto tiene gran importancia en el apeo, construcción de campamentos y mantenimiento de maquinaria, y es especialmente válido para caminos y operaciones de transporte.

En este aparte se tratarán los siguientes temas: planificación y construcción de caminos y patios, densidad óptima entre caminos principales, organización, rendimiento y costos.

## 9.2 Planificación

### 9.2.1 Requerimientos de madera en pie y áreas de corta por año

La Figura 9/1 muestra gráficamente el requerimiento de madera en pie por año en  $m^3$  c.c. y área de corta en has/a. Después de cuatro años de la iniciación del proyecto, se necesita cortar anualmente:

- 121 700  $m^3$  de madera en pie c.c
- 2080<sub>3</sub> has promedio (área neta de corta)
- 58  $m^3$ /ha

Los Cuadros 9-1 y 9-2 muestran también el volumen disponible de madera para flotar en  $m^3$  c.c. y los requerimientos de madera en  $m^3$  s.c., puestos en fábrica, teniendo en cuenta la siguiente pérdida estimada de madera con relación al volumen en pie:

- |                         |        |
|-------------------------|--------|
| - apeo                  | - 15 % |
| - transporte menor      | - 10 % |
| - flotación libre       | - 5 %  |
| - flotación, remolcados | - 5 %  |

### 9.2.2 Metodología

Las vías de acceso preparadas para el tractor FMC deberán ser planificadas con base en las siguientes fuentes de información (ver Figura 9/2):

- fotografías aéreas a escala de 1 : 10 000, preferiblemente
- mapa de control de corta, el cual con base en un inventario forestal de un 100 %, indica la concentración de madera aprovechable en el bosque
- cálculos de densidad óptima entre caminos
- topografía y otros obstáculos en el terreno

Se iniciará esta planificación un año antes de la construcción de las vías y dos años antes del año de corta.

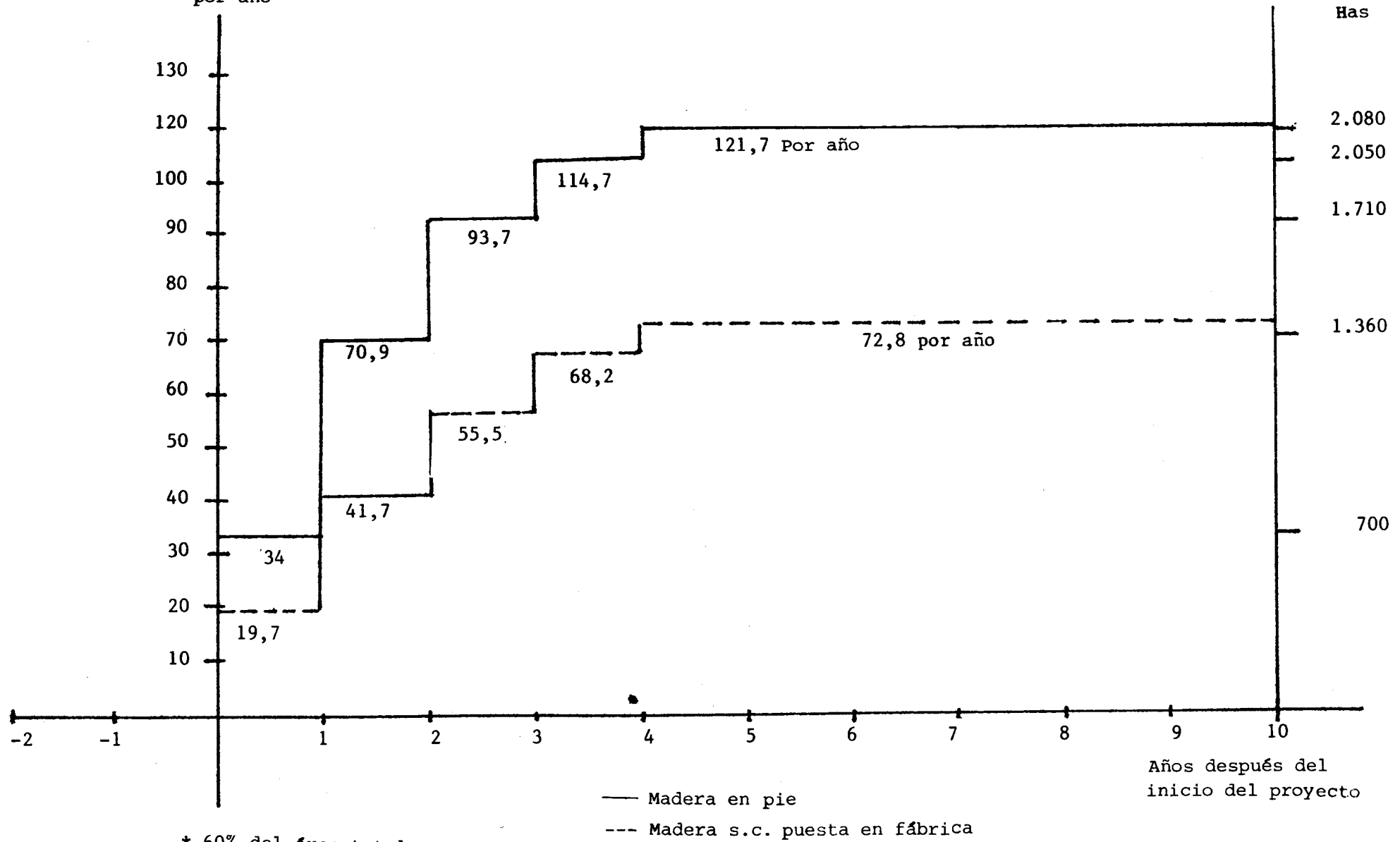
Es importante tener en cuenta lo siguiente:

- evitar lo más posible la construcción de puentes y cortes grandes, los cuales son costosos
- evitar pendientes arriba del 25 %
- tratar de buscar una ubicación de las vías lo más baja posible en el terreno para facilitar el transporte manual del tocón hacia las vías

Figura 9/1  
Requerimientos de madera en pie por año en m<sup>3</sup> c.c y área de corta, en has

1000 m<sup>3</sup> de madera en pie (y 1000 m<sup>3</sup> de madera s.c. puesta en fábrica)  
 por año

Area neta de corta \*)



\* 60% del área total

Copia No Controlada CVC

Cuadro 9-1  
Volúmenes de madera para flotar (m<sup>3</sup> c.c.)<sup>1)</sup>

Productos	Años									Total del turno
	1	2	3	4	5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 22	
Trozas para aserradero	20 700	36 200	46 600	51 800	51 800	259 000	259 000	259 000	103 600	1 087 700
Trozas para chapas	4 800	13 300	15 900	22 900	24 100	120 400	120 400	120 400	48 200	490 400
Subtotal trozas	25 500	49 500	62 500	74 700	75 900	379 400	379 400	379 400	151 800	1 578 100
Madera rolliza para conglomerados	0	3 700	7 800	11 400	15 500	77 200	77 200	77 200	30 900	300 900
<b>TOTAL</b>	<u>25 500</u>	<u>53 200</u>	<u>70 300</u>	<u>86 100</u>	<u>91 400</u>	<u>456 600</u>	<u>456 600</u>	<u>456 600</u>	<u>182 700</u>	<u>1 879 000</u>

1) Volumen en pie menos 25 %, así:

- apeo: - 15 %
- transporte menor - 10 %

Cuadro 9-2  
Requerimientos de madera en m<sup>3</sup> s.c., puesto fábrica

Productos	Años							
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6 - 10</u>	<u>11 - 15</u>	<u>16 - 20</u>
Trozas para aserradero	16 000	28 000	36 000	40 000	40 000	200 000	200 000	200 000
Trozas para enchapar	3 700	10 300	12 300	17 700	18 600	93 000	93 000	93 000
Subtotal trozas	19 700	38 300	48 300	57 700	58 600	293 000	293 000	293 000
Madera rolliza para tableros conglomerados	0	3 400	7 200	10 500	14 200	71 000	71 000	71 000
Residuos de aserraderos para tableros conglomerados	0	3 500	7 200	10 500	12 000	60 000	60 000	60 000
Subtotal para tableros conglomerados	0	6 900	14 400	21 000	26 200	131 000	131 000	131 000
Total del bosque	19 700	41 700	55 500	68 200	72 800	364 000	364 000	364 000
<b>TOTAL DE LA ZONA</b>	<u>19 700</u>	<u>45 200</u>	<u>62 700</u>	<u>78 700</u>	<u>84 800</u>	<u>424 000</u>	<u>424 000</u>	<u>424 000</u>

Figura 9/2  
Croquis de un frente de trabajo





- Tamaño promedio: 240 has
- Volumen aprovechable de madera en pie: 14 000 m<sup>3</sup>

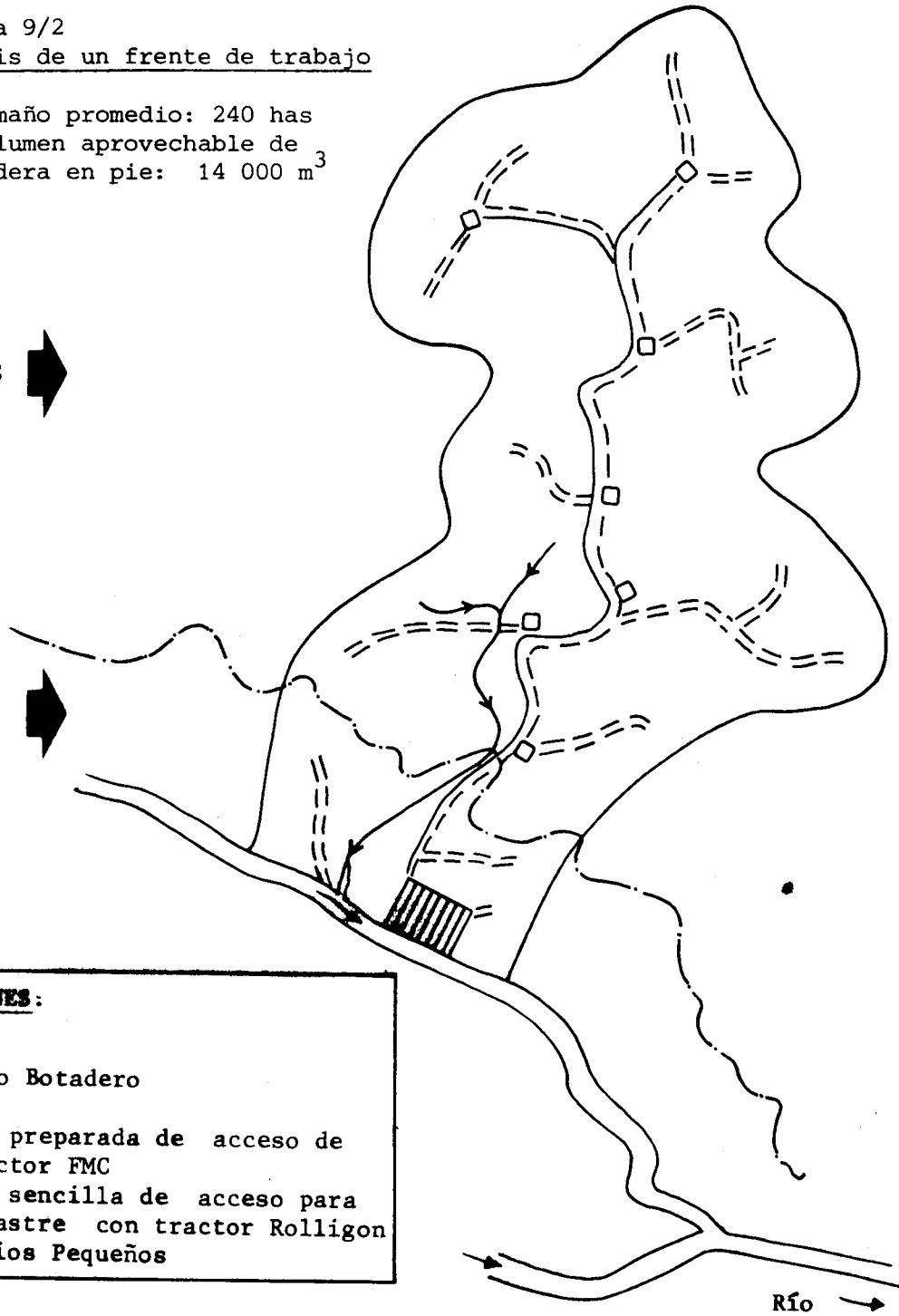
ZONA DE COLINAS



ZONA ALUVIAL



CONVENCIONES:	
	Patio Botadero
	Vía preparada de acceso de tractor FMC
	Vía sencilla de acceso para arrastre con tractor Rolligon
	Patios Pequeños



Río

Las vías son planificadas en base de:

- Cálculos de densidad óptima
- Cálculos de control de corta que muestra la concentración del bosque (inventario 100 %)
- Topografía y otros obstáculos en el terreno

Ver también mapa ejemplo, Apéndice

Cada patio botadero terminará en una red aislada de vías de acceso, que formará la base para un frente de trabajo. Con el fin de poder operar o transportar madera el mayor tiempo posible durante el año, se planificará la red de caminos para frentes de trabajo en dos distintas unidades de manejo, una de fácil accesibilidad durante la época seca y otra solamente en las épocas más lluviosas.

### 9.3

#### Construcción

Las vías preparadas deben ser construidas con el fin de soportar lo más posible la presión y desgaste en el semiarrastré de las máquinas tipo FMC 220 CA.

Por eso se recomienda una capa o alfombra de madera rolliza cubierta con una capa de ramas, arbustos y otra vegetación mezclada con tierra. Esta capa debe tener un grosor de por lo menos 30 cms. En ambos lados del camino se construyen cunetas para el drenaje (ver Figura 9/3). La madera requerida para este "empalancado" ha sido prevista en el plan de corta.

Se mueve la tierra y transporta la madera con tractores tipo CAT D 4 E LGP. La madera se corta con motosierra y las capas se construyen manualmente con herramientas adecuadas para cada operación.

### 9.4

#### Densidad entre vías principales y requerimiento anual

##### 9.4.1

#### Densidad óptima de vías

Las vías serán utilizadas por corto tiempo (1 - 3 años) y se las clasifica como temporales. Por ello los costos correspondientes se calculan como un costo directo por m<sup>3</sup> de madera aprovechable.

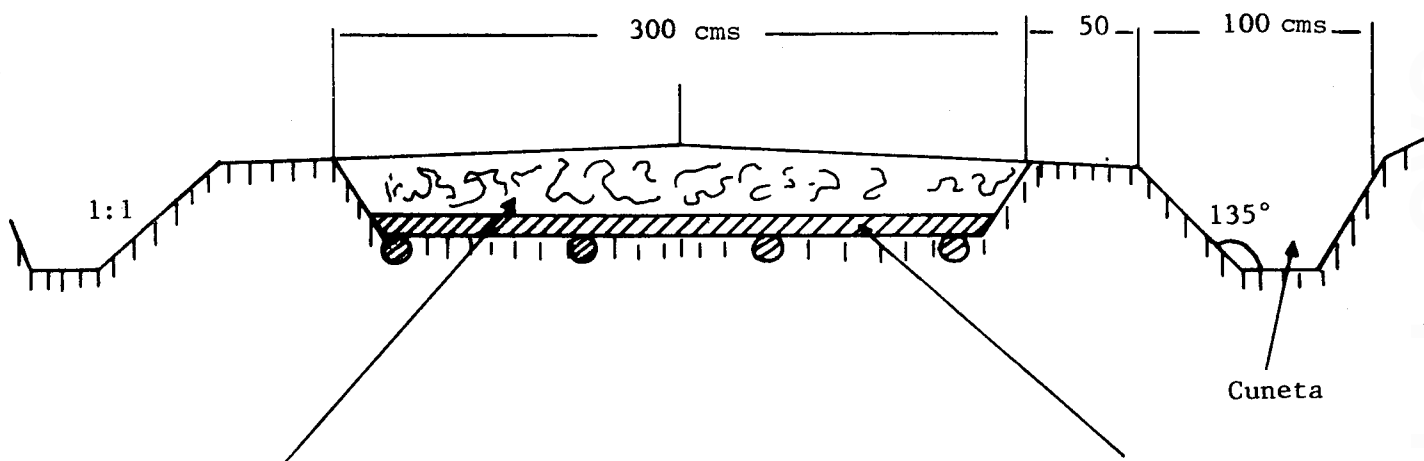
En el cálculo para el sistema óptimo de caminos se busca en un modelo el costo mínimo para la suma del costo fijo y del costo variable por m<sup>3</sup> transportado. (Ver los cálculos en el Apéndice 9.1).

Según el cálculo se obtiene un costo mínimo de \$ Col. 176 por m<sup>3</sup> de madera transportada, cuando la distancia entre caminos es de 950 mts, el cual corresponde a aproximadamente 10,5 mts de vías por hectárea.

Como corrección por obstáculos, etc. en el terreno, se aumenta esta densidad a 12 mts por hectárea (o sea 880 mts entre caminos).



Figura 9/3  
 Construcción de vías principales  
Corte transversal



Capa de tierra mezclada  
 con ramas, arbustos u otra  
 vegetación

Capa de madera  
 rolliza

Grueso de la capa: 30 cms

Grueso de la capa:  
 10 - 12 cms

**METODOLOGIA:** Se efectuan las siguientes fases de trabajo:

Con tractor de oruga con Bulldozer  
 Tipo CAT D4 E con orugas LGP:

- excavar y mover tierra
- transportar la madera de construcción

Con cuadrillas de obreros:

- cortar la madera con motosierra
- construir la capa de madera
- poner material vegetal arriba, como ramas, arbustos, etc.
- llenar con tierra

Copia No Controlada

## 9.4.2

Requerimiento anual En la práctica esta densidad de caminos sirve como una guía para evitar costos innecesarios, pues debido al terreno muy ondulado, distinta concentración de madera aprovechable, etc., la densidad puede variar considerablemente, en la práctica, de un lugar a otro. Sin embargo, se utiliza esta densidad como un promedio para los cálculos del requerimiento anual de vías preparadas. El Cuadro 9-3 da estos valores en kms de vías por año:

Cuadro 9-3  
Requerimientos de construcción de vías  
para transporte menor

<u>Año después del inicio del proyecto</u>	<u>Requerimientos de construcción de vías, en kms</u>
1	8,4
2	16,3
3	20,5
4	24,6
5	25,0
6 - 22 por año *)	25,0

\*) Varía un poco por unidad de manejo de un año a otro

## 9.5

Organización, rendimiento y costos

## 9.5.1

Organización

Al año 2 de ejecución del proyecto se debe contar con una organización completa para construir la red de caminos a utilizar durante el año 3. El requerimiento para este año es de solamente 20,5 kms, pero teniendo en cuenta que gran parte del personal está en la fase de entrenamiento, se debe contar con una cobertura de aproximadamente el 80 % de la ideal.

Se propone la siguiente organización (Cuadro 9-4):

Cuadro 9-4  
Organización requerida para construcción  
y mantenimiento de vías

<u>Operación</u>	<u>Maquinaria y equipo</u>	<u>Personal directivo</u>	<u>Personal obrero</u>	
			<u>calif.</u>	<u>no calif.</u>
Planificación	Instrumentos, mapas, etc.	1 ingeniero 2 técnicos	2	4
Construcción y mantenimiento	5 tractores de oruga tipo CAT D 4 E LGP	1 técnico	5	10
	4 motosierras con equipo	-	4	4
	Herramientas	1 capataz	-	20

## 9.2.5

## Rendimientos y costos

La organización propuesta deberá construir y mantener anualmente 25 kms de vías de acceso, más los patios botaderos (40 x 50 mts), después de dos años de capacitación y mantenimiento.

Se calcularon los siguientes costos para construcción y mantenimiento de vías y patios, sin incorporar el personal directivo (costo de administración y planificación) (Cuadro 9-5):

Cuadro 9-5

Costos anuales de construcción y mantenimiento de vías y patios

Tipo de unidad	Unidades	Costo anual x unidad \$Col.	Costo total x año \$Col.
Tractor de orugas tipo CAT D4 LGP operador + 2 ayudantes	5	1 923 200 <sup>*)</sup>	9 616 000
4 motosierras, operador + ayudante	4	320 000 <sup>*)</sup>	1 280 000
Equipo y herramientas manuales			260 000
Obreros para trabajo manual	20	67 200	<u>1 344 000</u>
<b>SUMA</b>			<u><u>12 500 000</u></u>

\*) Para los cálculos de estos costos, ver Apéndice 9.2 y 9.3

Esto da un costo de 500 000 \$Col. por km de camino, lo cual corresponde a un costo promedio por m<sup>3</sup> de madera en pie de:

$$\frac{500\ 000}{10 \times 8,8 \times 58} = 98 \text{ \$Col.}$$

Con un total de pérdida de madera en el transporte del 35 % del volumen en pie, se obtiene un costo calculado por m<sup>3</sup> de madera en fábrica de \$ Col. 150.

10

MANIPULEO DE LA MADERA EN LOS PATIOS BOTADEROS

10.1

Metodología

Se efectuarán las siguientes labores en los patios botaderos de los frentes de trabajo, cada uno de los cuales tendrá un promedio de 240 has:

- clasificación y medición de trozas
- marqueo
- troceo de trozas con longitud de 960 cms
- fumigación

10.1.1

Clasificación, medición y marqueo

Se clasifica la madera por tipo de producto (madera para chapas, aserrío y conglomerados)

Se marcan las trozas, p.ej. con fichas plásticas en el extremo menor con numeración corriente y un color para cada tipo de producto. Se anotan las trozas marcadas en formularios especiales.

10.1.2

Fumigación

Con el fin de conservar la calidad de la madera en el transporte se recomienda fumigar todas las trozas.

Como fumigante se puede utilizar lindano o pentoclorofenol, mezclando una libra del fumigante con 55 galones de A.C.P.M.

Esta cantidad es suficiente para tratar 1000 trozas o sea aproximadamente 500 m<sup>3</sup>.

Desde el punto de vista ecológico, las cantidades anuales señaladas de fumigantes y A.C.P.M. corresponden a una concentración muy pequeña, en relación con los elevados caudales de los ríos en la zona (el Río San Juan, p.ej., tiene en promedio más de 2000 m<sup>3</sup>/seg).

En comparación, p.ej., con reglas definidas en varios países industrializados en Europa, esta concentración se encuentra muy alejada del límite de tolerancia.

10.2

Organización y rendimiento

El Cuadro 10-1 muestra la organización propuesta y el rendimiento estimado:

Cuadro 10-1  
 Organización propuesta y rendimiento esperado  
 para manipuleo de la madera en patios botaderos

Operación	Equipo, material etc.	Personal	Rendimiento
Clasificación Medición	Instrumentos formularios etc.	1 clasificador 1 medidor	250 m <sup>3</sup> /turno
Marqueo	Fichas plásticas martillo	1 marcador	250 m <sup>3</sup> /turno
Troceo de trozas de 960 cms de largo	*) 1 motosierra	1 operador	*) 250 m <sup>3</sup> /turno
Fumigación	Equipo para fumigar, fumigantes, tanques, etc.	1 fumigador	250 m <sup>3</sup> /turno

\*) Se estima que el 20 % del volumen consisten en trozas de 920 cms

10.3  
 Costos

10.3.1  
 Salarios

El cálculo está basado en los siguientes salarios, los cuales incluyen costos sociales (prestaciones, etc.) de 65 % sobre el salario base (Cuadro 10-2):

Cuadro 10-2  
 Costos salariales del manipuleo de la  
 madera en patios botaderos

Personal	Salario \$Col. x hora de trabajo	Salario x turno \$ Col.
1 clasificador (c)	82	656
1 medidor (sc)	50	400
1 anotador (sc)	50	400
1 marcador (sc)	50	400
1 ayudante (nc)	42	336
1 fumigador (sc)	50	400
<b>SUMA SALARIOS</b>	<u>324</u>	<u>2 592</u>

El personal para operar la motosierra está incluido en el costo por hora de esta máquina = 200 \$ Col. o sea 1200 \$ Col. por turno (ver cálculo en el Apéndice 9.2).

10.3.2

Equipo y materiales La fumigación de 250 m<sup>3</sup> de troza da los siguientes costos (Cuadro 10-3):

Cuadro 10-3

Costo de fumigación de trozas  
en patios botaderos

<u>Cantidad de mezcla</u>	<u>Costos</u>
0,5 libra de fumigante	\$ Col. 42
27 galones de A.G.P.M.	" 1 150
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ Col. 1 191</b>

Se estima el costo para herramientas, fichas e instrumentos, etc., a \$ Col. 1000/turno.

10.3.3

Costo total

El Cuadro 10-4 da el costo total del manipuleo de la madera.

Cuadro 10-4

Costo total del manipuleo de la madera  
en patios botaderos

<u>Personal</u>	<u>Costo por turno</u>	<u>Costo por m<sup>3</sup></u>
Motosierra con operarios	1 200	5
Otro personal	2 592	10
Mezcla para fumigar	1 191	5
Otro equipo y material	<u>1 000</u>	<u>4</u>
<b>SUMA</b>	<b><u>5 983</u></b>	<b><u>24</u></b>

\*) Con la pérdida del 10 % en el transporte fluvial el costo de madera en fábrica aumenta a 27 \$ Col./m<sup>3</sup>

11  
ADMINISTRACION

11.1  
Introducción

Comprende la dirección, planificación, control, supervisión, capacitación, comunicación, etc. del aprovechamiento forestal. Además las inversiones de naturaleza común como campamentos, casas, talleres y oficinas.

En la futura realización de este proyecto, la dirección ejecutiva será responsable de dirigir las actividades de 520 personas y 180 piezas de máquinas y equipo de operación, con un flujo de caja por año de más de cien millones de \$ Col.

Una operación de esta magnitud requerirá una organización eficiente y bien coordinada.

Es de vital importancia que el personal en esta organización esté sometido a los objetivos de mejorar y desarrollar las operaciones forestales y que reciba una adecuada capacitación para satisfacer un buen funcionamiento técnico, social y económico de las operaciones.

## 11.2

### Descripción de la organización

La organización recomendada en este estudio está descrita en un organigrama para el aprovechamiento forestal (ver figura 11/1).

La organización está dividida en tres secciones principales, o sea:

- de operación con funciones de apeo, transporte forestal, reparaciones, mantenimiento, capacitación e instrucción
- de planificación con funciones de planificar y construir caminos forestales, patios y otras construcciones
- de administración responsable por presupuestos, contabilidad, personal, compras, pagos y relaciones públicas

En el transporte forestal se recomienda operar en dos diferentes áreas de corta, planificadas y elegidas en tal forma que una deberá compensar la otra en cuanto a la accesibilidad durante las distintas estaciones del año.

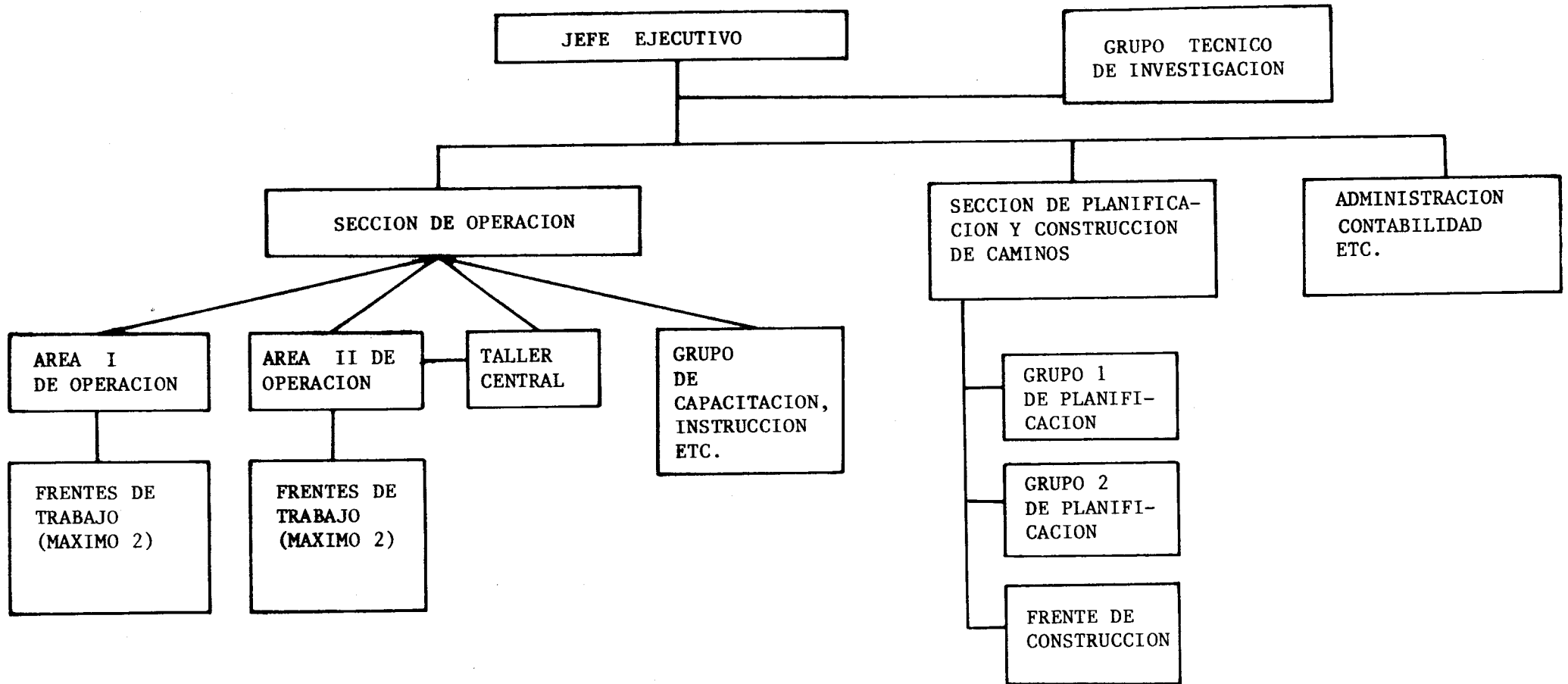
En cada área se debe operar en lo posible solamente en un frente de trabajo al mismo tiempo, para concentrar los esfuerzos.

Un grupo técnico de investigación está también incluido en la organización con el fin de llevar a cabo estudios y trabajos especiales.

El Cuadro 11-1 especifica el tipo y número del personal requerido y el costo anual en cada caso. Prestaciones del 65 % están incluidas en el salario. Los salarios basados de octubre 1980.

Tres años después del comienzo del proyecto se requieren en total 63 personas con un costo de 14,00 millones de \$ Col./a.

Figura 11/1  
Organigrama para el aprovechamiento forestal





Cuadro 11-1  
Niveles salariales del personal  
de aprovechamiento forestal

Dependencia	Personal	Salario \$ Col/a *) x 1000
Dirección ejecutiva	Ing. forestal (jefe)	1 200
	Secretaria	250
Grupo técnico	Ing. forestal	600
	Asistente	250
Sección de operación		
- Dirección	<u>1 Ingeniero forestal (jefe)</u>	900
	2 Oficinistas	300
- Grupo de capacitación	1 Instructor calificado	450
	4 Asistentes	720
- 2 Areas de operación	<u>2 Técnicos forestales (jefes)</u>	720
	2 Asistentes	500
	2 Oficinistas	396
	4 Mecánicos	480
	4 Capataces	634
	8 Cocineros	800
- Taller central	1 Jefe mecánico	500
	2 Mecánicos (sc)	240
	2 Obreros (sc)	160
Sección de planificación e instrucción	<u>1 Ing. forestal (jefe)</u>	600
	2 Técnicos forestales	600
Grupos I + II	2 Técnicos forestales	600
	4 Capataces	634
	4 Obreros (sc)	320
Frente de construcción de caminos	1 Técnico forestal	300
Sección de administración, contabilidad, etc.	<u>1 Jefe administrativo</u>	496
	2 Oficinistas	396
	2 Contadores	396
	1 Dibujante	198
Otro personal	2 Vigilantes	160
	<u>2 Cocineros</u>	200
SUMA COSTOS	<u>63</u>	<u>14 000</u>

\*) 65 % de prestaciones sociales etc. incluido

Octubre 1980

## 11.3

## Inversiones comunes

Los desembolsos para inversiones de naturaleza común se han estimado durante los primeros cinco años en la siguiente forma:

<u>Inversión</u>	<u>\$ Col. x 1000</u>
Campamento central	23 000
2 campamentos en las áreas de trabajo	5 000
Taller central	10 000
2 talleres pequeños	4 000
Equipo de radio comunicación interna	<u>2 500</u>
<b>TOTAL</b>	<b><u>44 500</u></b> =====

Con una vida útil de diez años de estas instalaciones y una tasa de interés del 26 % para el cálculo, se obtienen los siguientes costos por año:

	<u>\$ Col./a</u>
Interés	5 785 000
Amortización	4 450 000
Reparaciones	<u>1 000 000</u>
<b>TOTAL</b>	<b><u>11 234 000</u></b> =====

## 11.4

## Costos de administración

Los costos totales de administración son:

Personal	14,00 millones de \$ Col.
Instalaciones	11,24 millones de \$ Col.

El requerimiento de 72 800 m<sup>3</sup> de madera rolliza c.c. puesta en fábrica da un costo de administración de 347 \$ Col./m<sup>3</sup>.

## 11.5

## Capacitación

La capacitación y entrenamiento del personal es urgente y vital para la productividad del proyecto. Según los cálculos se necesita la siguiente composición de mano de obra en cuanto a grado de capacitación al año 5 después de la iniciación:

- nivel capacitado	115
- nivel semicapacitado	65
- nivel no capacitado	277

El programa de entrenamiento debe principalmente estar basado en instrucciones y asistencia técnica, directamente en el frente de trabajo, pero será necesaria también la organización de cursos cortos en el campamento central u otro lugar.

El programa se realiza a través de:

- los instructores del proyecto
- asistencia técnica de los fabricantes que venden diferentes tipos de equipo y maquinaria a utilizarse
- apoyo de los institutos nacionales de capacitación como p.ej. el SENA
- asistencia técnica vía programas especiales de una organización internacional

Seguidamente se indica el rendimiento estimado durante los primeros tres años, en relación al rendimiento calculado con personal capacitado y bien entrenado, situación que se espera comience el 4º año después de iniciado el proyecto:

Año 1	50 %
Año 2	70 %
Año 3	80 %
Año 4	100 %

El costo de la capacitación está por una parte incluido en los costos de la administración y por la otra incluido en la deducción según el rendimiento indicado.

12

**COSTO DE MADERA ROLLIZA**

El costo de madera rolliza expresado en \$ Col. por m<sup>3</sup> de madera producida para cada unidad de insumo se computó por hora de producción como sigue:

$$\frac{\text{Costo por hora, \$ Col./h}}{\text{rendimiento por hora m}^3/\text{h}} = \text{costo por m}^3$$

Por razón de su importancia, se agrega a este costo el valor de la pérdida de madera calculada para cada fase de transporte.

## 12.1

## Apeo

## 12.1.1

## Costo por hora de producción

Motosierra con operador y ayudante

Se calculó el costo a \$ Col. 200/h; ver datos básicos usados y la descripción del cálculo en el Apéndice.

Cuadrilla para transporte manual hacia las vías de arrastre

Jefe operador	\$ Col./h	50
3 obreros (3 x 42)	"	126

Suma costos	\$ Col./h	176
-------------	-----------	-----

Equipo y herramientas

Se calculó este costo para el equipo adicional y equipo de protección a \$ Col. 32 000 por año.

1600 horas por año da el costo de \$ Col. 20/h

Costo total para cada unidad de apeo (2 motosierras + caudilla) será:

$$(2 \times 200) + 176 + 20 = \underline{\$ \text{ Col. } 596/h}$$

## 12.1.2

## Rendimiento por hora de producción

Según el Subtítulo 7.3 se calculó el rendimiento por cuadrilla a  $6,67 \text{ m}^3/h$ .

## 12.1.3

 Costo de apeo por  $\text{m}^3$  cortado

El costo de apeo:  $\frac{596}{6,67} = \underline{\$ \text{ Col. } 90/\text{m}^3}$

Con una pérdida del 20 % de madera en el transporte hasta la fábrica, el costo indicado aumenta a:

\$ Col.  $112/\text{m}^3$  de madera c.c. puesta en fábrica.

12.2  
Transporte menor

12.2.1  
Costo por hora efectiva de producción

Se calcularon los costos por hora efectiva de producción con base en precios u otros datos básicos dados o estimados para las siguientes tres máquinas (ver descripción detallada en los Apéndices 12.1, 12.2 y 9.3):

- tractor Rolligon Roughneck
- tractor FMC 220 CA
- tractor CAT D 4 E con orugas LGP (extra anchas)

Se obtuvieron los siguientes costos incluyendo el operador + ayudantes:

<u>Tipo de tractor</u>	<u>Costo en \$ Col./h ef.</u>
Rolligon	2 776
FMC 220 CA	2 069
CAT D 4 E	1 202

12.2.1  
Rendimiento por hora efectiva de producción

En el Subtítulo 8.1 se dan los siguientes datos de rendimiento:

<u>Máquina</u>	<u>Rendimiento m<sup>3</sup>/h ef.</u>
Rolligon	7,5
FMC 220 CA	6,0
CAT D 4 E	30,0

12.2.3  
Costo por m<sup>3</sup> transportado

<u>Tipo de tractor</u>	<u>Costo por m<sup>3</sup> en \$ Col.</u>
Rolligon	2 069: 7,5 = 276
FMC 220 CA	2 776: 6 = 463
CAT D 4 E	1 202: 30 = 40
Suma costos	779

con una pérdida estimada del 10 % en el transporte fluvial, el costo calculado aumenta a:

\$ Col. 865/m<sup>3</sup> c.c. de madera puesta en fábrica.

12.3  
Transporte mayor

12.3.1  
Costo por hora de producción

Fase 1: Flotación libre (ver Organización, Subtítulo 8.2)

Se calcularon los siguientes costos:

<u>Especificación</u>	<u>Costos en \$ Col./h</u>
2 lanchas de lata con motor de centro (ver cálculo en Apéndice) con 2 operadores	184
2 motosierras con operador + ayudante	400
2 obreros (nc)	<u>90</u>
Suma	674

Fase 2: Construcción de balsas

<u>Especificación</u>	<u>Costos en \$ Col./h</u>
1 lancha con motor de centro	92
1 cuadrilla (salario + prestaciones 65 %)	
- 1 clasificador (c)	82
- 1 medidor (sc)	50
- 1 anotador (sc)	50
- 3 obreros (nc)	126
	308
Equipo y materiales	10
- desgaste de cables	
- pérdidas de grapas	
- costo herramientas	
Suma	<u>410</u>

Fase 3: Arrastre con remolcador

Se calculó el costo por hora de un remolcador de tamaño medio con motor e incluida la tripulación (ver descripción del cálculo en Apéndice 12.3).

Se obtuvo el siguiente costo:      \$ Col./h 880

Copia No Controlada CVC

12.3.2

Rendimiento por hora o turno de producción

Se estimaron los siguientes rendimientos según el Subtítulo 8.2 (Cuadro 12-1):

Cuadro 12-1  
Rendimientos calculados para el  
transporte mayor

<u>Especificación</u>	<u>Rendimiento en m<sup>3</sup>/h</u>
Flotación libre	40
Construcción de balsas y medición	12
Arrastre con remolcador	100:15

12.3.3

Costo por m<sup>3</sup> transportado

Cuadro 12-2<sub>3</sub>  
Costo por m<sup>3</sup> transportado

<u>Fase de transporte</u>	<u>Costo en \$ Col./m<sup>3</sup></u>
Flotación libre	674:40 = 17
Construcción de balsas o "chorizos"	308:12 = 26
Arrastre con remolcador	<u>132</u>
SUMA	<u><u>175</u></u>

Con una pérdida estimada en 5 % en la flotación libre y 5 % en el arrastre con remolcador se obtiene un costo de madera puesta en fábrica de

$$19 + 166 = \underline{\$ \text{ Col. } 185/\text{m}^3 \text{ c.c.}}$$

12.4

Caminos

El costo de construcción y mantenimiento de caminos forestales se calculó en \$ Col. 150/m<sup>3</sup> c.c de madera rolliza puesta en fábrica (ver Subtítulo 9.5).

12.5

Medición

Marqueo, fumigación, clasificación, medición etc. en el Subtítulo 10.3. Estos costos fueron calculados en \$ Col. 27/m<sup>3</sup> c.c. de madera puesta en fábrica.

## 12.6

## Administración

Los costos de administración se indican en el Subtítulo 11.4 a \$ Col. 347 por m<sup>3</sup> c.c de madera rolliza en fábrica.

## 12.7

## Costo de administración forestal (INDERENA)

Los montos de la participación nacional, tasas y servicios para el aprovechamiento de madera en bosques de dominio público son para el año 1980 de \$ Col. 115 por m<sup>3</sup> en pie. (Ver especificación en el Apéndice 12.4).

Esto corresponde a un costo para madera rolliza puesta en fábrica de \$ Col. 177/m<sup>3</sup>.

## 12.8

## Costo total de madera rolliza

El Cuadro 12-3 presenta un resumen de los costos de madera rolliza puesta en fábrica c.c. = 5 años después del comienzo del proyecto.

## Cuadro 12-3

Costos totales de madera rolliza puesta en fábrica según Alternativa D de industria

<u>Operación</u>	<u>Costo \$ Col./m<sup>3</sup></u>	
	<u>Alternativa D</u>	<u>Alt. A y B</u>
Apeo	112	112
Transporte menor	865	865
Transporte mayor	185	185
Vías	150	178
Manipuleo de la madera en patios	27	27
Administración y costos comunes	347	410
Costos de admon. forestal (INDERENA)	177	177
<b>COSTO TOTAL</b>	<b><u>1 863</u></b>	<b><u>1 954</u></b>

El rendimiento durante los primeros tres años es limitado, en relación al rendimiento estimado del año 4 en adelante, por los problemas de implementación, mano de obra no capacitada, técnica no desarrollada, etc. (Ver Subtítulo 11.5).

Esto da como consecuencia un costo más alto, lo cual se aproxima en proporción a la capacidad relativa de los recursos de los años 1 a 3.



Los costos por año son los siguientes (Cuadro 12-4):

**Cuadro 12-4**  
**Costos de madera rolliza en los 5 primeros años**  
**del proyecto según Alternativa D de industria**

Año	Costo \$ Col./m <sup>3</sup> rolliza en fábrica	
	Alternativa D	Alt. A y B
1	3 726	3 908
2	2 661	2 791
3	2 329	2 443
4	1 863	1 954
5	1 863	1 954

13

REQUERIMIENTO DE RECURSOS

13.1

Inversiones

13.1.1

Número de unidades El Cuadro 13-1 presenta un resumen de los requerimientos de inversión y reinversión año 1 - 5 explicado en número de unidades por tipo de equipo.

El cálculo de unidades requeridas por año se basó en los siguientes datos y consideraciones:

- requerimiento de corta cada año
- grado de rendimiento cada año
- ciertas instalaciones deben ser preparadas un año antes de su uso p.ej. caminos y patios

## 13.1.2

## Costo de inversión

En el cálculo de gastos anuales de inversión y reinversión se utilizaron los siguientes precios (ver también Apéndice):

<u>Especificación</u>	<u>\$ Col. x 1000</u>
Motosierra, tamaño 100 cm <sup>3</sup>	58,6
Tractor: tipo FMC 220 CA	8 635,0
tipo Rolligon Roughneck	6 218,0
tipo CAT D4 E	3 155,7
Remolcador, tamaño mediano	3 000
Remolcador, con motor, tamaño pequeño	2 000
Bongo (planchón), grande	3 000
pequeño	1 500
Lanchas con motor, de aluminio **)	100
de fibra	250
tipo canoa	150
Taller central	10 000
Taller pequeño	1 000
Campamento central, oficinas y casas	20 000
Campamento área de trabajo	2 000
Sistema radiocomunicación interna	2 000

El Cuadro 13-2 muestra los costos de inversión y reinversión calculados por año durante el primer período del proyecto (año -1 a +5).

Se presenta un gasto de inversión marcadamente alto el año 1 o sea 111,89 millones de \$ Col., que baja a 6,95 millones \$ Col. el año 5.

## 13.2

## Empleo

## 13.2.1

## Mano de obra

El Cuadro 13-3 muestra el requerimiento anual de mano de obra durante los primeros 5 años, repartido por operación y grado de capacidad requerida.

El cuadro mencionado da también el costo anual en millones de \$ Col.

Con base en el cálculo se usaron los siguientes salarios que incluyen costo de prestaciones calculadas a 65 % del costo del salario directo (Cuadro 13-4).

\*) Ver Apéndice 13.1

\*\*) Ver Apéndice 13.2

Cuadro 13-1  
 Requerimientos de inversiones  
 y reinversiones

Año 1 a 5

Especificación	Número de unidades					
	Año -1	+1	+2	+3	+4	+5
Motosierras	5	34	64	82	99	104
Tractor FMC 220	-	6	8	10	10	10
Tractor tipo Rolligon	-	-	7	8	8	8
Tractor de oruga, tipo CAT D4	3	6	7	8	8	8
Remolcadores						
- tipo grande	1	1	3	4	5	5
- tipo pequeño	1	2	3	3	3	3
Bongo (planchón)						
- grande	1	1	1	2	2	2
- pequeño	1	1	2	2	3	3
Lanchas de aluminio	2	6	9	12	12	12
- de fibra	2	2	2	3	3	3
- canoas	2	3	5	5	5	5
Taller central	-	0,5	1	1	1	1
Taller pequeño	-	1	1	2	2	2
Campamento						
- principal	-	1	1	1	1	1
- secundario	-	-	1	2	2	2
Radiocomunicación interna	-	1	1	1	1	1

NOTA: El equipo manual, instrumentos, cables, etc. está incluido en la Tabla de costos de inversión



Cuadro 13-3  
 Requerimientos anuales de mano de obra  
 durante los primeros cinco años del proyecto

Operación	Grado*		- Año 1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Capacitación							
Apeo	c			18	38	54	58	62
	sc			9	18	27	29	31
	nc			45	54	135	141	155
Transporte Menor	c			12	17	20	20	20
	sc			--	--	--	--	--
	nc			24	34	40	40	40
Transporte Mayor	c			8	13	16	19	19
	sc			6	10	12	14	14
	nc			16	26	32	38	38
Medición Fumigación etc.	c			1	2	2	2	2
	sc			2	4	4	4	4
	nc			2	4	4	4	4
Caminos Forestales	c		7	9	9	9	9	9
	sc		--	--	--	--	--	--
	nc		30	34	34	34	34	34
<u>Transportes</u> Maquinaria Combustible Personal	c		1	2	3	3	3	3
	sc		6	9	12	16	16	16
	nc		2	4	6	6	6	6
SUMA			46	206	284	414	437	457
			--	---	---	---	---	---
Suma por Grado de Capacitación	c		(8)	(50)	(82)	(104)	(111)	(115)
	sc		(6)	(26)	(44)	(59)	(63)	(65)
	nc		(32)	(130)	(158)	(251)	(263)	(277)
Gasto Anual en Millones de \$Col.			3,47	16,02	22,67	32,41	34,25	35,77

\* Grado de capacitación

c = Capacitado  
 sc = Semi-capacitado  
 nc = No capacitado

Cuadro 13-4  
 Costo anual de mano de obra según  
 niveles de capacitación

Mano de obra	Costo \$ Col. por	
	hora	año
Capacitado (c)	65	104 000
Semicapacitado (sc)	50	80 000
No capacitado (nc)	42	67 200

\*) 200 turnos ó 1600 horas de producción

13.2.2

Personal administrativo

El Cuadro 13-5 muestra la organización, número y salarios del personal administrativo, el cual comprende personal calificado más mano de obra para instalación o tareas comunes.

El Cuadro 13-6 muestra los requerimientos y gastos anuales de este personal durante el primer período de 5 años.

13.3

Reparaciones, combustibles y mantenimiento

El Cuadro 13-7 presenta el resumen de los gastos anuales estimados para reparaciones (generalmente costo de repuestos, combustibles y mantenimiento). El Apéndice 13.3 da una descripción del diseño y requisitos de los tres talleres.

13.4

Flujo de gastos

El Cuadro 13-8 muestra el flujo de gastos totales del aprovechamiento forestal durante el período año -1 a año +5.

Cuadro 13-5  
Organización administrativa, personal  
y niveles salariales

Ver Organigrama

<u>Entidad</u>	<u>Personal</u>	<u>Nº</u>	<u>Salario Anual</u> <u>\$Col. x 1000</u>
<u>Dirección</u>	Director, Ing. Forestal	1	1 200
	Secretaria	1	250
<u>Grupo Técnico</u> <u>(Estudios)</u>	Ingeniero Forestal	1	600
	Asistente	1	250
<u>Sección de</u> <u>Operación</u>			
- Ejecución	Ingeniero Forestal, Jefe	1	900
	Oficinistas	2	300
- Grupo de	Instructor Calificado	1	450
Instructores	Instructor Asistente	4	720
- Areas de	Jefes Técnicos Forestales	2	720
Operación	Asistentes	2	500
	Oficinistas	2	396
	Mecánicos	4	480
	Capataces	4	634
	Cocineros	8	800
- Taller	Jefe Mecánico	1	500
Central	Mecánicos (sc)	2	240
	Obreros (sc)	2	160
<u>Sección de Ca-</u> <u>minos y Plani-</u> <u>ficación</u>			
- Ejecución	Ingeniero Forestal, Jefe	1	600
- Grupos I+II	Técnicos	2	600
	Técnico Forestal	2	600
	Capataces	4	634
	Obreros	4	320
- Construcción	Técnico	1	300
de Caminos			
<u>Sección de Admi-</u> <u>nistración, etc.</u>			
	Jefe Administrador	1	496
	Oficinistas	2	396
	Contadores	2	396
	Dibujante	1	198
	Vigilante	2	160
	Cocineros	2	200
SUMA		63	14 000
		==	=====

\*) Prestaciones sociales etc. de 65 % incluidas

Cuadro 13-6  
 Requerimientos y gastos anuales de personal  
 administrativo durante los primeros cinco  
 años del proyecto, en millones de \$ Col.

Entidad	Años después del inicio					
	<u>-1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Dirección ejecutiva	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Grupo técnico	-	0,60	0,85	0,85	0,85	0,85
Sección de operación						
- dirección	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
- capacitación	0,81	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
- áreas de operación	-	1,76	3,10	3,53	3,53	3,53
- taller central	0,12	0,62	0,90	0,90	0,90	0,90
Sección planifica- ción y caminos						
- dirección	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
- grupos I + II	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
- construcción caminos	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sección administra- ción						
- otros	1,09	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49
	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
GASTOS TOTALES	<u>7,48</u>	<u>11,80</u>	<u>13,57</u>	<u>14,00</u>	<u>14,00</u>	<u>14,00</u>

Salarios octubre 1980



Cuadro 13-7  
 Costos anuales de operación (reparaciones,  
 combustibles, mantenimiento), durante el  
 período año -1 a 5<sup>1)</sup>

Especificación	Costo x Unidad	Año					
		-1	1	2	3	4	5
Motosierras	0,0512	0,26	1,74	3,28	4,20	5,07	5,32
Tractores							
Tipo FMC 220	1,550	-	9,30	10,85	12,40	12,40	12,40
Tipo Rolligon	1,140	-	5,71	6,84	7,98	9,12	9,12
Tipo CAT D4 E	0,72	-	2,16	4,32	5,76	5,76	5,76
Remolcadores							
Grandes	0,75	1,28	1,81	3,84	4,59	5,34	5,34
Pequeños	0,53						
Bongos (Planchones)							
Grandes	0,06	0,09	0,09	0,12	0,18	0,21	0,21
Pequeños	0,03						
Lanchas, Canoas	0,04	0,24	0,44	0,64	0,64	0,64	0,64
*)Otros	-	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
SUMA		4,13	23,61	31,53	35,95	38,74	38,99
		=====	=====	=====	=====	=====	=====

\*) Equipo, herramientas, cables, etc.

1) en millones de \$ Col.

Cuadro 13-8  
Operaciones de aprovechamiento forestal<sup>1)</sup>

	Año					
	<u>-1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Consumo de madera puesta en fábrica m <sup>3</sup> s.c. x 1000		19,7	41,7	55,5	68,2	72,8
-----						
*) Gastos de inversión y re inversión	26,35	125,89	71,47	45,31	10,95	6,95
Gastos de operación						
- salarios	3,47	16,02	22,67	32,41	34,25	35,77
- reparaciones						
combustibles	4,13	23,61	31,53	35,95	38,74	38,99
mantenimiento						
- personal administrativo	<u>7,48</u>	<u>11,80</u>	<u>13,57</u>	<u>14,00</u>	<u>14,00</u>	<u>14,00</u>
SUMA (aproximación)	41	177	140	122	128	96

\*) Incluye también inversiones comunes como taller, campamentos, etc.

1) En millones de \$ Col.

14

CONCLUSIONES

La zona del estudio tiene en general condiciones con características negativas para el desarrollo de un sistema mecanizado de transporte forestal con el equipo tradicional utilizado en el país.

El estudio propone un método nuevo para el transporte menor, o sea la fase más complicada y costosa (48 % del costo total del aprovechamiento forestal) que comprende una combinación de dos tractores nuevos con las siguientes características interesantes para la zona del estudio:

- alta velocidad
- buena capacidad de carga
- buena resistencia
- baja presión sobre el suelo

El estudio propone también una modificación innovadora del sistema tradicional para flotación de la madera e indica recomendaciones de mejoramientos técnicos.

Es necesario y muy recomendable probar estos métodos a través de estudios pilotos antes que se termine la fase del estudio de factibilidad.

El costo analizado de las operaciones es relativamente alto, o sea de \$ Col. 1863 calculado por m<sup>3</sup> c.c. de madera rolliza puesta en fábrica (Buenaventura).

El costo indicado repartido por actividades se calculó en la forma siguiente (año 4º en adelante):

Apeo	\$ Col./m <sup>3</sup> c.c en fábrica	112
Transporte menor	"	865
Transporte mayor	"	185
Caminos	"	150
Medición, fumigación, etc.	"	27
Administración, costos comunes	"	347
Costos a INDERENA	"	177
<b>TOTAL</b>	<b>\$ Col./m<sup>3</sup> c.c en fábrica</b>	<b><u>1 863</u></b>

La productividad durante los primeros tres años será más baja en relación con la eficiencia estimada del año 4 en adelante. Esto se debe a problemas de implementación, mano de obra no capacitada, técnica no desarrollada, etc.

La consecuencia es un costo más elevado por m<sup>3</sup>, lo cual fue aproximado en proporción a la capacidad estimada relativa de los recursos durante los años 1 a 3 después de la iniciación del proyecto, es decir 50, 70 y 80 % respectivamente. (Ver Cuadro 12-4).

Los requisitos de inversión y reinversión durante los primeros años fueron calculados así:

- 254 millones de \$ Col.
- aproximadamente 51 millones en promedio de \$ Col./a, con gran fluctuación de un año a otro

Los requisitos de personal y el costo anual de salarios para el año 5º después de iniciado el proyecto son los siguientes:

- mano de obra                                    457 empleados, 35,77 mill. \$ Col.
- personal administrativo    63 empleados, 14,00 mill. \$ Col.

En el empleo del personal es necesaria la coordinación y adecuada cooperación con nativos, quienes por tradición ocupan ciertas áreas de la zona del estudio, involucrándolas en fases manuales de trabajo que correspondan a su experiencia.

15

PROXIMA FASE

15.1

Estudio de factibilidad

El Capítulo 2 titulado Alcance, indica que el presente análisis de la metodología, producción y costos es a nivel de prefactibilidad.

La metodología que se ha propuesto para el transporte menor, es decir la fase más complicada y costosa y que corresponde al 48 % de los costos hábiles de aprovechamiento forestal, es nueva y se realizará con máquinas todavía poco conocidas en América Latina.

Es por eso de vital interés conocer más en detalle la metodología, el rendimiento y los costos, además una planificación correcta alrededor de estas máquinas, para hacer posible analizar eficiencia, rendimiento y costos en la zona, con más exactitud.

Se debe también en un futuro estudio de factibilidad detallar las otras fases de transporte, indicando alternativas técnicas con el fin de bajar los costos.

Con base en estos conocimientos más detallados y realistas el estudio de factibilidad deberá describir:

- modelos para planificación anual y a largo plazo
- proyectos para capacitación e instrucción
- programa cronológico para ejecución del estudio
- programa de control de la producción

NOTA: El estudio de factibilidad mencionado corresponde a la fase siguiente al presente estudio, el cual es de pre-factibilidad.

15.2

Estudio piloto para prueba de métodos nuevos de aprovechamiento forestal

Es necesario y recomendable llevar a cabo un programa de estudios pilotos con la maquinaria propuesta, para conocer los siguientes datos:

- funcionamiento técnico
- modificaciones necesarias
- capacidad en cada caso
- rendimiento bajo distintas condiciones de terreno y pluviosidad
- costos según el estudio

Es también recomendable probar diferentes alternativas para la planificación alrededor de estas máquinas, además de las modificaciones propuestas en la flotación, incluyendo el grado de flotabilidad de las distintas especies a cortar.

Un estudio de esta naturaleza necesita un plazo mínimo de un año según la siguiente recomendación:

- |         |  |
|---------|--|
| 6 meses | Planificación, cartografía, selección sitios tipos, compra y suministro de maquinaria, construcción de campamentos y otras instalaciones para el estudio, empleo de personal adecuado. |
| 5 meses | Trabajo en el campo, estudios de metodología y tiempos, etc. entrenamiento del personal.   |
| 1 mes   | Informe  |

APENDICES

Copia No Controlada CVC

## MEMORIA DETALLADA 9

- Apéndice 6.1 Tractor forestal FMC - modelo 220 CA  
Especificaciones
- Apéndice 6.2 Tractor forestal ROLLIGON ROUGHNECK  
Especificaciones
- Apéndice 9.1 Cálculo para el sistema óptimo de caminos
- Apéndice 9.2 Cálculo de inversión - Motosierra
- Apéndice 9.3 Cálculo de inversión - Tractor de orugas, 75 H.P.
- Apéndice 12.1 Cálculo de inversión - Tractor forestal FMC - 220 CA
- Apéndice 12.2 Cálculo de inversión - Tractor forestal ROLLIGON  
ROUGHNECK
- Apéndice 12.3 Cálculo de inversión - Remolcadores
- Apéndice 12.4 Acuerdo nº 003 del 4 marzo/80 - Junta Directiva  
INDERENA
- Apéndice 13.1 Cálculo de inversión - Lancha con motor de centro
- Apéndice 13.2 Cálculo de inversión - Bongo o planchón
- Apéndice 13.3 Descripción de diseño y requisitos de los talleres
- Apéndice 14 MAPA EJEMPLO  
Sistema transporte menor en 7 frentes de trabajo

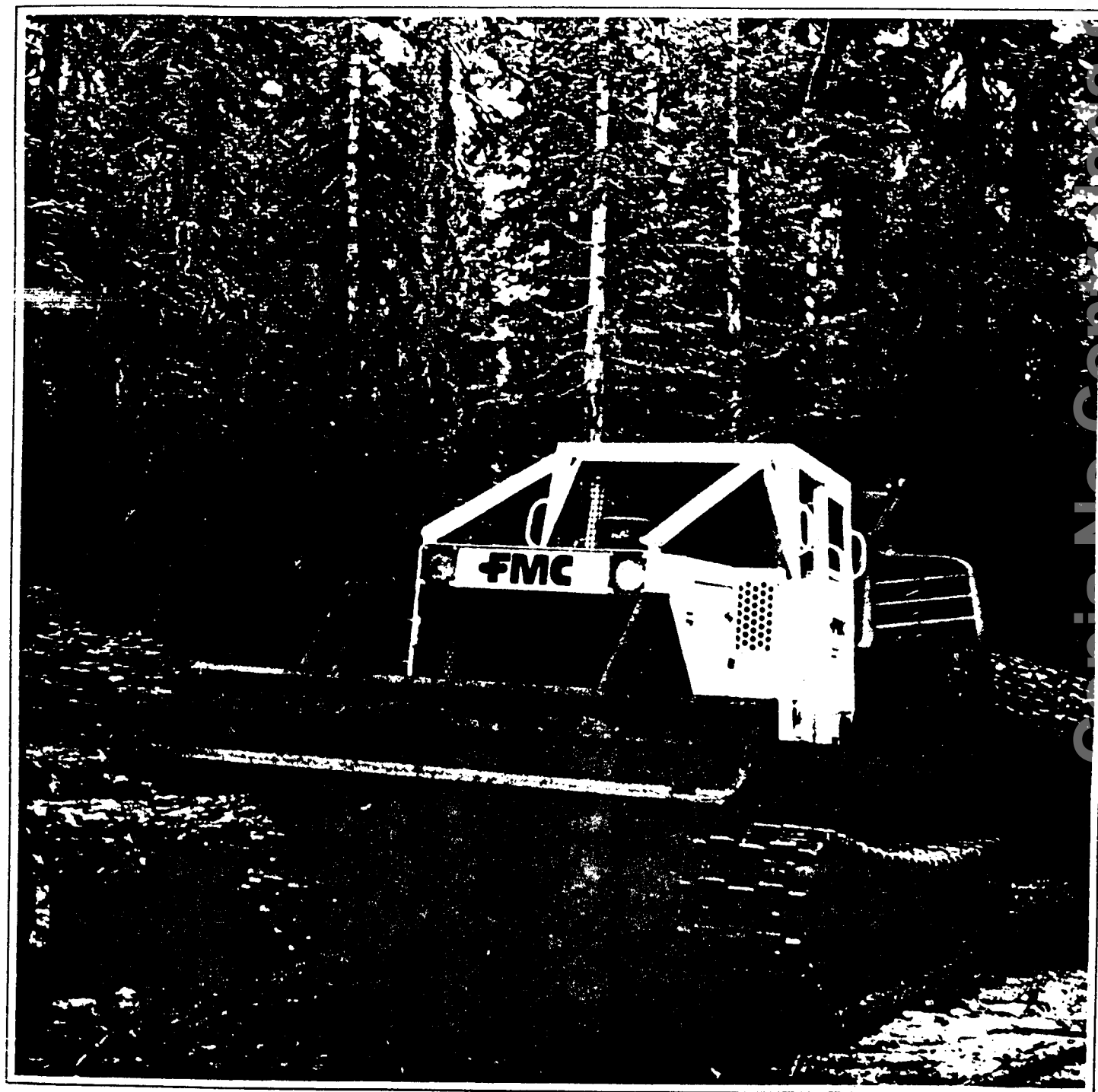
APENDICE 6.1

TRACTOR FORESTAL FMC - MODELO 220 CA  
ESPECIFICACIONES



# Modelo 220CA

**Tractor Forestal Con Orugas De Acero De Alta Velocidad  
y Arco Maderero Movil**



## Especificaciones

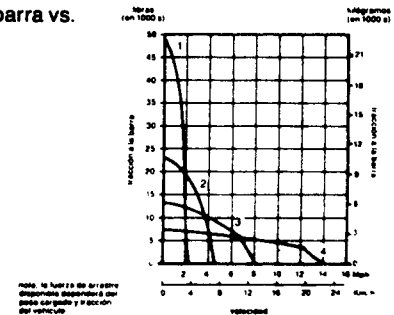
<b>Generales</b>	
Modelo	220CA
Peso de embarque	12 700kg (28 000 lb)
<b>Dimensiones</b> (Vehículo descargado)	
Largo total máximo con la hoja (arco recogido)	6 350 mm (250")
Largo total máximo con la hoja (arco extendido)	7 950 mm (313")
Largo total sin la hoja (arco recogido)	4 953 mm (195")
Largo total sin la hoja (arco extendido)	6 553 mm (258")
Altura total	3 150 mm (124")
Ancho total	2 616 mm (103")
Altura libre sobre el suelo	483 mm (19")
Alto de la hoja	686 mm (27")
Ancho de la hoja	2 591 mm (102")
Altura máxima de la hoja sobre el suelo	1 499 mm (59")
Profundidad de excavación	381 mm (15")
Altura del rodillo guía del cable (arco recogido)	2 438 mm (96")
Altura del rodillo guía del cable (arco extendido)	2 007 mm (79")
Diámetro del rodillo guía principal del cable	210 mm (8.25")
Diámetro de los rodillos del arco, laterales y superior	127 mm (5")
<b>Suspensión y Orugas</b>	
Tipo de suspensión	Ruedas montadas sobre barras de torsión
Tipo de oruga	Bloques de acero forjado, pasadores en bocines de caucho.
Ancho de las zapatas	559 mm (22")
Trocha	2 057 mm (81")
Tipo de ruedas	Acero
Número de ruedas	5 duales por lado
Diámetro de las ruedas	610 mm (24")
Longitud de contacto de la oruga	2 870 mm (113")
Superficie de contacto	32 077 cm <sup>2</sup> (4.972 pulg <sup>2</sup> )
Presión sobre el suelo sin carga	5.63 psi (38.82 kPa)
<b>Capacidad De Carga</b>	
Peso máximo sobre el vehículo	9 525 kg (21 000 lb)
Carga máxima de arrastre	15 876 kg (35 000 lb)
<b>Motor</b>	
Fabricante	General Motors, Detroit Diesel
Modelo	6V53N
Tipo de combustible	Diesel
Número de cilindros	6
Diámetro interior	99 mm (3 7/8")
Carrera del pistón	114 mm (4.5")
Desplazamiento	5.2 lit (318 pulg <sup>3</sup> )
Potencia al freno	200 hp (149 kw)
RPM gobernada (carga completa)	2 600
Torque (máximo a 1.500 rpm)	603 Nm (445 lb-pie)
Sistema Eléctrico	
Arranque	12 volt
Batería	205 amp hrs
Alternador	65 amp
<b>Tren De Potencia</b>	
Transmisión	Clark HR28420-3 servo, cuatro velocidades hacia adelante, cuatro hacia atrás.
Convertidor de torque	Integral con la Transmisión

### Tren De Potencia (cont.)

Diferencial	Tipo de dirección controlada
Mandos finales	Planetarios
Frenos de servicio	Hidráulicos montados en la transmisión
Frenos de estacionamiento	Manuales montados en la transmisión
Frenos de dirección	Laterales conectados al diferencial
<b>Operacional</b>	
Potencia a la barra (calculada)	121 hp (90 kw)
Fuerza de tracción a la barra (máximo calculado)	218 kN (49 125 lb)

### Rendimiento

Fuerza de tracción a la barra vs. velocidad



### Dirección

Vehículo	Mandos laterales conectados al diferencial
Circunferencia de giro	14.6 mts (48')

### Capacidades

	Litros	Galones U.S.A.
Sistema de refrigeración	49.2	13
Tanque de combustible	189.2	50
Aceite de motor	15.1	4
Transmisión/winche	35.0	9.25
Diferencial	20.8	5.5
Mandos finales	4.2	1.12

### Sistema Hidráulico

Capacidad de la bomba	189.3 lit/min (50 gpm)
Capacidad del tanque hidráulico	102 lit/(27 U.S. gal)
Presión de ajuste de válvula de seguridad	12.4 MPa (1 800 psi)
Filtros	Filtros de malla en el tanque y cartuchos desechables.
Cilindros Hidráulicos	
Hoja	2 c/u, de doble acción, diám. int. 102 mm (4"), diám. eje 57 mm (2.25") carrera 864 mm (34").
Arco	2 c/u de doble acción, diám. int. 127 mm (5"), diám. eje 57 mm (2.25") carrera 524 mm (20.6")

## especificaciones

<b>Winche</b>	Clark WD-413-1
Modelo standard	305 mm (12")
Diámetro del tambor	95.4m (313') de cable de 16mm (5/8")
Capacidad del tambor	65.8m (216') de cable de 19.1mm (3/4")
	48.5m (159') de cable de 22.2mm (7/8")
	36.6m (120') de cable de 25.4mm (1")
Control del tambor	Hidráulico de tres posiciones, un solo control
Tracción máxima	Tambor vacío-18 140 kg (40 000lb) Tambor lleno-12700 kg (28 000lb)
Velocidad máxima	Tambor vacío-70.1m/min (230 pie/min) Tambor lleno-103.6m/min (340 pie/min)

<b>Equipo Standard</b>	Tipo seco con prefiltro
Filtros de aire	Protección hasta -37°C (-34°F)
Anticongelante	Hidráulico con rodillos guías del cable (4)
Arco	Topadora con deflectores de troncos para excavaciones livianas y despeje de matorrales
Hoja	Lámina de acero con acceso para limpieza y servicio
Protección inferior	De servicio, estacionamiento y dirección
Frenos	Sistema de protección para casos de volcamientos de acuerdo a normas SAE, con rejillas frontales, laterales, posteriores y deflectores frontales de matorrales
Cabina	Totalmente perforadas
Cubiertas laterales del motor	Reversible
Ventilador	

<b>Medidores/indicadores</b>	Indicador de servicio de filtro de aire
Amperímetro	Temperatura de aceite del diferencial

### Equipo Standard (cont.)

Presión de aceite del motor	Reforzada, abisagrada
Temperatura de agua del motor	Aprobados por el Servicio Forestal de U.S.A.
Tacómetro/horómetro	
Presión de aceite de la transmisión	
Temperatura de aceite de la transmisión	
Rejilla frontal	
Silenciadores con apagadores de chispas (2)	
Radiador de aceite del diferencial	
Radiador de aceite de la transmisión	
Pintura	Marfil y rojo
Asiento	Ajustable con cinturón de seguridad
Caja de herramientas	
Herramientas	Gatos de orugas, extractor de pasadores, levantador de brazos de ruedas duales

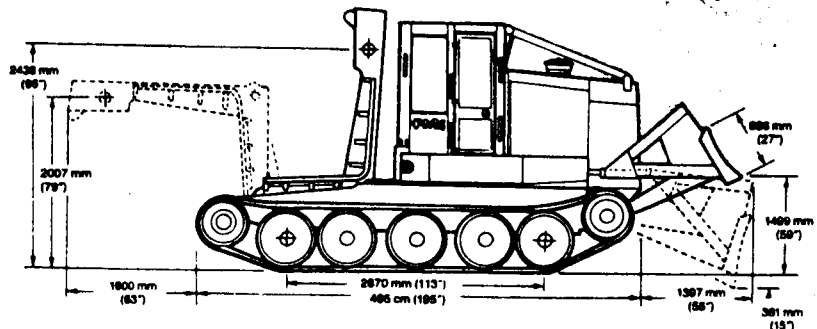
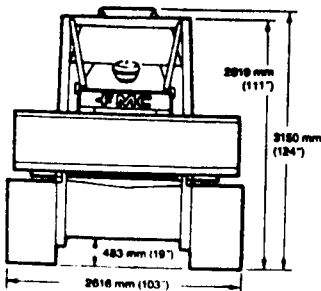
### Opcionales Alternativos Al Equipo Standard

Ventilador expulsor de alta velocidad	
Winche hidráulico con potencia en enrollado y desenrollado	Hyster W5A

### Accesorios y Agregados

Alarma de retroceso #	
Conjunto para arranque en clima frío, incluye #	Calentador de aceite del motor
(sistema de 110 Volts)	Calentador para refrigerante del block
	Entibiador de batería
	Calentador del aceite hidráulico
	Arranque auxiliar con éter
Extintor de incendios #	De 10lb para incendios de clase ABC
Separador de agua del combustible	
Bocina	Juego de luces, incluye #
	2 luces frontales
	2 focos traseros
	Interruptor en el tablero
Puertas en compartimiento del operador	Con rejilla y cerradura
Barra de tiro y pasador	De tres posiciones, ajustable verticalmente
Hidráulicos auxiliares	Un circuito de doble acción con líneas montadas en la parte posterior
Garra o tenaza maderera	Esco modelo M45P, con brazo soporte y pinzas hidráulicas

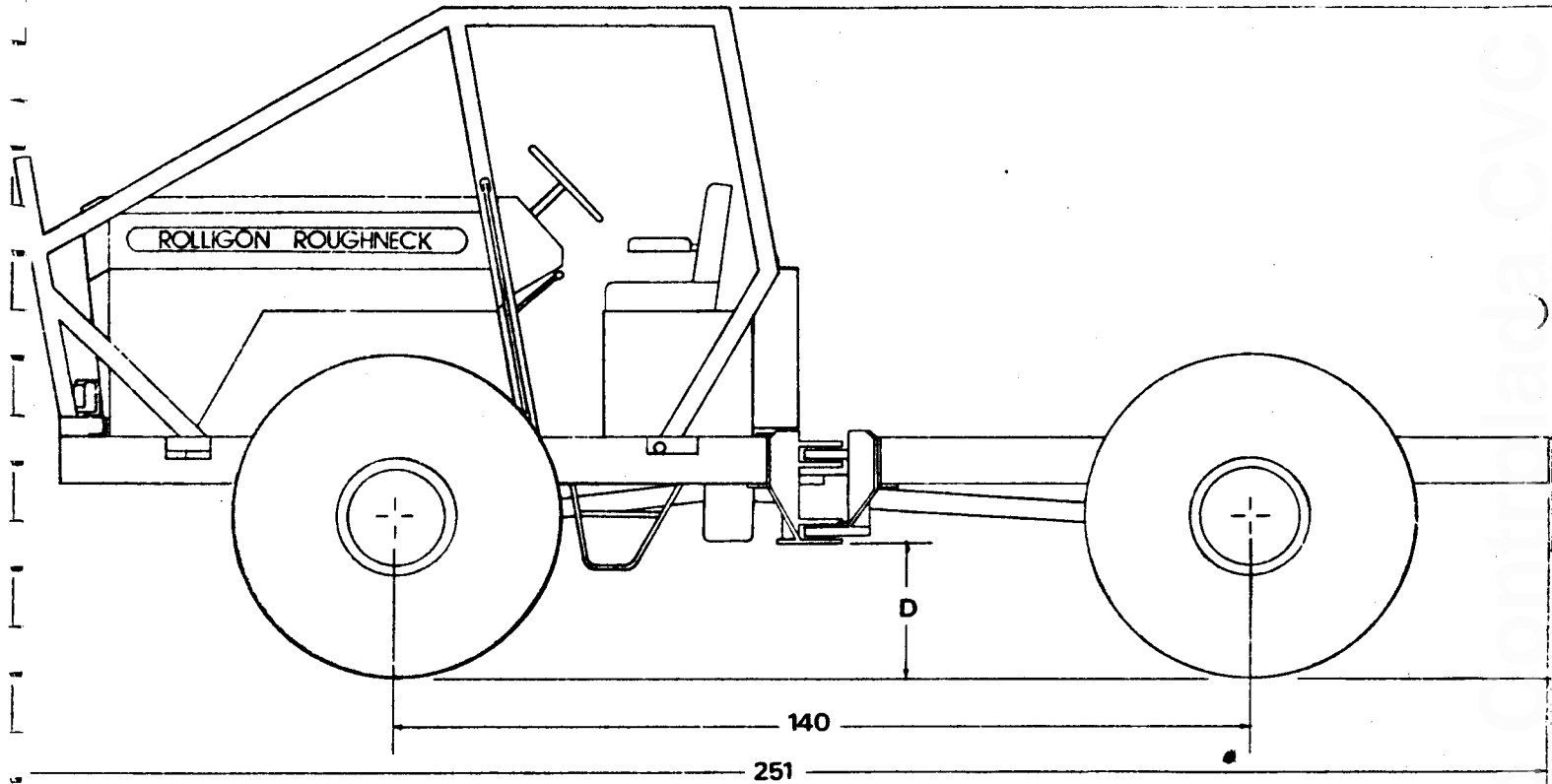
Equipo para cambio de bocines de las orugas



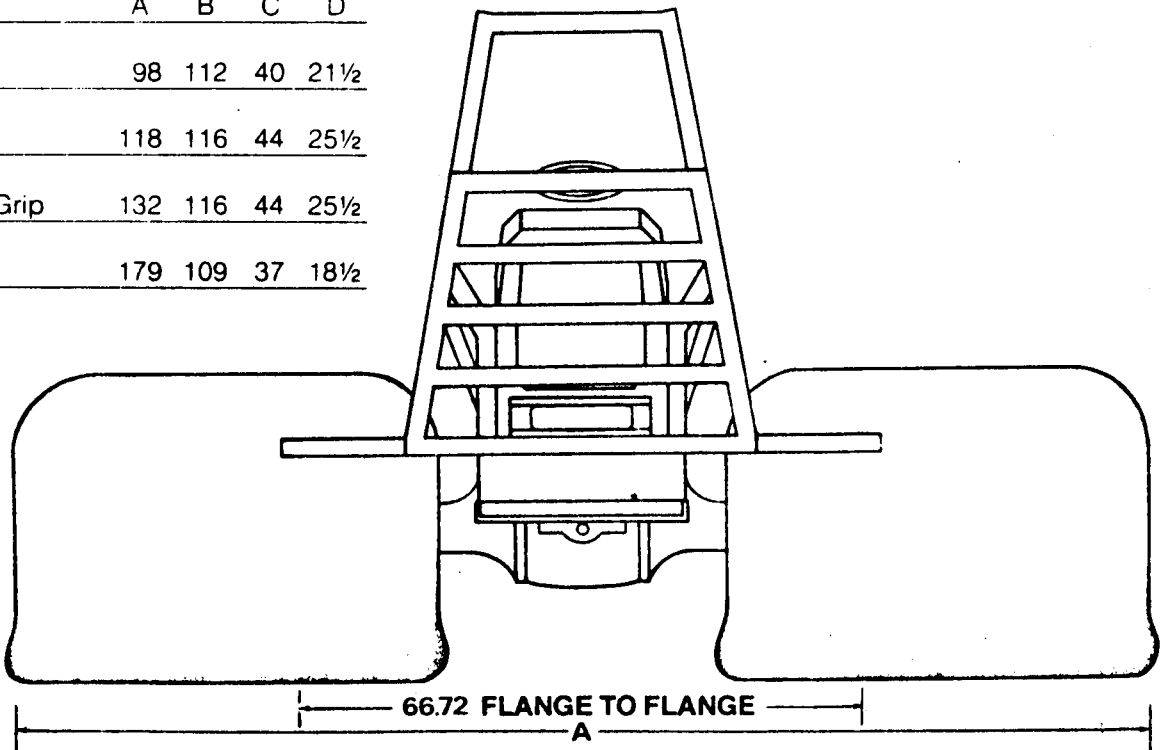
**JAAKKO PÖYRY**

APENDICE 6.2

TRACTOR FORESTAL, ROLLIGON ROUGHNECK  
ESPECIFICACIONES



TIRE	A	B	C	D
23.1-26R-1				
Rice & Cane	98	112	40	21½
67"x34"x25"				
Flo-Grip	118	116	44	25½
66"x43"x25"				
Super Terra Grip	132	116	44	25½
54"x68"x25"				
Rolligon	179	109	37	18½



# Specifications

**Frame** — Rectangular Steel Tubing  
3" x 8" x 1/4"

**Engine** — John Deere Diesel Model  
6359D 6-Cylinder valve in head  
359 cu. in. displacement 113 Hp  
2500 RPM. Electric Start.

**Transmission** — Clark Model  
280VO. Five speeds forward and  
one reverse.

**Drop Box** — Rockwell Model T-226.  
Two speed with rear P.T.O.

**Clutch** — Twelve Inch Dry Plate.

**Axles** — Front — John Deere Model  
A022A Oscillating Axle with in-  
board planetary reduction gears.  
Rear — John Deere Model AN22A  
Axle with inboard planetary reduc-  
tion gears.

**Brakes** — Hydraulic Wet-Disc  
Power Brakes built into each side

of each axle. In floatation, the two  
right or two left brakes can be  
applied together by means of dual  
brake pedals to aid steering.

**Differential Lock** — Hydraulically  
actuated On-The-Go Differential  
Lock is built into the front axle.  
(Rear Optional)

**Oscillation** — Wheel Oscillation is  
provided by the Oscillating Front  
Axle. The axle swings  $\pm 20^\circ$  for all  
terrain maneuverability.

**Articulated Center Steering** — A  
welded Steel Trunion with two  
2-inch diameter pivot pins set in  
3-3/16 inch spherical self-aligning  
bushings. Hydraulic Power Steer-  
ing provided by dual 3-inch cylin-  
ders. This steering pivot allows  
 $\pm 53^\circ$  of turning from the center.

**Instruments** — Ammeter, Oil Pres-  
sure Gage, Water Temperature  
Gage, Tachometer, Hourmeter,  
Fuel Gage, and Keyed Ignition.

**Fuel Capacity** — 50 Gallons

**Electrical System** — 12 volt, 55  
amp alternator with regulator, star-  
ter 12 volt, battery heavy duty 160  
amp hour.

**Brush Guard and Canopy** — Con-  
structed from 3" x 3" square steel  
tubing.

**Seat** — Deluxe Bucket Seat

**Front Winch** — Ramsey Model 700  
15,000# Hydraulically driven with  
a 5/8" cable and tail chain operated  
from cab.

**Accessories** — Head Lights, Tire  
Puncture Kit

# Performance

**Maximum Payload — Land**

Tractor Tires	10,000 lbs.
Flo-Grip Tires	10,000 lbs.
Super Terra Tires	10,000 lbs.
Rolligon Tires	10,000 lbs.
(with Optional AN35 & A035 Axles)	

**Vehicle Weight** — 10,000 lbs.

**Speed** — 0-21 MPH

**Turning Radius** — 11 Feet 8 Inches

**Ground Bearing Pressure** — As  
low as 1.5 psi depending on load  
and terrain.

# Options

**Axles** — John Deere Model A035  
Oscillating Front and Model AN35  
Non-Oscillating Rear with hy-  
draulic wet-disc brakes and hy-  
draulically actuated differential  
lock.

**Engines** — John Deere Model  
6359T Turbo Charged Diesel, Ford  
Model 380 Diesel, Detroit Diesel  
Model 4-53, Deutz Model F6L912  
Diesel or Ford Gasoline

**Transmission** — Clark Model  
18,000 Power Shift with six speeds  
forward and six reverse.

## Tires

- 23.1-26 Rice & Cane
- 67" x 34" x 25" Flo-Grip
- 66" x 43" x 25" Super Terra
- 54" x 68" x 25" Rolligon V-2
- 54" x 68" x 25" Rolligon V-4
- 54" x 68" x 25" Slick Rolligon V-2
- 54" x 68" x 25" Slick Rolligon V-4

**P.T.O.** — For driving rear mounted  
equipment such as shot hole  
drills.

**Cabs** — Heated, air conditioner, and  
other options for extreme en-  
vironmental conditions. Winteriza-  
tion.

**Seat Belts**

**Auxilliary Fuel Tanks**

**Utility Beds** — Water tanks, custom  
designs, etc.

**Paint** — Custom colors available  
upon request.

# THE ROLLIGON CORP.

P.O. BOX 36265, HOUSTON, TEXAS 77036

FACTORY ADDRESS:

10635 BRIGHTON LANE, STAFFORD, TEXAS 77477

(713) 495-1140

APENDICE 9.1

CALCULO PARA EL SISTEMA OPTIMO DE CAMINOS

Copia No Controlada CVC

## CALCULO PARA EL SISTEM OPTIMO DE CAMINOS

Para conocer la distancia media más económica entre los caminos se puede hacer un análisis en modelos y después modificar los datos para uso práctico.

Se utilizan los siguientes datos para definir el modelo matemático para determinar la distancia óptima entre los caminos paralelos.

D = Distancia óptima promedia entre caminos en cientos de metros.

V = Volúmen aprovechable en toneladas por Hectárea = 60 M<sup>3</sup> en pie

C = Costos de la construcción del camino en \$Col. por Km = \$500.000

t<sub>r</sub> = Costo de traslado en el terreno en \$Col. por cientos de metros  
 = \$Col. 37 (50% del costo por M<sup>3</sup> dividido con la distancia)\*

$$* \frac{2069 \times 100}{2 \times 350} \text{ 37 \$Col. (por 100 m.)}$$

(distancia promedia 350 m. y 50% del costo total es costo de traslado en el terreno).

Costo fijo por M<sup>3</sup> de madera transportada:

$$\frac{C}{V \times D \times 10} = \frac{500.000}{60 \times D \times 10}$$

Costo variable por M<sup>3</sup> transportado:

$$\frac{t_r \times D}{4} = \frac{37 \times D}{4}$$

Se obtiene la distancia óptima entre caminos cuando:  
 Costo fijo = costo variable

$$\frac{500.000}{60 \times D \times 10} = \frac{37 \times D}{4} \quad D = \sqrt{\frac{4 \times 500.000}{10 \times 60 \times 37}}$$

D = Aproximadamente 9,5

La distancia óptima entre vías de arrastre son de 950 metros, que corresponde a 10,5 metros por Ha.

Sin embargo, en el cálculo del estudio se utilizará la densidad de 12 metros por Hectárea, incluyendo una corrección por la ondulación del terreno. (Corresponde a 880 m. entre caminos).



**JAAKKO PÖYRY**

APENDICE 9.2

CALCULO DE INVERSION - MOTOSIERRA

CALCULO DE INVERSION (Costo en \$ Col. por hora de producción)

Fecha: 1981-02-15

Máquina/vehículo: Motosierra, sistema eléctrico

SIGN PC

Especificaciones: Motor 99 cc con Espada de 18"

US \$ 1 = \$ Col. 50

Fabricante: (Husquarna (Elux) 2100 CD)

Datos o Tipo de Costo	Fuente Fórmula:	Motosierra con equipo adicional	Equipo de Cadena y Barra	Gastos Generales	Suma Gastos	% de Gastos Gastos Totales
Precio de entrega	I	58.600	Cadena 1.463			
Valor de reventa	R	8.600	Barra 3.290			
Uso anual, horas de Prod.	U	1.600	(18")			
Tiempo de depreciación horas	H	2.000	Ver 2.1			
<b>1. COSTOS DE POSESION</b>					31	
1.1 Interés	$\frac{(I+R)i}{200 U}$	6.				
1.2 Seguro	s:U	-				
1.3 Garage	g:U	-				
1.4 Amortización	$\frac{I - R}{H}$	25.				
<b>2. COSTOS DE OPERACION</b>					74	
2.1 Reparaciones (r = 0,8)	$\frac{I - R}{H \cdot r}$	10.				
2.2 Combustibles		13.				
2.3 Lubricantes, etc.		30.				
2.4 Mantenimiento	$0,20 \times a_1$	21.				
<b>3. COSTOS SALARIOS</b>					86	
3.1 Operador	$a_1 \times 0,20$					
3.2 Ayudante	$a_1$	86				
<b>SUMA DE COSTOS DE POSESION Y COSTOS DE OPERACION</b>		191			191	US\$ 3.82
<b>4. COSTOS RESTANTES</b>						
Administración, etc.	0,05 M	9			9	
<b>GRAN TOTAL</b>		200			200	US\$ 4.00

9.2/1

NOTA 2.3 Se debe repartir estos costos entre consumo de motor, transmisión, mandos finales, sistemas hidráulicos, grasa y filtros.

DATOS BASICOS USADOS EN EL CALCULO

FECHA:

Máquina : MOTOSIERRAS

Especificaciones : Tamaño 99 cc Barra de 18" Sistema Electrónico

(Husquarna 2100 CD)

	MILES DE \$ COL.	U.S.\$	ESPECIFICACIONES
PRECIO: Mercado Col.	58.600	1.172	
Costo Fletes <sup>Precio al público</sup> 1)	-		
2)	-		
COSTO Aduana			40% inclusive
Licencia			
Seguros			
Otros			
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>58.600</b>	<b>1.172</b>	
Valor de Reventa	8.600	172	14.7%
Valor de Depreciación	50.000	1.000	
Estimación Vida Técnica	4.000	Horas de Producción	<u>Años: 2,5</u>
Estimación Vida Económica	2.000	Horas de Operación*	
	2.500	Horas de Producción	<u>Años: 1,25</u>
		Horas de Operación	
Tasa de Interés,	26%		1.600 H de P por año
Seguros e Imp.			
Consumo Combustible Por Hora de Producción		Galón/Hora	DM <sup>3</sup> /Hora 1.0
Costo de combustible (Mezcla 4%)	50	\$ Col./Galón	\$ Col./DM <sup>3</sup> 13

Gasolina = 42 \$/Galón }  
(SAE 30) = 230 \$/Galón } 50 \$ Col./Galón

COSTO DE LUBRICANTES

- Cadena

60 \$ Col./ Litro (230 \$ Col./Galón)

-----  
\$ Col./

-----  
\$ Col./

-----  
0,5 Litro/Hora

Consumo de aceite para cadena

Consumo de Grasa

-----  
- /Hora

Salario Operador

80.000 \$Col./Año 40 \$ Col./Hora de Operac.

Ayudantes

50.000 \$Col./Año 25 \$ Col./Hora de Operac.

Suma:

65 \$ Col./Hora de Operac.

Costos Sociales 65%

42

Suma Total:

107

---

Copia No Controlada

JAAKKO PÖYRY

APENDICE 9.3

CALCULO DE INVERSION - TRACTORES ORUGAS, 75 H.P.

CALCULO DE INVERSION (Costo en \$ Col. por hora de producción)

Máquina/Vehículo: Tractor de orugas, 75 H.P.

Especificaciones: (Presión baja), winche, cabina cubierta

Fabricante: Orugas 30" = 96 cms. Presión contra el suelo sin cargo = 0,29 kg/cm<sup>2</sup>  
 Tipo CAT D 4 E con orugas LGP (presión baja)

Fecha: 1981-02-15

SIGN PC

\$ US 1 = \$ Col. 50

Datos o Tipo de Costo	Fuente Fórmula	Tractor con equipo adicional	Equipo de Orugas	Gastos Generales	Suma Gastos	% de Gastos Gastos Totales
Precio de entrega	I	3.155.700	Costos incl. en 2.1			
Valor de reventa	R	355.700				
Uso anual, horas de Prod.	U	1.600				
Tiempo de depreciación horas	H	9.600				
<b>1. COSTOS DE POSESION</b>					<b>577</b>	<b>US\$ 11.54</b>
1.1 Interés 26%	$\frac{(I+R)i}{200 U}$	285				
1.2 Seguro	s:U		-			
1.3 Garage	g:U		-			
1.4 Amortización	$\frac{I - R}{H}$	292				
<b>2. COSTOS DE OPERACION</b>					<b>449</b>	<b>US\$ 8.98</b>
2.1 Reparaciones (r = 0,8)	$\frac{I - R}{H r}$	234				
2.2 Combustibles 4 g./H		168				
2.3 Lubricantes, etc.		17				
2.4 Mantenimiento	0,20 x a <sub>1</sub>	30				
<b>3. COSTOS SALARIOS</b>					<b>119</b>	<b>US\$ 2.38</b>
3.1 Operador	a <sub>1</sub> x 0,20	119				
3.2 Ayudante	a <sub>1</sub>					
<b>SUMA DE COSTOS DE POSESION Y COSTOS DE OPERACION</b>		<b>1.145</b>			<b>1.145</b>	<b>US\$ 22.90</b>
<b>4. COSTOS RESTANTES</b> Administración, etc.	5%	57			57	
<b>GRAN TOTAL</b>		<b>1.202</b>			<b>1.202</b>	<b>US\$ 24.04</b>

DATOS BASICOS USADOS EN EL CALCULO

FECHA: 1981-02-15

Máquina : Tipo CAT D 4 E LGP Tractor  
 Especificaciones : Tractor de orugas para construcciones y arrastre de trozas, con winche. Motor DE 86 HP, con cabina cubierta LGP = 30" (76 cm)

	MILES DE \$ COL.	U.S.\$	ESPECIFICACIONES
PRECIO: F.O.B.:	2.850.000	57.000	Nov. 1980
Costo Fletes :1)	250.000	5.000	
2)			
COSTO Aduana			
Licencia	55.700	1.114	2% Precio FOB
Seguros			
Otros			
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>3.155.700</b>	<b>63.114.</b>	<b>Aprox. 11,3%</b>
Valor de Reventa	355.700	7.114	
Valor de Depreciación	2.800.000	56.000	
Estimación Vida Técnica	-	-----Horas de Producción	<u>Años:</u> 10
Estimación Vida Económica	-	-----Horas de Operación	
	9.600*)	-----Horas de Producción	<u>Años:</u> 6
	12.000**)	-----Horas de Operación	
Tasa de Interés, Seguros e Imp.	26%		
Consumo Combustible Por Hora de Producción	4 Galón/Hora		DM <sup>3</sup> /Hora 15
Costo de Diesel	42 \$ Col./Galón		\$ Col./DM <sup>3</sup>

\*) 1.600 H/año

\*\*\*) 2.000 H/año

COSTO DE LUBRICANTES

- Motor	0,21 Gal/H.		
- Transmisión		60 \$ Col./ Litro	
- Mandos Finales			
- Sistema Hidráulico		76 \$ Col./ Litro	
- Grasa		55 \$ Col./ Kg.	
Consumo de Lubricantes		0,25 Litros /Hora	
Consumo de Grasa		0,02 Kg. /Hora	
<u>Salario</u> Operador		80.000 \$Col./Año	40 \$ Col./Hora de Operac.
Ayudantes		100.000 \$Col./Año	50 \$ Col./Hora de Operac.
			= 90
Costos Sociales 65%			= 59
Suma Costos Sociales			=149 \$Col./Hora



JAAKKO PÖYRY

APENDICE 12.1

CALCULO DE INVERSION - TRACTOR FORESTAL FMC - 220 CA

CALCULO DE INVERSION (Costo en \$ Col. por hora de producción)

Fecha: 1981-02-12

Máquina/vehículo: FMC 220 CA

SIGN PC

Especificaciones: Tractor forestal con orugas de acero de alta velocidad y arco maderero móvil

\$ US 1 = \$ Col. 50

Fabricante: WOODLANDS EQUIPMENT DIV., San Jose, Calif. 95109

\*) Incluye el primer equipo de orugas

Datos o Tipo de Costo	Fuente Fórmula	Tractor con equipo adicional	Equipo de Orugas	Gastos Generales	Suma Gastos	% de Gastos Gastos Totales
Precio de entrega	I	8.635.000 <sup>*)</sup>	(900.000)			
Valor de reventa	R	1.635.000				
Uso anual, horas de Prod.	U	1.600	( 1.600)			
Tiempo de depreciación horas	H	9.800	( 2.000)			
<b>1. COSTOS DE POSESION</b>					<b>1.563</b>	<b>US\$ 31.26</b>
1.1 Interés	$\frac{(I+R)i}{200 U}$	834				
1.2 Seguro	s:U	-				
1.3 Garage	g:U	-				
1.4 Amortización	$\frac{I - R}{H}$	729				
<b>2. COSTOS DE OPERACION</b>					<b>972</b>	<b>US\$ 19.44</b>
2.1 Reparaciones (r = 0,8)	$\frac{I - R}{H r}$	583				
2.2 Combustibles 8 Gal/H.		336				
2.3 Lubricantes, etc.		23				
2.4 Mantenimiento	0,20 x a <sub>1</sub>	30				
<b>3. COSTOS SALARIOS</b>					<b>119</b>	<b>US\$ 2.38</b>
3.1 Operador	a <sub>1</sub> x 0,20	119				
3.2 Ayudante	a <sub>1</sub>					
<b>SUMA DE COSTOS DE POSESION Y COSTOS DE OPERACION</b>	<b>M</b>	<b>2.644</b>			<b>2.644</b>	<b>US\$ 52.98</b>
<b>4. COSTOS RESTANTES</b> Administración, etc.	<b>5%</b>	<b>132</b>			<b>132</b>	
<b>GRAN TOTAL</b>		<b>2.776</b>			<b>2.776</b>	<b>US\$ 55.52</b>

NOTA 2.3 Se debe repartir estos costos entre consumo de motor, transmisión, mandos finales, sistemas hidráulicos, grasa y filtros.

**DATOS BASICOS USADOS EN EL CALCULO**
**FECHA:**
**Máquina : FMC 220 CA**

- 1) Especificaciones : Tractor forestal con orugas de acero de alta velocidad y arco maderero móvil - winche con 95 m. cable de 5/8"

	MILES DE \$ COL.	U.S.\$	ESPECIFICACIONES
PRECIO: F.O.B.:	8.000	160.000	En E.U. (Enero-81)
Costo Fletes :1)	75	1.500	En E.U. (USA)
2)	400	8.000	Flete Marítimo
COSTO Aduana			
Licencia	160	3.200	2% del precio FOB
Seguros			(Derecho especial)
Otros			
PRECIO TOTAL*)	8.635	172.700	
Valor de Reventa	1.635	32.700	18.9%
Valor de Depreciación	7.000	140.000	
Estimación Vida Técnica	-----	-----	Horas de Producción <u>Años: 10</u>
Estimación Vida Económica	9.600	-----	Horas de Operación
	12.000	-----	Horas de Producción <u>Años: 6</u>
	(1.600 Resp. 2000 H/año)	-----	Horas de Operación
Tasa de Interés,	-----	-----	
Seguros e Imp.	26%	-----	
Consumo Combustible Por Hora de Producción	8 Galón/Hora	-----	DM <sup>3</sup> /Hora = 30
Costo de Diesel **)	42 \$ Col./Galón	-----	\$ Col./DM <sup>3</sup> = 10.84

1) Capacidad de carga 8 - 15 M<sup>3</sup> de madera.

\*) Costo de orugas de acero 18.000 US\$ = 900.000 \$Col.

Vida Técnica de orugas 2.000 Horas = 1,25 años

El costo de orugas se incluye en los costos de reparaciones

\*\*\*) Octubre 19, 1.980: Diesel 35 \$Col./Galón (Depósito Buenaventura)

Costo área del estudio + 20% = 42. \$Col.

**COSTO DE LUBRICANTES**

- Motor	SAE 30 - 40*)		
- Transmisión		60	\$ Col./ Litro
- Mandos Finales			
- Sistema Hidráulico		76	\$ Col./
-----			
- Grasa		55	\$ Col./ Kg.
-----			
Consumo de Lubricantes		0,35 Litros	/Hora
Consumo de Grasa		0,02 Kgs.	/Hora
-----			
<u>Salario</u> Operador		80.000	\$Col./Año
			40
			\$ Col./Hora de Operac.
Oct./80 Ayudantes 2 x 250			50
			\$ Col./Hora de Operac.
(10 Hour-day) <u>Suma Costos Directos:</u>	100.000	=	90 \$ Col./Hora de Operac.
Costos Sociales 65% (Prestaciones etc.)		+ 59	\$ Col./Hora de Operac.
Suma Costos Salarios:		=	149 \$ Col./Hora de Operac.

\*) Octubre de 1.980: 10.555 \$Col./55 galones (Depósito Buenaventura)

192 \$Col./Galón = 49,55 \$Col/Litro

Area de operaciones (Río San Juan) = 49.55 x 20% = 9.91 \$ Col./Litro  
 \*\*\*\*\*  
 60/\$Col.

APENDICE 12.2

CALCULO DE INVERSION - TRACTOR FORESTAL ROLLIGON  
ROUGHNECK

CALCULO DE INVERSION (Costo en \$ Col. por hora de producción)

Máquina/Vehículo: ROLLIGON ROUGHNECK CON LLANTAS V-6

Especificaciones: Winche 10 000 Ibs; Arco; Peso: 5 t; Presión: 0,1 kg/cm<sup>2</sup>

Fabricante:

ROLLIGON CORP., P.O. Box 36265, Houston, Texas 77036, EE.UU.

Fecha: 1981-02-15

SIGN: PC

\$ US 1 = \$ Col. 50

Datos o Tipo de Costo	Fuente Fórmula	Tractor con equipo adicional	Equipo de Orugas	Gastos Generales	Suma Gastos	% de Gastos Gastos Totales
Precio de entrega CIF	I	6.218.000	(Se incluye en 2.1)			
Valor de reventa	R	718.000				
Uso anual, horas de Prod.	U	1.600				
Tiempo de depreciación horas	H	9.600	3.200			
<b>1. COSTOS DE POSESION</b>					1.137	US\$ 22,74
1.1 Interés	$\frac{(I+R)i}{200 U}$	564				
1.2 Seguro	s:U	-		-		
1.3 Garage	g:U	-		-		
1.4 Amortización	$\frac{I - R}{H}$	573				
<b>2. COSTOS DE OPERACION</b>					714	US\$ 14,28
2.1 Reparaciones (r = 0,8)	$\frac{I - R}{H} r$	458				
2.2 Combustibles	42 x 5 =	210				
2.3 Lubricantes, etc.		16				
2.4 Mantenimiento	0,20 x a <sub>1</sub>	30				
<b>3. COSTOS SALARIOS</b>					119	US\$ 2,38
3.1 Operador	a <sub>1</sub> x 0,20	119				
3.2 Ayudante	a <sub>1</sub>					
<b>SUMA DE COSTOS DE POSESION Y COSTOS DE OPERACION</b>	M	1.970			1.970	US\$ 39,40
<b>4. COSTOS RESTANTES</b>						
Administración, etc.	0,05 M	99			99	
<b>GRAN TOTAL</b>		2.069			2.069	US\$ 41,38

NOTA 2.3 Se debe repartir estos costos entre consumo de motor, transmisión, mandos finales, sistemas hidráulicos, grasa y filtros.

**DATOS BASICOS USADOS EN EL CALCULO**
**FECHA:** 1981-02-15

**Máquina :** ROLLIGON ROUGHNECK, LLANTAS V-6 (5 Toneladas)

**Especificaciones :** Presión: 0,1-0,15 Kgs/Cm<sup>2</sup>, con winche 4,500 Kgs y Arco integral  
 Capacidad: 5 toneladas de carga. Velocidad 0-33 Km/H.

**Dirección:** P.O. Box 36265, Houston  
 Texas 77036

	\$ COL.	U.S.\$	ESPECIFICACIONES
<b>PRECIO: F.O.B.: (Enero 1.981)</b>	5.703.750	114.075	Precio FOB Houston
<b>Costo Fletes :1)</b>	400.000	8.000	Buenaventura
2)			
<b>COSTO Aduana</b>			
<b>Licencia</b>	114.250	2.285	2% Precio FOB
<b>Seguros</b>			
<b>Otros</b>			

**PRECIO TOTAL**

6.218.000      124.360

Valor de Reventa

718.000      14.360      11% Aprox.

Valor de Depreciación

5.500.000      110.000

Estimación Vida

 -----Horas de Producción      **Años: 10**

Técnica

-----Horas de Operación

Estimación Vida

 9.600 -----Horas de Producción      **Años: 6**

Económica

12.000 -----Horas de Operación

(1.600 Resp. 2000H/año)

Tasa de Interés,

 -----  
 26%

Seguros e Imp.

 Consumo Combustible  
 Por Hora de Producción

 -----  
 5 Galón/Hora      DM<sup>3</sup>/Hora 19

\*) Costo de Diesel

 -----  
 42 \$ Col./Galón      \$ Col./DM<sup>3</sup>

 \*) Oct. 80 Costo Diesel Depósito  
 Buenaventura = 35 \$COL/Galón  
 Costo Río San Juan + 20%

Equipo de Llantas: 3.200 horas de vida (= 2 años)  
 Este costo será incluido en 2.1 Reparaciones

**COSTO DE LUBRICANTES**

- Motor			
- Transmisión	SAE 30-40	60 \$ Col./ Litro	
- Mandos Finales			
- Sistema Hidráulico		76 \$ Col./ Litro	
		-----	
- Grasa		55 \$ Col./ Kg.	
		-----	
Consumo de Lubricantes		0,25 Litros	/Hora
		-----	
Consumo de Grasa		0,02 Litros	/Hora
		-----	
<u>Salario</u> Operador		80.000 \$Col./Año	--40---\$ Col./Hora de Operac.
Ayudantes		100.000 \$Col./Año	--50---\$ Col./Hora de Operac.
Suma Costos Salarios Directos			= 90 \$ Col./Hora de Operac.
Costos Sociales, etc. 65%			
Suma Costo Salario =			149 \$ Col./Hora de Operac.

Copia No Controlada



JAAKKO PÖYRY

APENDICE 12.3

CALCULO DE INVERSION - REMOLCADORES

CALCULO DE INVERSION (Costo en \$ Col. por hora de producción)  
 Máquina/Vehículo: REMOLCATOR CON MOTOR DIESEL 130 H.P.  
 Especificaciones: Tamaño medio  
 Fabricante: Construcción Taller Buenaventura

Fecha: 1981-02-14

SIGN: PC

\$ US 1 = \$ Col. 50

\*) NOTA: Remolcador pequeño con motor de 90 HP = 730 \$ Col.  
 Costo motor=650 000 \$ Col. Precio \$ 2 000 000

Datos o Tipo de Costo	Fuente Fórmula	Remolcador con equipo adicional	Equipo de Orugas	Gastos Generales	Suma Gastos	% de Gastos Gastos Totales
Precio de entrega	I	3.000.000	(Costo Motor \$COL 1'000.000 incluido)			
Valor de reventa	R	-				
Uso anual, horas de Prod.	U	3.000				
Tiempo de depreciación horas	H	30.000				
<b>1. COSTOS DE POSESION</b>						
1.1 Interés (26%)	$\frac{(I+R)i}{200 U}$	130			230	
1.2 Seguro	s:U	-				
1.3 Garage	g:U	-				
1.4 Amortización	$\frac{I - R}{H}$	100				
<b>2. COSTOS DE OPERACION</b>					250	
2.1 Reparaciones (r = 0,4)	$\frac{I - R}{H r}$	40				
2.2 Combustibles		210				
2.3 Lubricantes, etc.						
2.4 Mantenimiento	0,20 x a <sub>1</sub>	(incluido en 3)				*)
<b>3. COSTOS SALARIOS</b>					400	
3.1 Operador	a <sub>1</sub> x 0,20	400*)				1 Capitán 193
3.2 Ayudante	a <sub>1</sub>					1 Mecánico 165
						2 Marineros
						1 Cocinero 42
						400 \$COL/H.
<b>SUMA DE COSTOS DE POSESION Y COSTOS DE OPERACION</b>		880			880	- US\$ 17.60
<b>4. COSTOS RESTANTES</b>						
Administración, etc.		-			-	
<b>GRAN TOTAL</b>		880			880	US\$ 17.60

**JAAKKO PÖYRY**

APENDICE 12.4

ACUERDO Nº 003 DEL 4 MARZO/80 - JUNTA DIRECTIVA  
INDERENA

Copia No Controlada CVC

ACUERDO NO. 003 DEL 4 MARZO/80 JUNTA DIRECTIVA INDERENA

Montos de la participación nacional tasas y servicios técnicos por el aprovechamiento de madera en bosque de dominio público.

Se pagarán al INDERENA por cada M<sup>3</sup> de madera rolliza en pie, la siguiente tasas y derechos:

- Tasas de reposición del bosque	\$65
- Derechos de supervisión y control de aprovechamiento	\$20
- Derechos de investigación forestal	\$15
- Derechos de desarrollo social	\$ 5
- Participación nacional (Decreto 3188/55) 5%	
- Precio madera común 200 \$Col./M <sup>3</sup>	\$10
SUMA	\$115

Copia No Controlada

**JAAKKO PÖYRY**

APENDICE 13.1

CALCULO DE INVERSION - LANCHAS CON MOTOR DE CENTRO

Copia No Controlada CVC

CALCULO DE INVERSION (Costo en \$ Col. por hora de producción)  
 Máquina/Vehículo: LANCHA DE ALUMINIO CON MOTOR DE CENTRO  
 Especificaciones: MOTOR DE 20 H.P. DIESEL  
 Fabricante:

Fecha: 1981-02-24  
 SIGN. PC  
 \$ US 1 = \$ Col. 50

Datos o Tipo de Costo	Fuente Fórmula	Lancha con Motor	Equipo de Orugas	Gastos Generales	Suma Gastos	% de Gastos Gastos Totales
Precio de entrega	I	100.000*)	Costo del *) motor 50.000 incluido			
Valor de reventa	R	10.000				
Uso anual, horas de Prod.	U	1.600				
Tiempo de depreciación horas 6 años del motor	H	9.600				
<b>1. COSTOS DE POSESION</b>					<b>18</b>	
1.1 Interés	$\frac{(I+R)i}{200 U}$	9				
1.2 Seguro	s:U					
1.3 Garage	g:U					
1.4 Amortización	$\frac{I - R}{H}$	9				
<b>2. COSTOS DE OPERACION</b>					<b>24</b>	
2.1 Reparaciones (r = )	$\frac{I - R}{H}$	4				
2.2 Combustibles		20				
2.3 Lubricantes, etc.						
2.4 Mantenimiento						
<b>3. COSTOS SALARIOS</b>					<b>50</b>	
3.1 Operador	$a_1 x$	50				
<b>SUMA DE COSTOS DE POSESION Y COSTOS DE OPERACION</b>		<b>92</b>			<b>92</b>	
<b>4. COSTOS RESTANTES</b> Administración, etc.	0,05 M	-				
<b>GRAN TOTAL</b>		<b>92</b>			<b>92</b>	<b>\$US 1,84</b>

**JAAKKO PÖYRY**

APENDICE 13.2

CALCULO DE INVERSION - BONGO O PLANCHON

CALCULO DE INVERSION (Costo en \$ Col. por hora de producción)

Máquina/Vehículo: BONGO (PLANCHON)

Especificaciones: TAMAÑO PROMEDIO PARA TRANSPORTE DE MAQUINAS, EQUIPO Y COMBUSTIBLE

Fabricante: Buenaventura

Fecha: 1981-02-24

SIGN: PC

\$ US 1 = \$ Col. 50

BONGO PEQUEÑO 232 \$ Col./h

Datos o Tipo de Costo	Fuente Fórmula	Tractor con equipo adicional	Equipo de Orugas	Gastos Generales	Suma Gastos	% de Gastos Gastos Totales
Precio de entrega	I	3.000.000				
Valor de reventa	R	2.000				
Uso anual, horas de Prod.	U					
Tiempo de depreciación horas 20 años	H	40.000				
1. COSTOS DE POSESION						
1.1 Interés (26%)	$\frac{(I+R)i}{200 U}$	195			270	
1.2 Seguro	s:U	-				
1.3 Garage	g:U	-				
1.4 Amortización	$\frac{I - R}{H}$	75				
2. COSTOS DE OPERACION						
2.1 Reparaciones (r = 0,8)	$\frac{I - R}{H} r$	30			30	
2.2 Combustibles		-				
2.3 Lubricantes, etc.		-				
2.4 Mantenimiento	$0,20 \times a_1$	-				*)
3. COSTOS SALARIOS						2 personas a 41 \$COL = 82 \$COL./H.
3.1 Operador	$a_1 \times 0,20$	82*)			82	
3.2 Ayudante	$a_1$					
SUMA DE COSTOS DE POSESION Y COSTOS DE OPERACION		384			384	US\$ 7:68
4. COSTOS RESTANTES						
Administración, etc.		-			-	
GRAN TOTAL		384			384	US\$ 8:68

TA 2.3 Se debe repartir estos costos entre consumo de motor, transmisión, mandos finales, sistemas hidráulicos, grasa y filtros.



**JAAKKO PÖYRY**

APENDICE 13.3

DESCRIPCION DE DISEÑO Y REQUISITOS DE LOS TALLERES

Copia No Controlada CVC

## MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA

### 1. General

Cuando se utiliza maquinaria en el apeo y transporte, construcción de caminos y patios y otras operaciones forestales, se requiere una organización adecuada de mantenimiento.

Como regla general el costo de una operación mecanizada es repartido en partes de costos iguales sobre costo de capital, costo de mantenimiento y costo de salarios y combustibles.

Sin embargo, el mantenimiento no es solamente un factor de costo sino también una base para tener la maquinaria en alto grado de utilización, además en una alta eficiencia de operación.

En este proyecto que incluye maquinaria, móviles, remolcadores y lanchas, se puede sumar las siguientes líneas de guía para el mantenimiento:

- mantener lo más bajo posible el tiempo de espera de los mecánicos, repuestos, etc. con un número suficiente de personal entrenado para el mantenimiento y existencias suficientes de repuestos.
- balancear las existencias de repuestos dentro de un presupuesto limitado.
- mantener un standard prescrito de trabajos de reparación y servicio en cuanto a metodología y equipo.
- establecer una capacitación adecuada del personal a través de un entrenamiento práctico, entrenamiento en el lugar de trabajo y supervisión.

El planeamiento y diseño de los recursos, incluye las siguientes fases de trabajo:

- examinar las condiciones influyentes en el mantenimiento.
- diseño de las actividades de mantenimiento que incluye primero la definición de los principios básicos del mantenimiento a usar, segundo la decisión de la organización apropiada y tercero la determinación y dimensionamiento de los recursos del mantenimiento.

### 2. Condiciones para la organización de mantenimiento

#### 2.1 Impacto de las condiciones básicas

Clima	Para el mantenimiento estacionario y semi-estacionario es necesario tener protección contra el sol, buena ventilación y techo contra las lluvias.
-------	---

Se debe resolver los problemas con agua condensada en los techos por cambios de temperaturas.

Las áreas preparadas en superficie dura para mantenimiento y estacionamiento, deben ser bien drenadas.

#### Transporte de ríos e infraestructura

Por razones de áreas de aprovechamiento separadas con distancias considerables entre una y otra, se debe tener en cuenta una organización descentralizada.

Se tiene que utilizar unidades semi-móviles para el mantenimiento y sistemas de radio comunicación.

Gran parte del mantenimiento debe llevarse a cabo directamente en el terreno o al lado de los ríos y quebradas.

#### Habilidad del personal

Es difícil encontrar mecánicos capacitados en la región y será difícil como también no recomendado el traer mecánicos de otras partes del país. Por eso un entrenamiento básico y operativo es de gran importancia.

### 2.2

#### Equipo estandarizado

Una estandarización de equipo y componentes es de gran importancia tanto para las operaciones (motosierras, botes, tractores, etc.) como para el mantenimiento (herramientas, construcciones, maquinaria, etc.)

En combinación con la estandarización es importante elegir productos con confiabilidad probada en las condiciones actuales.

### 3.

#### Dimensionamiento de los recursos de mantenimiento

El requerimiento de facilidades y equipo en la organización de mantenimiento depende en alto grado del principio de mantenimiento elegido, la organización, número de objetos a mantener de distintos tipos y la localización de ellos.

La condición actual en el área del proyecto tiene gran influencia en el dimensionamiento de los recursos de mantenimiento.

Como base para los cálculos de estos recursos se usa la necesidad de horas de mantenimiento para varios tipos de maquinaria.

Esto se puede hacer a través del factor de mantenimiento, el cual requiere la necesidad de horas de mantenimiento por 1.000 horas pro-

ductivas. Estas horas se pueden repartir en horas de reparación y servicio en el taller y en el campo.

Este informe de horas depende de los principios de mantenimiento y del tipo de organización.

Al usar estas estimaciones de factores de mantenimiento, número y tipo de equipo por año, etc., es posible calcular la necesidad total en horas de servicio y reparación en varios lugares. Esto es la base para dimensionar los talleres, cantidad de equipo y herramienta. etc.

#### 4. SISTEMA DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO

##### 4.1 Objetos del mantenimiento

El Cuadro 1 muestra tipos y números de objetos para mantenimiento, como la base para el diseño de las facilidades de mantenimiento.

Cuadro 1 Objetos de Mantenimiento

Objetos de Mantenimiento	Número en uso al año 5	
		Total
<u>Motosierras</u> , 100 cm3	70	70
<u>Equipo móvil</u>		26
FMC 220 CA	10	
Rolligon	8	
Tractor de Oruga	8	
<u>Botes</u>		45
Remolcadores 130 HP	5	
Remolcadores 90 HP	3	
Bongos grandes	2	
Bongos pequeños	3	
Lanchas de aluminio 25HP	12	
Lanchas de fibras 48 HP fuera de borda	5	
Canoas de madera 40 HP fuera de borda	15	

##### 4.2 Principios de mantenimiento

Dentro de los varios principios de mantenimiento que existe, se recomienda para este proyecto usar los principios de cambio de

componentes y un mantenimiento preventivo y correctivo. En lo siguiente se describe en una forma breve estos principios:

- Cambio de componentes. Se cambia los componentes (asambles por ej. caja de engranajes, motores, bombas hidráulicas) en el taller o en el campo. Los componentes son requeridos o revisados en talleres especiales.

Ventajas:

- Almacenamiento centralizado de repuestos.
- Mejor utilización de especialistas y mecánicos capacitados.
- Menor riesgo de hacer fallas en la reparación.
- Alta utilización de la maquinaria dependiente de tiempo más corto de reparación.
- El equipo de reparación en el campo puede ser simplificado.
- Los componentes pueden ser reparados o revisados en talleres especiales que tienen acceso a maquinaria sofisticada y especializada.

Desventajas:

- Almacenamiento durante tiempo más largo de componentes completos.
- Se requiere más transporte de unidades a cambiar.
- Una organización de mantenimiento centralizada más grande.

Este principio tiene muchas ventajas cuando se requiere maquinaria costosa y complicada en cantidades.

- Mantenimiento preventivo y correctivo

El mantenimiento preventivo incluyendo engrase, cambio de aceite, chequeo, controles y ajustes es llevado a cabo junto con el mantenimiento correctivo.

Ventajas:

- Se puede planificar el suministro de repuestos y componentes.
- Se puede planificar la utilización de los recursos de mantenimiento, evitando cuellos de botella en el trabajo.
- Fallas causadas por otras fallas pueden ser evitadas.
- Utilización más alta de maquinaria.

- Tiempo de vida más largo del equipo a través de un servicio permanente.

Desventajas:

- Se necesita una organización para el mantenimiento preventivo.
- Es necesario comprar el equipo para el chequeo.
- Se necesita rutinas especiales para el mantenimiento preventivo.

Este principio tiene muchas desventajas cuando se utiliza equipo complicado y costoso.

4.3

Organización del mantenimiento

El mantenimiento de maquinaria puede ser organizado en varias formas, pero en el caso actual se recomienda lo siguiente:

El mantenimiento de maquinaria formará una parte de la sección operativa que incluye apeo y transporte de la madera.

Todos los trabajos con la excepción del servicio diario debe ser llevado a cabo a través de la subsección de mantenimiento.

Se organiza la subsección de mantenimiento en los tres niveles siguientes:

a) Taller Central responsable de:

- revisión general de la maquinaria móvil y botes.
- revisión de componentes (motores, cajas de cambio, etc.)
- almacenamiento general de repuestos.
- compras y almacenamiento de equipo especial (cables, grapas, etc.)

b) Dos talleres locales para cada región de operaciones responsables de:

- reparaciones principales y cambio de componentes.
- subalmacen para repuestos en la región.
- distribución y almacenamiento de combustibles (ACPM, aceites, etc.)
- centro para las unidades de reparación en el campo.
- transporte de maquinaria.

Los talleres locales deben ser diseñados como talleres prefabricados, es decir construcciones desmontables sobre piso de concreto, que pueden ser removidos cada 3 ó 5 años.

Al lado del taller local se instala un tipo simple de astillero para los botes.

c) Cuatro unidades para reparación en el campo (dos por cada taller local) responsables de:

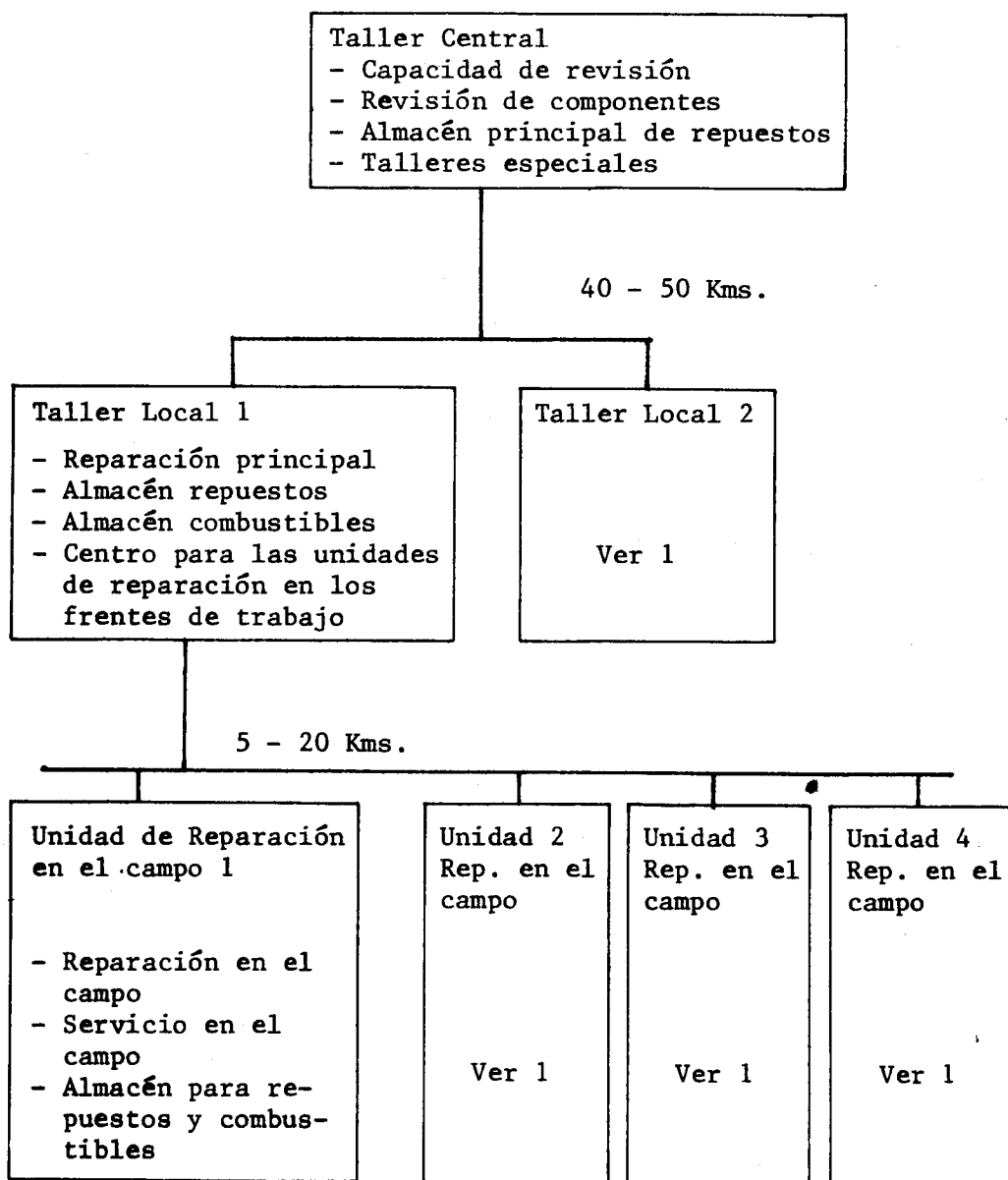
- reparación y servicio en el campo.
- pequeño almacén de repuestos de frecuente necesidad.
- almacén de campo para distribución de combustibles.
- recopilación de estadísticas de las máquinas.

Las unidades de campo pueden ser construidas en base a "containers" de un tamaño standard para el área "bajo llave" y de techos desmontables contra intemperies para otras áreas.

Los containers pueden ser removidos sobre bingos de un patio botadero a otro, cada 4 a 6 meses. En algunos casos es preferible tener el container permanentemente montado sobre el bongo, usándose como una unidad móvil de mantenimiento.

Figura 1

ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO Y RECURSOS



Copia No Controlada O/C



## 4.4

**Recursos de mantenimiento**

Se calcularon los recursos de mantenimiento en consideración con las condiciones y requerimientos ya descritos.

**Facilidades de mantenimiento**

Las facilidades de mantenimiento son estimadas en términos de requerimientos de espacio y costo de inversión. (Ver los Cuadros 1 y 2).

**Cuadro 1 Requerimiento de Espacio**

Objeto	Superficie en M2				
	Taller Central	Taller Por Unid.	Local Total 2 Unid.	Unidad Por Unid.	de Campo Total 4 Unid.
Area Bajo					
Motosierras	25	25	50	15 <sup>1)</sup>	60
Equipo Móvil	75	125	250	50 <sup>2)</sup>	200
Talleres Espec	400	200	400	30 <sup>1)</sup>	120
Oficina de Almacén, etc.	600	200	400	30 <sup>1)</sup>	120
TOTAL	1100	550	1100	125	500
AREA ABIERTO	10 000	5 000	10 000	2 000	8 000

1) En containers standard (20 pies)

2) Espacio abierto bajo techo.

Cuadro 2 Costos de Inversión, 1 000 Col\$\*)

Objeto	Taller Central	Taller	Local	Unidad	de Campo
		Por Unid.	Total 2 Unid.	Por Unid.	Total 4 Unid.
Construcciones (Taller, casas, etc.)	8 000	3 000	6 000	1 100	4 400
Preparación del área	2 000	500	1 000	150	600
Equipo, Maquinaria, herramientas	10 000	2 000	4 000	1 000	4 000
<b>TOTAL</b>	<b>20 000</b>	<b>5 500</b>	<b>11 000</b>	<b>2 250</b>	<b>9 000</b>

El costo total de inversiones está calculado en 40 millones de \$Col. Estos costos están calculados por año y distribuidos sobre las máquinas de operación e incluidos en el costo de operación (costo de reparación y servicio) por hora productiva de cada máquina y en el costo calculado por M3 de madera transportada.

\*) 1 US\$ = 50 \$Col.

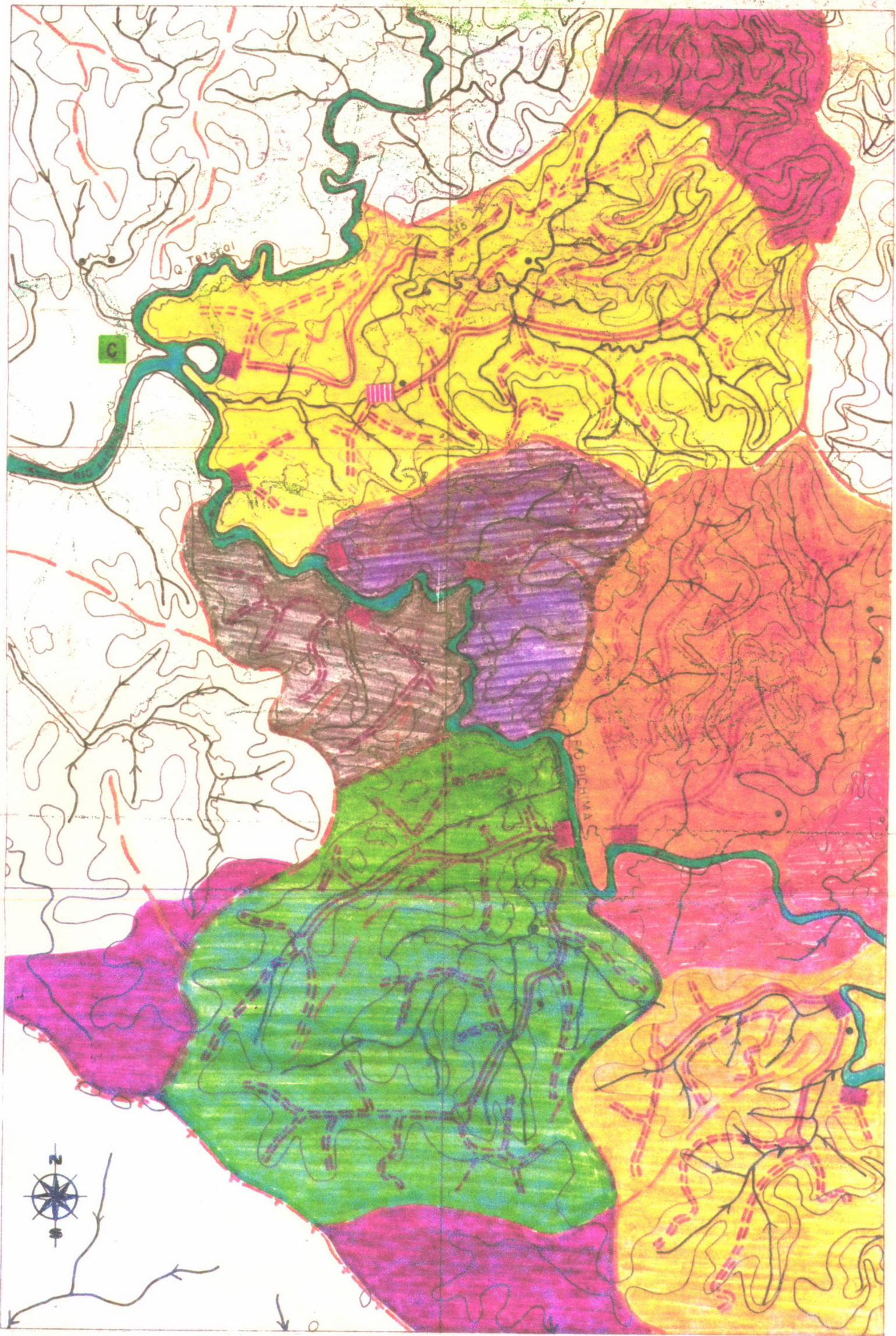
**JAAKKO PÖYRY**

APENDICE 14

MAPA EJEMPLO

SISTEMA TRANSPORTE MENOR EN 7 FRENTES DE TRABAJO





ESCALE 1: 25 000



**MAPA EJEMPLO:**

Parte de unidad de manejo "Rio Pichima".  
 Sistema transporte menor en 7 frentes de trabajo  
 (aprox. 2.300 ha)

**CONVENCIONES**

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | Campamento central con taller para frentes de trabajo  |  | Divisora de agua<br>Lindero para frentes de trabajo |
|  | Patio botadero (todo el año)                           |  | Lindero entre unidades                              |
|  | Patio botadero (estacion pluvial)                      |  |   |
|  | Via de acceso preparada                                |  |   |
|  | Via secundaria   |  |   |
|  | Quebrada   |  |   |
|  | Area estimada como no accesible en terminos economicos |  | II/5 17 Frente de trabajo                           |
|  | II/5 14 Frente de trabajo                              |  | II/5 18 " " "                                       |
|  | II/5 15 " " "  |  | II/5 19 " " "                                       |
|  | II/5 16 " " "  |  | II/5 20 " " "                                       |